



**ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ**

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Cilt (Volume) : 16

Sayı (Number) : 2

Yıl (Year) : 2021



The Journal of Agriculture Faculty



**ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ**

**ISSN : 1304-9984
e-ISSN : 2687-3419**



ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ Ziraat Fakültesi Dergisi

Cilt 16, Sayı 2, Yıl 2021

Isparta University of Applied Sciences Journal of the Faculty of Agriculture

Volume 16, Issue 2, Year 2021

ISSN: 1304-9984 | e-ISSN: 2687-3419

Bu dergi, aşağıda listelenen veri tabanları tarafından taranmaktadır / This journal is indexed by the following abstracting and indexing databases
Academic Resource Index (ResearchBib), CAB Abstracts, CABI Full Text, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), EBSCO
Discovery Service (EDS), Google Scholar, Sobiad

DERGİ HAKKINDA

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi yayıncı kimliği ile yayına başlayan ve 2019 yılından itibaren Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi yayıncı kimliği ile yayınlanmaya devam ulusal ve uluslararası bilimsel araştırma dergisidir. Ziraat Fakültesi Dergisi, tarım bilimleri konularında bilim ve teknolojideki gelişmelerin takip edilmesi, katkıda bulunulması ve ülkenin hızlı ve sürdürülebilir kalkınma çabalarını güçlendirilmesi amaçlanmaktadır. Dergide tarım bilimi, biyoloji, orman, gıda, genetik ve çevre bilim dalları ile ilgili alanlarında özgün araştırmalar düzenli olarak yılda iki sayı yayımlanan ulusal-uluslararası hakemli-indeksli bir dergidir. Yayımlanmak üzere gönderilen bütün makaleler; hakemler ve editörler tarafından değerlendirilir. Özgün araştırma makaleleri isteğe bağlı olarak Türkçe veya İngilizce yazılır. İngilizce dilinde yazılmış özgün araştırma makaleleri yayımlanma önceliğine sahiptir. Dergiye yayımlanmak için gönderilen makalelerden herhangi bir değerlendirme ve başvuru ücreti alınmamaktadır.

ABOUT THE JOURNAL

Isparta University of Applied Sciences Journal of the Faculty of Agriculture is national and international scientific research journal that started its publication in 2006 under Süleyman Demirel University and continues to be published with the publisher identity of Isparta University of Applied Sciences since 2019. The Journal of the Faculty of Agriculture aims to follow the developments in science and technology related to agricultural sciences, to contribute and to strengthen the country's rapid and sustainable development endeavors. The journal is a national-international refereed-indexed journal that publishes original research in fields related to agricultural science, biology, forestry, food, genetics and environmental sciences regularly and published twice a year. Articles submitted to the journal publication are evaluated by referees, publication board and editors. Original research articles are optionally written in Turkish or English. Original research articles written in English language have priority for publication. There are no submission fees, publication fees or page charges for Journal of the Faculty of Agriculture.



ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

İMTİYAZ SAHİBİ

Prof. Dr. **Mevlüt GÜL**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına (Dekan)

BAŞ EDİTÖR

Prof. Dr. **Burhan KARA**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

YARDIMCI EDİTÖR

Arş. Gör. **Sercan ÖNDER**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

EDİTÖRLER

Prof. Dr. **Vecdi DEMİRCAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. **Metin MÜJDECİ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. **Hülya GÜL**
Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. **Şerife Evrim ARICI ŞENKAYNAĞI**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. **Muhammet TONGUÇ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. **Sevil KARAASLAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Doç. Dr. **Sabri ERBAŞ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. **Mehmet POLAT**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. **Bekir ATAR**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi **Cevdet Gökhan TÜZÜN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi **Halil İbrahim YILMAZ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

YAYIN KURULU

Prof. Dr. **Ercan CEYHAN**
Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. **Murat OLGUN**
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. **Kağan KÖKTEN**
Bingöl Üniversitesi
Prof. Dr. **Mehmet Ali SAKİN**
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. **Mevlüt AKÇURA**
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. **Yaşar KARAKURT**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. **Sedat AKTAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Prof. Dr. **Mehmet YILDIRIM**
Dicle Üniversitesi

YABANCI DİL EDİTÖRÜ

Doç. Dr. **Musa YAVUZ**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

TEKNİK EDİTÖR

Arş. Gör. **Sercan ÖNDER**
Isparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi

Arş. Gör. **Bektaş KADAKOĞLU**
Isparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi

Öğr. Gör. **Murat MUTLUCAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi

ISPARTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, JOURNAL OF THE FACULTY OF AGRICULTURE

PRIVILEGE OWNER

Prof. Dr. **Mevlüt GÜL**

On Behalf of Isparta University of Applied Sciences Faculty of Agriculture (Dean)

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. **Burhan KARA**

Isparta University of Applied Sciences

ASSOCIATE EDITORS

Res. Asst. **Sercan ÖNDER**

Isparta University of Applied Sciences

EDITORS

Prof. Dr. **Vecdi DEMİRCAN**

Isparta University of Applied Sciences

Prof. Dr. **Metin MÜJDECİ**

Isparta University of Applied Sciences

Prof. Dr. **Hülya GÜL**

Süleyman Demirel University

Prof. Dr. **Şerife Evrim ARICI ŞENKAYNAĞI**

Isparta University of Applied Sciences

Assoc. Prof. Dr. **Muhammet TONGUÇ**

Isparta University of Applied Sciences

Assoc. Prof. Dr. **Sevil KARAASLAN**

Isparta University of Applied Sciences

Assoc. Prof. Dr. **Sabri ERBAŞ**

Isparta University of Applied Sciences

Assoc. Prof. Dr. **Mehmet POLAT**

Isparta University of Applied Sciences

Assoc. Prof. Dr. **Bekir ATAR**

Isparta University of Applied Sciences

Asst. Prof. Dr. **Cevdet Gökhan TÜZÜN**

Isparta University of Applied Sciences

Asst. Prof. Dr. **Halil İbrahim YILMAZ**

Isparta University of Applied Sciences

PUBLICATION BOARD

Prof. Dr. **Ercan CEYHAN**

Selçuk University

Prof. Dr. **Murat OLGUN**

Eskisehir Osmangazi University

Prof. Dr. **Kağan KÖKTEN**

Bingol University

Prof. Dr. **Mehmet Ali SAKİN**

Tokat Gaziosmanpasa University

Prof. Dr. **Mevlüt AKÇURA**

Çanakkale Onsekiz Mart University

Prof. Dr. **Yaşar KARAKURT**

Isparta University of Applied Sciences

Prof. Dr. **Sedat AKTAN**

Isparta University of Applied Sciences

Prof. Dr. **Mehmet YILDIRIM**

Dicle University

FOREIGN LANGUAGE EDITOR

Assoc. Prof. Dr. **Musa YAVUZ**

Isparta University of Applied Sciences

TECHNICAL EDITORS

Res. Asst. **Sercan ÖNDER**

Isparta University of Applied
Sciences

Res. Asst. **Bektaş KADAKOĞLU**

Isparta University of Applied
Sciences

Lecturer **Murat MUTLUCAN**

Isparta University of Applied
Sciences

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Sayfa / Pages

Melezleme Islahı Yoluyla Elde Edilen Ümitvar Kiraz (<i>Prunus avium</i> L.) Genotiplerinin Kendine Verimlilik ve S-Allel Genlerinin Belirlenmesi	105-114
<i>Identification Self-fertility and S-Allele Genes of Promising Sweet Cherry (Prunus avium L.) Genotypes Obtained by Crossbreeding</i>	
İsmail DEMİRTAŞ, Fatma YILDIRIM	
<i>Steinernema feltiae</i> Filipjev ve <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Poinar, 1976'nın <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824) Üzerindeki Etkinliğinin Belirlenmesi	115-121
<i>Determination of the Effectiveness of Steinernema feltiae Filipjev and Heterorhabditis bacteriophora Poinar, 1976 on Leptinotarsa decemlineata (Say, 1824)</i>	
Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR, Asiye UZUN, Ozan DEMİRÖZER	
Pink Lady™ 'Rosy Glow' Elma Çeşidinde Metil Jasmonat ve Aminoetoksivinilglisin Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkileri	122-129
<i>Effects of Methyl Jasmonate and Aminoethoxyvinylglycine Applications on Fruit Quality in Apple Cultivar Pink Lady™ 'Rosy Glow'</i>	
Nur KILINÇ, Bekir ŞAN	
Alt Gruplarda Gözlem Adetleri Eşit Olan Faktöriyel Denemelerde Tip 1, Tip 2, Tip 3 Kareler Toplamı Tiplerinin Testin Gücü Bakımından Karşılaştırılması.....	130-138
<i>Type 1, Type 2, Type 3 of Sum Of Squares Types in Factorial Balanced Designs Comparison of in Terms of The Power of Test</i>	
Merve ÇAKIR, Özgür KOŞKAN	
Türkiye'de Kentsel Tarım Düzenlemelerine Yönelik Stratejiler	139-149
<i>Strategies for Urban Agriculture Regulations in Turkey</i>	
Yaşar MENTEŞ, Fürüzan ASLAN	
Şeftali Fidan Üretiminde Aşı Başarısı Bakımından Anaç Çapı ve Kalem Dinlenmesinin Etkileri: 'Artemis – Garnem' Örneği	150-153
<i>Effects of Rootstock Diameter and Scion Rest on Grafting Success in The Production of Peach Seedling: A Case Study With 'Artemis – Garnem'</i>	
Abdullah KANKAYA, Mehmet POLAT, İlknur ESKİMEZ, Kerem MERTOĞLU	
Organik Ürün Tüketiminin Mevcut Durumu ve Tüketimi Etkileyen Faktörler: Isparta İli Örneği	154-168
<i>Current Situation of Organic Product Consumption and Factors Affecting the Consumption: The Case of Isparta Province, Turkey</i>	
Barina TURAN, Vecdi DEMİRCAN	
Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Manisa Akselendi Ovası'nda Arazi Kullanım/Örtüsündeki Zamansal Değişiminin İzlenmesi.....	169-177
<i>Monitoring Temporal Changes in Land Use/ Land Cover in Manisa Akselendi Plain using Remote Sensing and Geographic Information System</i>	
Kezban ŞAHİN TAYSUN, Alaettin TAYSUN	
Burdur Ekolojik Şartlarında Farklı Azotlu Gübre Çeşit ve Dozlarının Şeker Mısırdaki (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) Koçanın Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi	178-186
<i>The Effect of Different Nitrogenous Fertilizer Types and Doses on Some Agricultural Properties of Sweet Corn (Zea mays saccharata Sturt.) In Burdur Ecological Conditions</i>	
Abdullah KOCABAŞ, İlknur AKGÜN	
Biyokömür Uygulamalarının Karadeniz Bölgesi Toprağının pH'sına ve Bazı Biyolojik Aktivite Parametrelerine Etkileri.....	187-199
<i>The Effect of Biochar Applications on The pH of The Black Sea Region Soil and The Biological Activity Parameters</i>	
Abdullah ARIN, Ali COŞKAN	
Farklı Toprak Sıcaklıklarının Tarla Kapasitesindeki Toprağın Karbondioksit (CO ₂) Üretimine Etkisi.....	200-206
<i>Effect of Different Soil Temperatures on CO₂ Formation of Soil at Field Capacity</i>	
Davut AKBOLAT, Ali COŞKAN	

Yüzey Altı Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Silajlık Mısırdaki (<i>Zea mays</i> L.) Kısıtlı Su Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri	207-213
<i>The Effects of Deficit Irrigations on Yield and Quality of Silage Corn (Zea mays L.) Irrigated with The Subsurface Drip Irrigation Method</i>	
Fatoş Güllü ÇELEBİ, Mevlüt TÜRK	
Rototiller Arka Kapak Yüksekliğinin Toprağı Sıkıştırma, Parçalama ve Karbondioksit Emisyonu Üzerine Etkisi	214-219
<i>Effect of Rotary Tiller Rear Shield Position on Soil Compaction, Soil Disturbance and Soil Carbon Dioxide Emissions</i>	
Zafer GÜNGÖR, Davut AKBOLAT	
Bingöl Koşullarında Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Genotiplerinin Adaptasyonu	220-225
<i>Adaptation of Kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Genotypes in Bingöl Conditions</i>	
Büşra ÇAĞLAYAN, Kağan KÖKTEN	
Korkuteli Soğuk Hava Depolarında Armutta <i>Penicillium expansum</i> 'a Karşı Bazı Alternatif Mücadele Yöntemlerinin Belirlenmesi	226-233
<i>Determination of Some Alternative Methods Against Penicillium expansum in Pear in Korkuteli Cold Storages</i>	
Şerife Evrim ARICI, Şahan KOÇ	
Karabuğday (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.)'in Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	234-240
<i>Determination of Some Yield and Quality Traits of Buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench.) at Different Growth Periods</i>	
Halil İbrahim POLAT, Asuman KAN	
Kahramanmaraş İlinde Yumuşak Çekirdekli Meyve Bahçelerinde Ateş Yanıklığı Hastalığı Etmeninin ve Yaygınlığının Belirlenmesi	241-248
<i>Determination of the Agent and Prevalence of Fire Burn Disease in Soft Seed Orchards in Kahramanmaraş</i>	
Uğur HARMANDA, Mustafa KÜSEK, Ceyda CEYHAN BAŞARAN	
A Preliminary Study on the Molecular Weight Profile of Soluble Protein in Niger (<i>Guizotia abyssinica</i> (L.f.) Cass).....	249-254
<i>Nijerin ((Guizotia abyssinica (L.f.) Cass)) Çözülebilir Proteininin Moleküler Ağırlık Profili Üzerine Bir Ön Çalışma</i>	
Mehmet NAZ, Seval BAHADIR KOCA, Nalan ÖZGÜR YİĞİT	
Kimyon (<i>Cuminum cyminum</i> L.) Bitkisinde Yapraktan GA ₃ ve Metil Jasmonat Uygulamalarının Meyve Verimi ve Uçucu Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri	255-262
<i>Effects of Foliar GA₃ and Methyl Jasmonate Applications on Fruit Yield and Essential Oil Quality of Cumin (Cuminum cyminum L.)</i>	
Arif ŞANLI, Tahsin KARADOĞAN, Halil ERÇABUK, Hamide DAĞLI	
Antalya Yöresi Seralarında Topraklı ve Topraksız Ortamlarda Yetiştirilen Domates Bitkisinin Mineral Beslenme Durumlarının Karşılaştırılması.....	263-271
<i>Comparison of Mineral Nutritional Status of Soil and Soilless Culture Tomato Plant Grown under Greenhouses in Antalya</i>	
Ömer ÖZOKÇU, Figen ERASLAN İNAL	
Elma Bahçelerinde Kırmızı Örümcek Savaşımında <i>Neoseiulus californicus</i> (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae)'un Farklı Salım Oranlarının Etkinliğinin Belirlenmesi	272-279
<i>Determining the Effectiveness of Different Release Rates of Neoseiulus californicus (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae) in Control of Spider Mite in Apple Orchards</i>	
Burak GÖÇER, Recep AY	
Türkiye, Bulgaristan, İran ve Hindistan Orijinli Gül Yağlarında Uçucu Yağ Bileşenlerinin Uluslararası Standartta Uygunluklarının Karşılaştırılması	280-286
<i>Comparison of Essential Oil Compounds of Turkish, Bulgarian, Iranian and Indian Rose Oils Based on International Quality Parameters</i>	
Hasan BAYDAR, Sabri ERBAŞ	

Mezleme Islahı Yoluyla Elde Edilen Ümitvar Kiraz (*Prunus avium* L.) Genotiplerinin Kendine Verimlilik ve S-Allel Genlerinin Belirlenmesi

İsmail DEMİRTAŞ¹, Fatma YILDIRIM^{*1}

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 105-114, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 105-114, 2021

Özet: Kiraz tüm dünyada sevilerek tüketilen ve üreticisine yüksek düzeyde kazanç sağlayan meyve türlerinin başında gelmektedir. Ancak eski kiraz çeşitlerinin yetiştiriciliğinde verim, kalite ve kendine uyumsuzluk gibi önemli sorunlar bulunmaktadır. Bu noktada önemli bir kiraz üreticisi ve ihracatçısı olan ülkemizin dünya piyasalarındaki rekabet gücünü koruyabilmesi ve arttırabilmesi için kendine verimli ve kaliteli yeni çeşitlerini geliştirmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü (MAREM) tarafından mezleme yolu ile kiraz çeşit ıslahı çalışmaları 2007 yılında başlatılmıştır. Bu çalışmada, MAREM’de yapılan mezlemeler (0900 Ziraat x kendine uyuşur veya uyuşmaz çeşitler) sonucunda elde edilen ümitvar 27 adet kiraz genotipinin kendine verimlilik durumları ile S-allel uyumsuzluk genlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Genotiplerin kendileme ve serbest tozlanma ile meyve tutum oranları 2015 ve 2016 yıllarında iki yıl boyunca belirlenmiştir. S-allel uyumsuzluk genlerinin belirlenmesi moleküler çalışmalar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, genotiplerin meyve tutum oranları kendileme uygulamalarında %0-%33, serbest tozlanmada ise %3-%54 arasında değişmiştir. Arazi çalışmalarında genotiplerin kendine uyuşma durumları ile ilgili fikir sağlansa da kesin sonuca ulaşamayacağı anlaşılmıştır. Moleküler çalışmalarda, PCR amplifikasyonunda elde edilen sonuçlara göre S₁, S₃, S₉ ve S₁₂ kendine uyumsuzluk allelleri ile S₄ kendine uyuşurluk allelini gösteren bantlar üretilmiştir. Genotiplerin 13’ünde kendine uyuşurluk alleli (S₄) bulunmuştur. Genotipler; S₁S₃, S₁S₄, S₁S₁₂, S₃S₄, S₃S₉, S₃S₁₂, S₄S₁₂ ve olmak üzere yedi farklı S-alleleri grubuna ayrılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Prunus avium*, ıslah, mezleme, uyumsuzluk, S-allel

Identification Self-fertility and S-Allele Genes of Promising Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Genotypes Obtained by Crossbreeding

Abstract: Cherry is one of the fruit species that are loved and consumed all over the world and provide high levels of income to its producers. However, in the cultivation of old cherry varieties, there are important problems such as yield, quality and self-incompatibility. At this point, our country, which is an important cherry producer and exporter, needs to develop its own productive and high quality new varieties in order to maintain and increase its competitive power in the world markets. In this context, sweet cherry cultivar breeding studies by hybridization were initiated by Eğirdir Fruit Research Institute (MAREM) in 2007. In this study, it was aimed to determine the self-fertility status and S-allele incompatibility genes of 27 promising sweet cherry genotypes obtained as a result of crosses (0900 Ziraat x self-compatible or incompatible varieties) performed in MAREM. Self-pollination and fruit set rates of the genotypes were determined for two years in 2015 and 2016. Identification of S-allele genes was determined by molecular studies. In the study, fruit set rates of the genotypes varied between 0%-33% in self-pollination and 3%-54% in free-pollination. Although an idea about the self-fertility status of the genotypes is provided in field studies, it has been understood that no definite conclusion can be reached. In molecular studies, bands showing S₁, S₃, S₉ and S₁₂ self-incompatibility alleles and S₄ self-compatibility allele were produced according to the results obtained in PCR amplification. The self-compatibility allele (S₄) was found in 13 of the genotypes. Genotypes are divided into seven different groups of S-alleles; namely S₁S₃, S₁S₄, S₁S₁₂, S₃S₄, S₃S₉, S₃S₁₂ and S₄S₁₂.

Keywords: *Prunus avium*, breeding, hybridization, incompatibility, S-allele

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
fatmayildirim@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 08/03/2021
Kabul (Accepted): 03/09/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.) hem meyve tür sayısının az olduğu dönemde pazara çıkması hem de lezzetli, albenisi yüksek, gösterişli renkli meyveleri ile her yaşta insanın zevkle tükettiği ve talep ettiği lüks meyveler arasında yer almaktadır. Ayrıca sahip olduğu antioksidan etkisi yüksek biyokimyasal içeriği ile insan sağlığı üzerine önemli pozitif etkiler göstermesi bakımından da dikkati çekmektedir (Nawirska-Olszanska ve ark., 2017; Wang ve ark., 2009).

Sert çekirdekli meyve türlerinden olan kiraz, dünyanın ılıman iklim kuşağında yer alan birçok bölgesinde yetiştirilmektedir. Dünyada bugün itibarıyla kiraz üretimi 68 ülkede yapılmakta ve giderek artan bir eğilim göstermektedir (FAO, 2019). Nitekim 2008 yılında 2.184.986 ton olan üretim miktarı, 2019 yılında %20'lik artışla, 2.638.179 çıkmıştır (FAO, 2019). Dünyada 2019 yılı verilerine göre en fazla miktarda kiraz üreten ülke Türkiye'dir (664.224 ton). İkinci sırada ABD (321.410 ton) gelmektedir. Özbekistan (175.861 ton), Şili (233.929 ton), İran (128.354 ton), İspanya (118.360 ton) ve İtalya (98.600 ton) diğer önemli kiraz üreticisi ülkelerdir (FAO, 2019).

Dünyada en fazla kiraz ihracatını Şili (220.196 ton) gerçekleştirmektedir. Bu ülkeyi Hong Kong (167.756 ton), ABD (81.153 ton) ve Türkiye (80.508 ton) izlemektedir. Çin (395.155 ton), Hong Kong (188.663 ton), Rusya (74.718 ton) ve Almanya (48.620 ton) ise önde gelen ithalatçı ülkelerdir (FAO, 2019). Türkiye ihraç ettiği kirazın büyük bir kısmını Almanya, Rusya, Hollanda ve Avusturya'ya gerçekleştirmektedir (Acıköse ve Gürbüz, 2018).

Türkiye'de üretim miktarı, 90'lı yıllardan itibaren sürekli artış göstermiştir. İklimsel dalgalanmalar göz ardı edildiğinde, Türkiye'de kiraz üretimi 1990'lı yıllardan beri dış ticaret talebine bağlı olarak 1990-2000 arası %60, 2000-2010 arası %81, 2010-2017 yılları arasında ise %50'lik bir artış göstermiştir. Dekara verim ise ortalama 800 kg civarındadır (TÜİK, 2019).

Elverişli iklim koşulları, kiraz üretimi konusunda Türkiye'yi diğer ülkelere göre daha avantajlı kılmakta ve kaliteli kiraz üretimine olanak sağlamaktadır. Ülkemizde, farklı ekolojik bölgeler ve kiraz çeşitlerinin olgunlaşma zamanları dikkate alındığında; ilk kiraz hasadı İzmir ve Manisa illerinde Mayıs ayında başlamakta, Konya (Hadim, Taşkent) ve Kahramanmaraş (Andırın) illerinde Temmuz ayında son bulmaktadır. Böylelikle yaklaşık 80-90 gün pazara kiraz arzı sağlanmaktadır. Bununla birlikte ülkemiz, erkenci ve geçici çeşitlerin üretimde yaygınlaştırılması ve hasat sonrası teknolojik uygulamalar ile 120 gün boyunca pazara taze kiraz sunabilecek potansiyele sahiptir. Türkiye kiraz ihracatının yaklaşık %80'inini dış pazarda "Türk kirazı" olarak tanınan '0900 Ziraat' çeşidi oluşturmaktadır. Üstün meyve kalite özellikleri bakımından iç ve dış ticarete kendine yer bulan '0900 Ziraat' çeşidinin kendine uyumsuz

oluşu ve her yıl düzenli ürün alınamaması gibi dünya piyasalarında rekabet gücünü olumsuz etkileyen istenmeyen özellikleri bulunmaktadır (Akgül vd., 2005; Demirtaş vd., 2006). Bu nedenle ülkemiz kiraz üretiminde ve ihracatında dalgalanmalar ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda verimlilikte kararlı, kendine verimli ve kaliteli meyvelere sahip kiraz çeşitlerinin ıslah edilmesi ülkemiz kiraz üretimi ve ticareti için son derece elzemdir.

Türkiye'de, 2001 yılında, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme ve mutasyon ıslah yöntemleri kullanılarak kirazda çeşit ıslahı çalışmaları başlatılmıştır. Çalışma kapsamında, '0900 Ziraat' çeşidine uygulanan mutasyon sonucunda elde edilen ümitvar iki mutant 'Burak' ve 'Aldamlı' isimleriyle 2013 yılında tescil ettirilmiştir. Bunun yanı sıra, Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü tarafından da '0900 Ziraat' çeşidinde 1999 yılında başlatılan klon seleksiyonu çalışmaları sonucunda '4218' no'lu klon 'Davraz' ismiyle 2011 yılında tescil ettirilmiştir. Yine aynı kurumda 2007 yılında melezleme ıslahı ile yeni çeşit geliştirme çalışmaları başlatılmıştır.

Meyvecilikte ıslah çalışmaları uzun yıllar gerektiren yüksek maliyetli çalışmalardır ve çeşidin başarısını pazardaki yaygınlığı belirler. Dünyadaki kirazda ıslah çalışmalarının amaçları zamana ve koşullara bağlı olarak farklılık gösterse de başarılı ıslah programlarında çeşidin ticari başarısı bakımından seleksiyon kriterleri olarak; verim, meyve iriliği, meyve kalitesi, meyve rengi, meyve eti sertliği, tat-aroma, raf ömrü, meyve çatlamasına hassasiyeti, kendine uyumsuzluk, erken veya geç olgunlaşma vb. özellikler üzerinde durulmaktadır (Quero-García ve ark., 2017; Schuster ve ark., 2014; Sansavini ve Lugli, 2005; Brown ve ark., 1996; Saunier, 1996; Bargioni, 1996).

Kirazlarda yüksek verim ve kalitenin sağlanabilmesi için iyi bir tozlanma ve ardından sağlıklı döllemenin gerçekleşmesi gerekir. Kirazlarda görülen uyumsuzluk nedeniyle bahçe tesisinde uygun bir tozlayıcıya ihtiyaç vardır. Hatta karşılıklı uyumsuzluk da görüldüğünden en az 2-3 uyumsuz tozlayıcının bahçede bulundurulması gerekmektedir. Bununla birlikte kendine uyumsuz çeşitlerde iyi bir tozlanma kombinasyonu sağlansa bile bazı yıllar polen üretiminin az olması gibi nedenlerden dolayı meyve tutumu zayıf kalabilmektedir. Bütün bunlar kiraz yetiştiricileri için ekstra iş ve masraf çıkartmaktadır. Bu nedenle son yıllarda kendine verimli kiraz çeşitlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Jayansankar ve Kappel, 2011; Tehrani ve Brown, 1992).

Kirazlarda kendine ve karşılıklı uyumsuzluğun (grup uyumsuzluğu) var olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir (Özçağır ve ark., 2003). Kirazlarda görülen gametofitik uyumsuzluk birçok alleli bulunan (multiple) tek bir gen tarafından kontrol edilmektedir (Özçağır vd., 2005; Thompson, 1996). Bu uyumsuzluğu kontrol eden genlere S-allel genler denir. Bu allel genler S₁, S₂, S₃, S₄ S_n

şeklinde temsil edilmektedir. Somatik hücreler bunlardan iki tanesini (Örn: S_1S_2) taşıırken, çiçek tozları sadece birisini (Örn: ya S_1 ya da S_2) taşır. S_1 veya S_2 genotipindeki çiçek tozları, S_1S_2 genotipindeki bitki ile karşılaştığında, çim borusu aynı allel gene sahip stil dokusu içerisinde ilerleyememekte ve dölleme olayı gerçekleşmemektedir. Aynı S-allel kombinasyonuna sahip olan çeşitler aynı grup içinde değerlendirilir ve birbirlerini dölleyemezler. Aksine, farklı S-allelere olan çeşitler uyumludur ve dolayısıyla farklı uyumsuzluk gruplarına atanırlar. Eşsiz S-alleleline sahip olan çeşitler diğer tüm çeşitlerle uyuma gösterirler. Bu çeşitlere evrensel donör denir ve grup O'da sınıflandırılırlar (Thompson, 1996; Tehrani ve Brown, 1992). Schuster (2012), 2017 yılına kadar 1203 kiraz çeşidinin uyumsuzluk gruplarının belirlendiğini, toplam 60 uyumsuzluk grubunun tespit edildiğini, bunların 25'nin S universal donör olarak tanımlandığını ve kendine verimli kiraz çeşit sayısının 72 olduğunu belirtmektedir.

Çeşitlerin kendine verimliliklerinin belirlenmesi geleneksel olarak arazi sonuçlarına dayanmaktadır. Ancak arazi sonuçları bazen fizyolojik ve çevresel etkilerden dolayı belirsizdir ve yarı uyuşur ile tam uyuşur kombinasyonlar arasında tam bir ayırım yapmayı zorlaştırır. Kendine uyumsuzluğun belirlenmesinde S-RNase enzimleri ile DNA amplifikasyonu ve tanımlanması temeline dayanan moleküler yöntemler geliştirilmiştir (Tsukamoto vd., 2008a, 2008b; Sonneveld vd., 2001, 2003, 2005; Tao vd., 1999). Moleküler teknikler çeşitlerin karşılıklı uyumsuzluk gruplarının belirlenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır (Schuster, 2017).

Bilinen kiraz çeşitlerinin büyük çoğunluğu hem kendine uyumsuzluk hem de grup uyumsuzluğu göstermektedir. Kendine verimli kiraz çeşitleri (Stella, Cristobalina, Celeste, New Star, Lapins, Starkrimson, Isabella, Sweetheart, Samba, Sonata, Sandra Rose) ise oldukça azdır. Islah çalışmalarında ümitvar görülen genotiplerin uyumsuzluk gruplarının tescil öncesi belirlenmesi çok önemlidir. Bu çalışmalar sayesinde, hem kendine verimli bireyler belirlenebilecek hem de uyumsuzluk gösterenler için uygun tozayıcı seçimi yapılabilecektir. Geliştirilen çeşit adaylarının benimsenmesinde önceden özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılacak çalışmalar, ıslah çalışmalarının süresinin kısaltılmasında ve çeşit adaylarının ticarileştirilmesinde önemli katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, 2007 yılında Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'nde başlatılan kiraz ıslah çalışmasında kontrollü melezlemelerle (0900 Ziraat x kendine uyuşur veya uyuşmaz çeşitler) elde edilen, meyve iriliği ve olgunlaşma zamanları (erkenci, geçici) bakımından ümitvar görülen 27 genotipin kendine verimlilik durumları ile S-allel uyumsuzluk genlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın bitkisel materyalini Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'nde 2007 yılında başlatılan "Yeni Kiraz Çeşitlerinin Geliştirilmesi" ıslahı programı kapsamında yapılan melezlemeler sonucunda elde edilen ve çeşitli özellikleri (erkenci-geçici, meyve kalitesi) bakımından öne çıkan 7-8 yaşındaki 27 adet genotip oluşturmuştur. Seçilen genotipler kendi kökleri üzerinde Seleksiyon I parselinde 3 x 1 m aralıklarla dikilmişlerdir. Islah programında ana ebeveyn olarak '0900 Ziraat' çeşidi ile baba ebeveyn olarak 'Stella', 'Sunburst', 'Sweetheart', 'Lapins' ve 'Early Burlat' çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada yer alan genotiplerin ebeveynlerine ait bilgiler ve genotip numaraları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Genotiplerin ebeveynleri ve numaraları

Ebeveynler	Genotip no
'0900 Ziraat' x 'Early Burlat'	249, 337, 572
'0900 Ziraat' x 'Lapins'	213,215, 227, 243, 324, 410, 414, 519, 528, 530
'0900 Ziraat' x 'Stella'	104,134, 241, 246, 531
'0900 Ziraat' x 'Sweet Heart'	219, 231, 235, 335, 336
'0900 Ziraat' x 'Sunburst'	119, 153, 229, 232

Genotiplerin kendileme ve serbest tozlanma ile meyve tutum oranları 2015 ve 2016 yıllarında belirlenmiştir. S-allel uyumsuzluk genlerinin belirlenmesi 2016 yılında yapılan laboratuvar çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir.

2.1. Arazi çalışmaları

Ağaçlarda çiçek tomurcuğu patlama aşamasında uygulama yapılacak dallar seçilmiştir. Kendileme çalışmaları için her ağaçta dört farklı yönde seçilen 4 dalda bulunan 30'ar adet çiçek, beyaz tomurcuk döneminde izolasyon amacıyla keselenmiştir. Keseme işlemi için mermerşahi parşömen kâğıdı kullanılmıştır. Tam çiçeklenme zamanında, kese içerisindeki çiçekler elle, kendi çiçek tozları ile tozlanmıştır. Bu işlem iki defa tekrar edilmiştir. Çiçeklenme sonunda keseler çıkartılmıştır. Taç yapraklar döküldükten 20 gün sonra tutan meyveler sayılmış ve meyve tutum oranları % olarak hesaplanmıştır. Serbest tozlanma oranını belirlemek için hiçbir işlem yapılmayıp, ağacın dört farklı yönünden seçilen dört dalda bulunan 30'ar adet çiçek beyaz tomurcuk aşamasında sayılıp, etiketlenmiştir. Taç yapraklar döküldükten 20 gün sonra tutan meyveler sayılmış ve meyve tutum oranları % olarak hesaplanmıştır (Ülger ve Özçağırın, 1989).

2.2. Moleküler çalışmalar

S-allel genlerin analizi için yaprak örnekleri Mayıs ayının ilk haftasında alınarak, aynı gün içinde buz kutusu bulunan saklama kaplarında Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü laboratuvarlarına götürülmüş ve DNA izolasyon aşamasına kadar -80 °C'de saklanmıştır.

2.2.1. DNA izolasyonu

DNA izolasyonu için genç yapraklar sıvı azotla ezilmiş ve her bir örneğe ait 100 mg ezilmiş örnek alınarak 2µl ependorf tüplere aktarılmıştır. Sonrasında tüplerin üzerlerine 1ml DNA ekstraksiyon solüsyonu eklenerek, tüpler sıcak su banyosunda 65°C'de 15 dakika (arada çalkalanmıştır) bekletilmiştir. 15 dakika sonunda sıcak su banyosundan alınan tüpler, oda koşullarına soğumaya bırakılmış ve sonrasında üzerlerine 0,5 ml kloroform/isoamil alkol (24:1) karışımı eklenerek 30 dakika buz üzerinde bekletilmiştir. Bekleme işlemi ardından tüpler oda sıcaklığında, 14.000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi ile tüplerde oluşan üst sıvı (süpernatant), yeni ependorf tüplere aktarılmıştır. Sonrasında tüplere 0,8 ml isopropanol eklenmiş (tüpler ters düz edilerek bu aşamada pellet- alt katı oluşumu gözlenmiştir) ve ardından örnekler, 15-20 dk buz üzerinde tutularak 14.000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında dibe çöken pelletlerin üzerinde kalan üst sıvı dökülerek uzaklaştırılmıştır. Pelletlerin temizlenmesi amacı ile üzerlerine 1 ml %70'lik etanol eklenerek, 14.000 rpm'de 2 dk santrifüj edilmiş sonrasında etanol dökülerek uzaklaştırılmıştır. Pelletler (DNA) oda koşulunda kurumaya bırakılmış ve ardından 50–100 µl steril H₂O'da çözülmüştür. Ortamdaki RNA'nın uzaklaştırma aşamasında ise her 100 µl DNA için 1 µl RNase-A eklenerek, tüpler 37°C'de 15 dk bekletilmiştir (Lefort ve ark., 1998).

DNA kalite ve miktar ölçümleri amacı ile %1'lik agaroz jel elektroforezi ve spektrofotometrik (Nanodrop; ND–1000) (260/280) ölçümler gerçekleştirilmiştir. Agaroz jel elektroforezi aşamasında, DNA'lar %1'lik agaroz jel (100ml 1XTBE ve 1 gr Agaroz) elektroforez tankına yüklenmiş (4µl DNA ile 4 µl örnek yükleme boyası) ve 100 Voltta, 1,5 saat yürütülmüştür.

2.2.2. PCR reaksiyonları

PCR reaksiyonu; 15 ng DNA, 5 pmol ileri (forward) primer, 5 pmol ters (revers) primer, 0,5 mM toplam dNTP, 0,5 ünite GoTaq DNA Polymerase (Promega) (1,5 mM MgCl₂ içermekte), 3 µl buffer (5x buffer) olmak üzere toplam 15 µl hacimde gerçekleştirilmiştir.

Her bir S-allel PCR reaksiyonunda kontaminasyon varlığının kontrolü için negatif kontrol (DNA yerine su) kullanılmıştır. Reaksiyonlar, gerekli görüldüğü durumlarda, yeterli sayıda tekrar edilmiştir.

PCR reaksiyonu için kullanılan PCR programı:

- 94°C'de 3 dk,
- 94°C'de 1 dk
- 66°C'den, 57°C'ye 1 dk 45 sn
- 72°C'de 2 dk

72°C'de 10 dk olmak üzere toplam 21 döngü olarak uygulanmıştır.

PCR sonrası kullanılan S-allel primerlerine (Tablo 2) ait PCR ürünleri %2'lik agaroz jelde (100 ml 1X TBE, 2 gr Agaroz) görüntülenerek, genotiplerde ilgili primere ait istenilen bant büyüklüklerinin (bp) olup olmadığı kontrol edilmiştir. Her bir primere ait PCR ürünleri %2'lik agaroz jelle, 100bp markır (Solis Bio Dyne-100bp DNA Marker) eşliğinde, 10 µl olarak yüklenmiş ve elektroforez işlemi, 100 Voltta, 45 dk olarak gerçekleştirilmiştir. Agaroz jel elektroforezi sonrası PCR ürünlerine ait bant büyüklükleri, UV görüntüleme sistemi (Gene Genius Imaging System) yardımı ile görüntülenmiştir.

Elde edilen veriler SAS-JUMP 13.1 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında farklılık bulunan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

3. Bulgular

Kendileme, yapılan kendileme işlemi sonucunda genotiplerin meyve tutma oranları 2015 yılında, % 0-34 arasında, 2016 yılında % 0-32 arasında değişmiştir. 2015 yılında '215', '229', '231', '232', '241', '249', '337' ve '519' no'lu genotiplerde hiçbir meyve tutumu görülmemiştir. Bu yılda en yüksek meyve tutumu '324' no'lu genotipte %34 oranında gerçekleşmiştir. Bu genotipi '531', '104', '153', '134' ve '227' no'lu genotipler sırasıyla %29, %20, %16, %15 ve %14 meyve tutum oranlarıyla takip etmiştir (Tablo

Tablo 2. S-allel lokuslarına ait kullanılan primerler ve primerlere ait bilgiler

	Primer	Primer dizi bilgisi (5'...3')	Tm (°C)	Bant büyüklüğü (bp)	Kaynak
S ₁	PaS1-İleri	GTA ATT GCA ACG GGT CAA AAT ATG AG	56	820	Sonneveld, 2001
	PaS1-Geri	ACA ACT CAG TAT TAG TTG CTG GAT CA			
S ₃	PaS3-İleri	GGG TCG CGA TTT AAG AAA GAG C	60	960	
	PaS3-Geri	AAC AAT CGT ACT TTG TGA TGA CTT CG			
S ₄	PaS4-İleri	CAC TGG GTC GCT GTT TAA CTT TAG G	60	820	
	PaS4-Geri	TTG CAT TTG ATT AAG TGA GGC TTC A			
S ₉	PaS9-İleri	TT TGT TAC GTT ATG AGC AGC AG	58	495	Sonneveld, 2003
	PaS9-Geri	ATG AAA CAA TAC ATA CCA CTT TGC TA			
S ₁₂	PaS12-İleri	ATT CTG ATG CTG GTC CTA TAG	59	562	
	PaS12-Geri	AAC TCA GGC TTA TTA GGG TG			

3). 2016 yılında ise '215', '229' ve '528' no'lu genotiplerde hiçbir meyve tutumu saptanmamıştır. Yine '231', '232', '241', '249', '335', '337' ve '572' no'lu genotiplerde %1 oranında düşük meyve tutumu belirlenmiştir. Bu yılda da en yüksek meyve tutumu '324' no'lu genotipte %32 oranında bulunmuştur. Her iki yılın ortalaması dikkate alındığında, kendileme sonucu '531' ve '324' no'lu genotipler %25 ve üzeri meyve tutumu göstererek, verimli bulunmuşlardır.

Serbest tozlanma, genotiplerin 2015 yılında serbest tozlanma ile en yüksek meyve tutum oranları sırasıyla %57 ve %50 ile '219' ve '227' no'lu genotiplerde, en düşük meyve tutumu ise sırasıyla %5, %6 ve %6 ile '119', '215' ve '249' no'lu genotiplerde saptanmıştır (Tablo 3). 2016 yılında da en yüksek meyve tutma oranı %50 ile '219' ve '241' no'lu genotiplerde saptanmıştır. Bu genotipleri sırasıyla %47 ve %41 ile '336' ve '324' no'lu genotipler izlemiştir. Serbest tozlanma ile 2016 yılında '134' ve '215' no'lu genotiplerin hiç meyve tutmadığı belirlenmiştir (Tablo 3). Yine genotipler arasında en düşük meyve tutma

oranı ise %4 ile '231' no'lu genotipte gerçekleşmiştir. Her iki yılın ortalaması dikkate alındığında, serbest tozlanma ile '104', '219', '227', '241', '324', '336', '337', '519', '530', '531', ve '572' no'lu genotipler %25 ve üzeri meyve tutumu sağlamışlardır.

S-Allel genleri, çalışmada, 27 adet genotip ile 6 adet ebeveynin S-allel uyumsuzluk gen analizlerinin sonuçları Tablo 4.'de sunulmuştur. Buna göre S₁, S₃, S₉ ve S₁₂ kendine uyumsuzluk allelleri ile S₄ kendine uyumsuzluk alelini gösteren bantlar üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre '104', '119', '134', '153', '213', '219', '235', '243', '246', '227', '324', '414' ve '531' no'lu genotipler kendine uyumsuz olarak tanımlanmıştır. Buna karşın '215', '229', '231', '232', '241', '249', '335', '336', '337', '410', '519', '528', '530' ve '572' no'lu genotipler kendine uyumsuz olarak tanımlanmıştır. Ayrıca çalışmada, S-allelleri bilinen '0900 Ziraat' (S₃S₁₂), 'Sweetheart', 'Stella' Sunburst' (S₃S₄), 'Lapins' (S₁S₄) ve 'Early Burlat' (S₃S₉) ebeveynlerinin S-allel genleri literatüre uygun olarak belirlenmiş ve doğrulanmıştır.

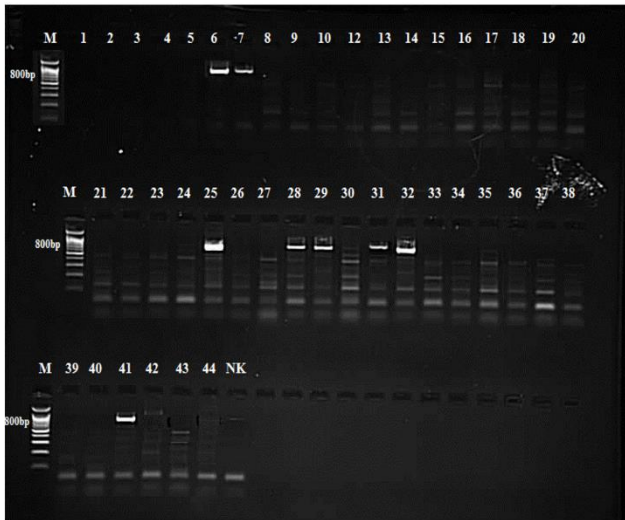
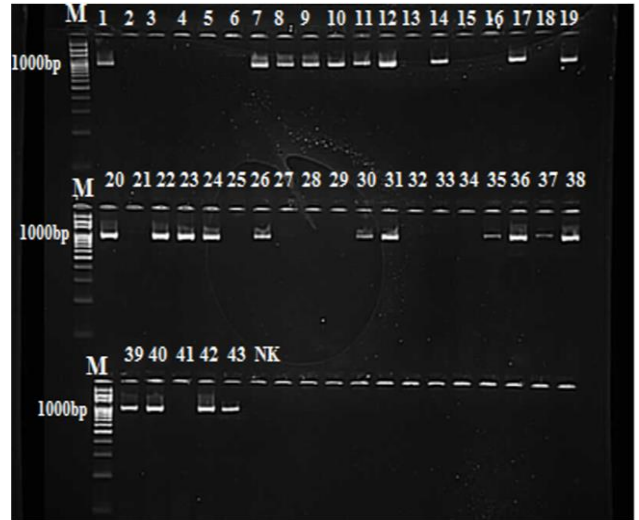
Tablo 3. Genotiplerin kendileme ve serbest tozlanma sonunda gerçekleşen meyve tutum oranları (%)

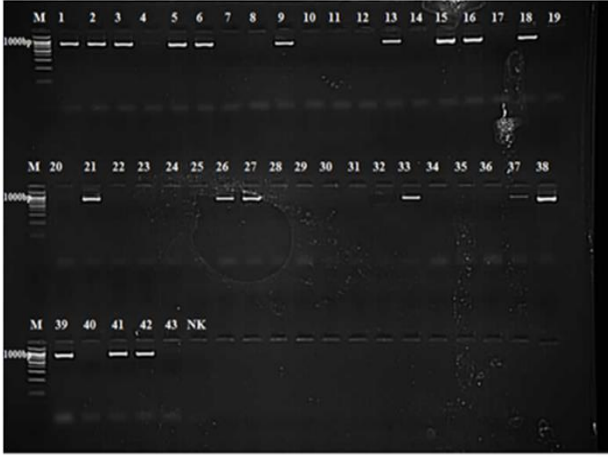
Genotip No	Kendileme Sonucu Meyve Tutma Oranı (%)			Serbest Tozlanma Sonucu Meyve Tutma Oranı (%)		
	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama
104	20 c*	19 cd	20 bc	38 d	36 ce	37 ce
119	8 gh	13 cg	11 ef	5 j	18 hk	11 im
134	15 de	4 hj	10 eg	26 e	0 n	13 hl
153	16 cd	20 bc	18 cd	13 fg	33 ce	23 fg
213	10 fg	11 dh	11 ef	10 gj	31 dg	21 fh
215	0 ı	0 j	0 ı	6 ij	0 n	3 m
219	11 eg	27 ab	19 cd	57 a	50 a	54 a
227	15 df	9 ei	12 ef	50 b	33 ce	42 bd
229	0 ı	0 j	0 ı	13 fg	11 jm	12 hl
231	0 ı	1 j	1 ı	10 gj	4 mn	7 km
232	0 ı	1 j	1 ı	28 e	11 jm	19 gı
235	7 gj	8 fj	8 fh	25 e	21 gı	23 fg
241	0 ı	1 j	1 ı	27 e	50 a	38 bd
243	7 gı	21 bc	14 ce	17 f	19 hj	18 gı
246	11 eg	16 cf	14 de	25 e	7 ln	16 gk
249	0 ı	1 j	1 ı	6 ij	6 mn	6 lm
324	34 a	32 a	33 a	46 bc	41 ac	44 bc
335	2 kl	1 j	2 ı	16 fg	17 ıl	17 gj
336	3 il	3 ij	3 hı	48 b	47 ab	48 ab
337	0 l	1 j	1 ı	38 d	30 dg	34 de
410	2 kl	4 hj	3 hı	14 fg	28 eh	21 fh
414	6 hk	16 ce	11 ef	13 gı	23 fi	18 gı
519	0 ı	4 hj	2 hı	48 b	8 kn	28 ef
528	3 jl	0 j	2 ı	8 hj	7 ln	8 jm
530	3 il	5 gj	4 gı	40 cd	32 cf	36 ce
531	29 b	21 bc	25 b	46 bc	39 bd	43 bd
572	3 il	1 j	2 hı	26 e	30 dg	28 ef

*Küçük harfler aynı sütun içerisinde genotipler arası farkı göstermektedir.

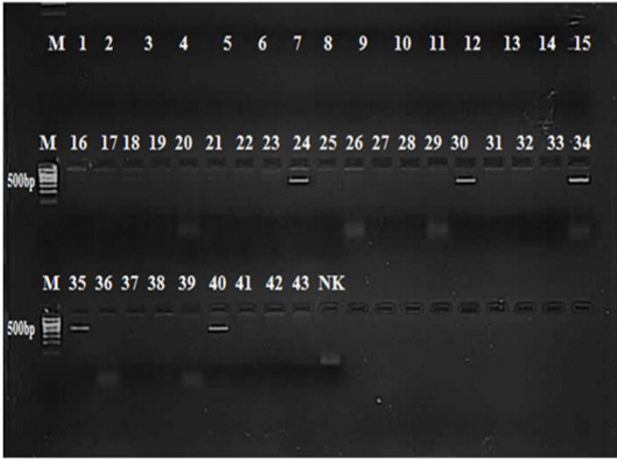
Tablo 4. Primerlerden elde edilen DNA bantlarına göre genotiplerin ve ebeveynlerin kendine uyumsuzluk durumları

Genotip No	Analiz Sıra No	S1	S3	S ₄ '	S9	S12	Tanımlanan S-Allelleri	Uyuşmazlık Durumu
104	1	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur
119	2	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
134	3	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
153	5	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
213	6	+	-	+	-	-	S ₁ S ₄ '	Kendine Uyuşur
215	7	+	+	-	-	-	S ₁ S ₃	Kendine Uyuşmaz
219	9	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur
229	10	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
231	11	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
232	12	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
235	13	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
241	14	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
243	15	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
246	16	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
249	17	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
227	18	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
324	21	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
335	22	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
336	23	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
337	24	-	+	-	+	-	S ₃ S ₉	Kendine Uyuşmaz
410	25	+	-	-	-	+	S ₁ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
414	26	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur
519	29	+	-	-	-	+	S ₁ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
528	31	+	+	-	-	-	S ₁ S ₃	Kendine Uyuşmaz
530	32	+	-	-	-	+	S ₁ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
531	33	-	-	+	-	+	S ₄ 'S ₁₂	Kendine Uyuşur
572	35	-	+	-	+	-	S ₃ S ₉	Kendine Uyuşmaz
0900 Ziraat	36	-	+	-	-	+	S ₃ S ₁₂	Kendine Uyuşmaz
Sweatheart	37	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur
Sunburnst	38	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur
Early Burlat	40	-	+	-	+	-	S ₃ S ₉	Kendine Uyuşmaz
Lapins	41	+	-	+	-	-	S ₁ S ₄ '	Kendine Uyuşur
Stella	42	-	+	+	-	-	S ₃ S ₄ '	Kendine Uyuşur

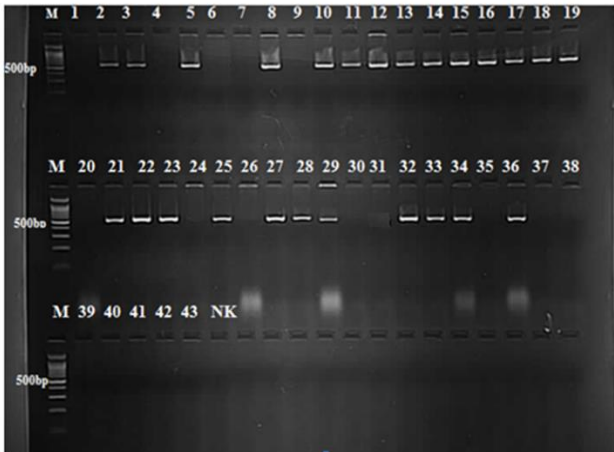
**Şekil 1.** S₃ primerine ait %2'lik agaroz jel görüntüsü (M: Markır-100bp, NK: negatif kontrol)**Şekil 2.** S₃ primerine ait %2'lik agaroz jel görüntüsü (M: Markır-100bp, NK: negatif kontrol)



Şekil 3. S₄ primerine ait %2'lik agaroz jel görüntüsü (M: Markır-100bp, NK: negatif kontrol)



Şekil 4. S₉ primerine ait %2'lik agaroz jel görüntüsü (M: Markır-100bp, NK: negatif kontrol)



Şekil 5. S₁₂ primerine ait %2'lik agaroz jel görüntüsü (M: Markır-100bp, NK: negatif kontrol)

Çalışmada kullanılan primerlerin bant üretmediği bir genotip veya ebeveyn olmamıştır. S₁, S₃, S₉ ve S₁₂ ile S₄ primerlerinin %2'lik agaroz jelde vermiş olduğu bantlar ve bant büyüklükleri (bp) sırasıyla Şekil 1, 2, 3, 4 ve 5'te gösterilmiştir. İncelenen tüm genotiplerde elde edilen bantların 500 ile 1000 bp büyüklüğünde olduğu

saptanmıştır. PCR ile çoğaltılmış DNA parçalarının büyüklüğündeki farklılıklar (500-1000 bp), kendine uyumsuzluk allellerinin tanımlanmasına izin vermiştir.

4. Tartışma

Eşeyssel uyumsuzluk verimliliği etkileyen önemli faktörlerden biridir. Rosaceae, Solanaceae ve Cruciferae gibi familyalarda yaygın bir biçimde görülür. Önemli meyve türlerinden kiraz, erik, elma, armut, badem ve fındık çeşitlerinin çoğunda uyumsuzluk bulunmaktadır (Mısırlı, 2000). En tipik örneği de kirazlarda görülmektedir. Nitekim son yıllarda geliştirilen kendine verimli kiraz çeşitleri dışındaki bütün kiraz çeşitleri kendine uyumsuzdur. Ayrıca kirazlarda grup uyumsuzluğu da yaygındır. Genetik olarak kendine uyşur kiraz çeşitleriyle bahçe tesis edildiğinde tozlayıcı çeşitlere gerek kalmamaktadır. Kendine uyşur olmayan çeşitlerle bahçe kurulurken yaklaşık %10 oranında tozlayıcı bulundurmak gerekir (Korkmaz vd., 2015; Brown vd., 1996). Dolayısıyla karlı bir kiraz yetiştiriciliği için kiraz çeşitlerinin kendine uyşur olup olmadıkları ya da hangi uyşmazlık grubunda oldukları hakkında da önceden bilgi sahibi olmak gerekir.

Çeşitlerin kendine verimliliklerinin belirlenmesi geleneksel olarak arazi sonuçlarına dayanmaktadır. Ancak arazi sonuçları bazen fizyolojik ve çevresel etkilerden dolayı belirsizdir ve kısmi uyşur ile tam uyşur kombinasyonlar arasında tam ayırım yapmayı zorlaştırır. Kendine uyşmazlığın belirlenmesinde moleküler markörler yararlı olabilmektedir. S-RNase enzimleri ile DNA amplifikasyonu ve tanımlanması temeline dayanan moleküler yöntemler geliştirilmiştir (Tsukamoto ve ark., 2008a, 2008b; Sonneveld ve ark., 2001, 2005; Tao ve ark., 1999) ve bu teknikler çeşitlerin S-allel uyşmazlık genlerinin ve karşılıklı uyşmazlık gruplarının belirlenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır (Schuster, 2017). Bu çalışmada, incelenen genotiplerin kendine uyşurluk durumları hem kendileme işlemleri ile arazide hem de uyşmazlık S-allellerinin belirlenmesi şeklinde yapılarak, çift yönlü kontrol edilmiştir.

Kirazlarda yeterli ürün elde etmek için, çiçeklerin genellikle %25-50'sinin meyveye dönüşmesi gerekir (Öz, 1978). Kendine uyşmazlık gösteren bir kiraz çeşidi kendi çiçek tozları ile tozlandığı zaman ağaçlarda %0-2 arasında meyve tutumu görülür. Nadiren %4'den fazla meyve tutumu gerçekleşebilir (Özçağırın ve ark., 2005). Bu çalışmada, iki yıl boyunca genotiplere uygulanan kendileme işlemleri sonucunda elde edilen meyve tutum oranları ortalama %0-33 arasında, serbest tozlanmada ise %6-54 arasında değişmiştir. Çalışma sonuçları önceden yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Nitekim Moghadam ve ark. (2009)'nın, İran'da yapmış oldukları bir çalışmada, 25 standart kiraz çeşidinin kendilenmesi ile hiç meyve elde edilemediğini, buna karşılık çeşitlerin serbest tozlanmalarından %8-42 arasında meyve tutumunun gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Yine Sütyemez ve Eti (1999), Pozanti'da yedi kiraz çeşidi üzerinde yürüttükleri çalışmada, kendilemede %0.88 ile %5.30; melezlemede %0.80 ile %44.83 ve serbest tozlanmada %17.62 ile %36.07 oranlarında meyve tutumu tespit etmişlerdir. Beyhan ve Karakaş (2009) da kirazlarda serbest tozlanma sonucunda meyve tutum oranlarının %27 ile %54 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bazı genotiplerde meyve tutum oranlarında yıllara göre farklılık ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın çiçek taslağı gelişiminden meyve oluşumuna kadar geçen süreçteki çevresel faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Lech ve ark., 2008; Hedhly ve ark., 2004; Guerrero-P ve ark., 1985).

Çalışmada, genotiplerin S-allel genlerinin belirlenmesi için yapılan PCR amplifikasyonu sonucu elde sonuçlara göre: '104', '119', '134', '153', '213', '219', '235', '243', '246', '227', '324', '414' ve '531' no'lu genotipler kendine uyuşur; '215', '229', '231', '232', '241', '249', '335', '336', '337', '410', '519', '528', '530' ve '572' no'lu genotipler kendine uyuşmaz olarak tanımlanmıştır. Ayrıca çalışmada, S-allelileri bilinen '0900 Ziraat' (S₃S₁₂), 'Sweetheart' (S₃S₄), 'Stella' (S₃S₄), 'Sunburst' (S₃S₄), 'Lapins' (S₁S₄) ve 'Early Burlat' (S₃S₉) ebeveynlerinin S-allel genleri literatüre uygun olarak belirlenmiş ve doğrulanmıştır (Schuster, 2012; İpek ve ark., 2011; Demirtaş ve ark., 2005; Schmidt vd., 1998).

Genotipler; S₁S₃, S₁S₄, S₁S₁₂, S₃S₄, S₃S₉, S₃S₁₂, S₄S₁₂ ve olmak üzere yedi farklı S-allelileri grubuna ayrılmıştır. S₁S₃ alleli bulunduran '215' ve '528' no'lu genotip; II. gruba, S₃S₉ alleli bulunduran '337' ve '572' no'lu genotipler, XVI. gruba ait oldukları belirlenmiştir. Kendine uyuşurluk alleleline sahip S₁S₄ bulunduran '213' no'lu genotip, S₃S₄ alleli bulunduran '104', '219' ve '414' genotipler ve S₄S₁₂ alleli bulunduran '119', '134', '153', '227', '235', '243', '246', '324' ve '531' no'lu genotiplerin SC grubuna dahil oldukları belirlenmiştir. S₃S₁₂ alleli bulunduran '229', '231', '232', '241', '249', '335' ve '336' no'lu genotipler '0900 Ziraat' in de içinde bulunduğu XXII. gruba dahil olmuşlardır. Bunun yanında daha önce uyuşmazlık grubu bulunmayan S₁S₁₂ allelleri bulunduran '410', '519' ve '530' no'lu genotipler, yeni bir grup olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde İpek ve ark. (2011), yerel kiraz çeşitlerinde S₁, S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇, S₉, S₁₀, ve S₁₂ olmak üzere 10 farklı S-allelini saptamışlardır. Araştırmacılar, bu çeşitlerden 'Bademli 0898' ve 'Tabanlı' nın S₂S₁₀, 'Kara Turani' nin S₂S₉ ve 'Acı Bursa' nın S₃S₇ allelleri bulunduklarını ve önceki uyuşmazlık gruplarına girmediğini bildirerek, bu çeşitler için üç ayrı uyuşmazlık grubu önermişlerdir.

5. Sonuç

Kendine uyuşmaz ve kendine uyuşur çeşitler arasında yapılan melezlemeler sonucunda elde edilen genotiplerde hem kendine uyuşur hem de kendine uyuşmaz tiplerin eldesi beklenen bir durumdur. Bu çalışmada, kendileme

çalışmaları sonucunda elde edilen veriler bazı genotiplerin kendine uyuşur bazılarının ise uyuşmaz olduğunu gösterebilir. Nitekim kendileme sonucunda 14 genotipte ('215', '229', '231', '232', '241', '249', '335', '336', '337', '410', '519', '528', '530' ve '572') meyve tutuma oranı %0-4 arasında gerçekleşmiştir. Aynı zamanda bu genotiplerde yapılan S-allel gen taraması sonucunda da uyuşmaz oldukları belirlenmiştir (Tablo 4). Çalışmada, kendine uyuşmaz genotiplerin serbest tozlanma sonucu meyve tutma oranları dikkate alındığında ise genelde iyi tutum sağladıkları söylenebilir (Tablo 3). Ancak '215' no'lu genotip serbest tozlanma sonucunda ortalama %3 meyve tutumu göstermiştir. Bu durum bu genotipin yeterli çiçek tozunu bulamadığını ya da başarılı bir dölleme için şartlarının oluşmadığını göstermektedir. Çalışmada, S-allel gen taraması sonucu kendine uyuşur olarak belirlenen genotiplerin kendileme işlemleri sonucunda meyve tutma oranları %8-33 arasında değişmiştir. Buna göre iki genotip ('324' ve '531' no'lu genotipler, sırasıyla %33 ve %25) dışında diğer genotiplerin meyve tutma oranları düşük kalmıştır. Bu durum kendileme sırasında dişi organın zarar görmüş olması, kendileme zamanındaki sıcaklık ve nem koşulları vb. faktörlerden kaynaklanabilir. Buna karşın kendine uyuşur genotiplerin serbest tozlanmalarında daha yüksek meyve tutma oranları (%12-54) saptanmıştır. Sonuçta, genotiplerde yapılan gerek kendileme gerekse serbest tozlanma sonucu elde edilen meyve tutma oranları dikkate alındığında, genotiplerin kendine uyuşma durumları ile ilgili fikir sağlansa da kesin sonuca ulaşılamayacağı anlaşılmıştır.

Araştırma sonucunda, S₄ uyuşurluk allelini taşıdığı belirlenen ve kendileme çalışmasında da %25'in üzerinde meyve tutumu sağlayan '324' ve '531' no'lu genotiplerin bahçede tozlayıcıya ihtiyaç duymadan yetiştiriciliği mümkün görülmektedir. Yine genotiplerin S-allel genleri belirlenerek uyuşmazlık grupları belirlenmiş ve dölleyici olma potansiyelleri ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Projeyi maddi olarak destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne ve Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'ne, Prof. Dr. Ali ERGÜL ve Canan YÜKSEL'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Acıköse A, Gürbüz İB (2018). Bursa kiraz ihracat araştırması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 5 (2): 191-202.

Bargioni G (1996). Sweet cherry scions: characteristics of the principal commercial cultivars, breeding objectives and methods, in cherries: crop physiology, production and uses. CAB International, Oxon, UK, pp: 73-112.

- Beyhan N, Karakaş B (2009). Investigation of the fertilization biology of some sweet cherry cultivars grown in the central northern anatolian region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 121: 320-326.
- Brown SK, Lezzoni AF, Fogle HW (1996). Cherries. in fruit breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits. NY. USA.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2018. Data. food and agriculture organization of the united nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Son erişim tarihi: 20.11.2018).
- Guerrero PVM, Vasilakakis MD, Lombard PB (1985). Factors controlling fruit set of Napoleon sweet cherry in Western Oregon. *Horticultural Science*, 20: 913-914.
- Hedhly A, Hormaza JI, Herrero M (2004). Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (Rosaceae). *American Journal of Botany*, 91: 558-564.
- İpek A, Gülen H, Akçay ME, İpek M, Ergin S, Eriş A (2011). Determination of self-incompatibility groups of sweet cherry genotypes from Turkey. *Genetics and Molecular Research*, 10 (1): 253-260.
- Jayansankar S, Kappel F (2011). Recent advances in cherry breeding. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 5: 63-67.
- Lech W, Małodobry M, Dziedzic E, Bieniasz M, Doniec S (2008). Biology of sweet cherry flowering. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16: 189-199.
- Lefort F, Lally M, Thompson D, Douglas GC (1998). Morphological traits and microsatellite fingerprinting of a stand of elite irish oaks. *Silvae Genetica*, 47 (5-6): 257- 262.
- Mısırlı A (2000). Bazı sert çekirdekli meyve türlerinde eşeyssel uyumsuzluk ile fenolojik madde içeriği arasındaki ilişkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (1): 161-168.
- Moghadam EG, Hosseini P, Mokhtarian A (2009). Blooming phenology and self-incompatibility of some commercial cherry (*Prunus avium* L.) cultivars in Iran. *Scientia Horticulturae*, 123 (1): 29-33.
- Nawirska-Olszan A, Kolniak-Osteka J, Oziembłowski M, Tichac A, Hyšpler R, Zadac Z, Zidovád P, Paprstein F (2017). Comparison of old cherry cultivars grown in czech republic by chemical composition and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 228, 136-142.
- Öz F (1978). Marmara bölgesinde yetiştirilen yerli kiraz çeşitlerinin döllenme biyolojileri üzerinde araştırmalar. *Bahçe*, 9 (1-3): 1-15.
- Özçağırın R, Ünal A, Özeker E, İsfendiyoğlu M (2003). İlman iklim meyve türleri. Sert çekirdekli meyve türleri Cilt I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir, Türkiye.
- Özçağırın R, Ünal A, Özeker E, İsfendiyoğlu M (2005). İlman iklim meyve türleri sert çekirdekli meyveler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir, Türkiye.
- Quero-García J, Fodor A, Reignier A, Capdeville G, Joly J, Tauzin Y, Fouilhaux L, Dirlewanger E (2014). QTL detection of important agronomic traits for sweet cherry breeding. *Acta Horticulturae*, 1020: 57-64.
- Sansavini S, Lugli S (2005). New sweet cherry cultivars developed at the university of Bologna. *Acta Horticulturae*, 667: 45-52.
- Saunier R (1996). Sweet cherry breeding at the research station in Bordeaux. *Acta Horticulturae*, 41: 35-40.
- Schuster M (2012). Incompatible (S-) genotypes of sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 148: 59-73.
- Schuster M (2017). Self-incompatibility (S) genotypes of cultivated sweet cherries – An overview. *Quedlinburg. Open Agrar – Repositorium*, 1: 1-37.
- Schuster M, Grafe C, Wolfram B, Schmidt H (2014). Cultivars resulting from cherry breeding in Germany. *Erwerbs-Obstbau*, 56 (2): 67-72.
- Sonneveld T, Robbins TP, Boskovic RK, Tobutt R (2001). Cloning of six cherry self-incompatibility alleles and development of allele-specific PCR detection. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 1046-1055.
- Sonneveld T, Tobutt KR, Robbins TP (2003). Allele-specific PCR detection of sweet cherry self-incompatibility (S) alleles S1 to S16 using consensus and allele-specific primers. *Theoretical and Applied Genetics*, 107: 1059-1070.
- Sonneveld T, Tobutt KR, Vaughan SP, Robbins TP (2005). Loss of pollen-S function in two self-compatible selections of *Prunus avium* is associated with deletion/mutation of an s haplotype-specific f-box gene. *The Plant Cell*, 17: 37-51.
- Sütyemez M, Eti S (1999). Pozantı ekolojik koşullarında yetistirilen bazı kiraz çeşitlerinin döllenme biyolojileri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 265-272.
- Tao R, Yamane H, Sugiura A, Murayama H, Sassa H, Mori H (1999). Molecular typing of S-alleles through identification, characterization and cDNA cloning for S-RNases in sweet cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124: 224-233.

- Tehrani G, Brown SK (1992). Pollen-incompatibility and self-fertility in sweet cherry. *Plant Breeding Reviews*, 9: 367–388.
- Tsukamoto T, Potter D, Tao R, Vieira CP, Vieira J, Lezzoni AF (2008b). Genetic and molecular characterization of three novel S-haplotypes in sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Journal of Experimental Botany*, 59: 3169-3185.
- Tsukamoto T, Tao R, Lezzoni AF (2008a). PCR markers for mutated S-haplotypes enable discrimination between self-incompatible and self-compatible sour cherry selections. *Molecular Breeding*, 21: 67-80.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2019. Türkiye istatistik Kurumu (TÜİK). <http://www.tuik.gov.tr/> (Son Erişim Tarihi: 15.11.2020).
- Ülger M, Özçağırın R (1989). Salihli kirazının (*Prunus avium* cv. Salihli) pomolojik özellikleri ve dölleyici tespiti üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 53-63.
- Wang C, Chen, C, Wang S (2009). Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C. *Food Chemistry*, 117: 426-431.

Steinernema feltiae Filipjev ve *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976'nın *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) Üzerindeki Etkinliğinin Belirlenmesi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 115-121, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 115-121, 2021

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR*¹, Asiye UZUN¹, Ozan DEMİRÖZER¹

Özet: Bu çalışmada ticari entomopatojen nematod türleri olan *Steinernema feltiae* Filipjev ve *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976'nın patates üretim alanlarında önemli ekonomik kayıplara neden olan *Leptinotarsa decemlineata*'nın dördüncü larva ve ergin dönemdeki bireyleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. İki entomopatojen nematodun 3 farklı dozu (100, 150, 200 milyon infektif juvenil (IJs)/ 100 L su) hazırlanmış ve denemeler laboratuvar koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir doz için her tekerrürde 5 birey olmak üzere 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Entomopatojen nematod süspansiyonları patates böceğinin her iki gelişim dönemine 1 atmosfer basınç altında 20 saniye ile püskürtülerek uygulanmıştır. Dördüncü larva döneminde her iki entomopatojen nematod türünde uygulama dozlarının kontrolden farklı ancak kendi aralarında fark olmadığı, ergin dönemde ise hem kontrol hem de uygulama dozları arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın patates böceğinin dördüncü larva dönemi üzerinde neden oldukları ölüm oranlarının sırası ile %64-82 ve %20-60 arasında olduğu bulunmuştur. Ergin bireylerde ise entomopatojen nematodlar için bu oranlar sırası ile %12-24 ve %2-10 arasında kalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, Heterorhabditidae, Patates böceği, Steinernematidae

Determination of the Effectiveness of *Steinernema feltiae* Filipjev and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 on *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)

Abstract: In this study, it was aimed to determine the effects of commercial entomopathogenic nematode species *Steinernema feltiae* Filipjev and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 on the fourth larval stage and adult stages of *Leptinotarsa decemlineata* which cause significant economic losses in potato production areas. Three different doses of two entomopathogenic nematodes (100, 150, 200 million infective juvenile (IJs) / 100 L water) were prepared and the trials were carried out in laboratory conditions according to the randomized plot design, with 10 replications, 5 individuals for each dose. Entomopathogenic nematode suspensions were applied by spraying method under 1 atmosphere pressure for 20 seconds to individuals in both growth stages. It was determined that the application doses of both entomopathogenic nematodes in the fourth larval stage were different from the control, but there was no difference between them, and there was no difference between both control and application doses in the adult period. In addition, it was found that the mortality rates caused by *S. feltiae* and *H. bacteriophora* on the fourth larval stage of the potato beetle were between 64-82% and 20-60%, respectively. In adult individuals, these rates for entomopathogenic nematodes were between 12-24% and 2-10%, respectively.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
fatmagoze@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 12/03/2021
Kabul (Accepted): 20/06/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü
Isparta, Türkiye.

Keywords: Biological control, Heterorhabditidae, Potato beetle, Steinernematidae

1. Giriş

Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), ticari patates çeşitleri üzerinde önemli verim kayıplarına neden olup, konukçusu olmadığı durumlarda yabancı Solanaceae bitkileri ile domates, biber, tütün ve patlıcanda da beslenebilmektedir (Kekillioglu ve Yılmaz, 2018; Alyokhin ve ark., 2013; Liu ve ark., 2012). Zararının ergin ve larvaları, konukçu bitkilerin yapraklarında beslenerek onları sadece gövdeden ibaret bir hale getirebilmektedir (Oerke ve ark., 1994). Patates böceği yılda 2 ile 3 döl vermekte (Berry, 1998), birinci ve ikinci döl ile mücadele edilmediğinde patates yapraklarını tamamen yok etmektedirler (Igrc-barçık ve ark., 1999). Ayrıca patates böceği patates kahverengi çürüklüğü (*Ralstonia solanacearum* (Smith)), iğ yumru viroidi (potato spindle tuber pospiviroid) ve patates halkalı çürüklüğü (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) hastalık etmenlerinin taşıyıcısı olarak bu hastalıkların yayılmasına da neden olmaktadır (Yüceer, 2011). Patates böceğinin mücadelesinde yaygın olarak kimyasal uygulamalara yer verilirken (Huseh ve Grove, 2013) kullanılan kimyasallara direnç geliştirmesinden dolayı mücadelesi gün geçtikçe zorlaşmaktadır (Whalon ve ark., 2019). Bu zararının son yıllarda yaygın olarak kullanılan neonicotinoid etken maddeli insektisitlere karşı direnç geliştirdiği de bildirilmektedir (Scot ve ark., 2021; Crossley ve ark., 2018; Mota-Sanchez ve ark., 2006). Bu nedenle insanlar için önemli besin kaynakları arasında yer alan patatesteki zararlıyı kontrol etmek için yeni, insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyen mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi hayati önem taşımaktadır (Trdan ve ark., 2009). Son yıllarda bu arayışa yönelik patates böceğinin mücadelesinde insektisitlere alternatif olarak çevre dostu mücadele yöntemlerinden biri olan entomopatojen nematodların (EPN) kullanımı konusunda birçok araştırma yürütülmüştür (Kepenekçi ve ark., 2015; Lipa ve ark., 2008; Bery ve ark., 1997). Bu alanda en çok rastlanan Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait EPN türleri, sırasıyla *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* spp. bakterileri ile simbiyotik ilişkiye sahiptir. Entomopatojen nematodların infektif juvenilleri (IJs) konukçusu olan böceğe giriş yaptıktan sonra böceğin hemolimfine bu bakterileri salmakta (Stock ve Blair, 2008; Ciche ve ark., 2006) ve bu bakteriler nematodun infektif juvenillerin böcek içerisinde gelişme ve kolonizasyonunun gerçekleştirilmesini sağlayarak böceğin hızlı bir şekilde öldürülmesinden sorumlu olmaktadır (Susurluk, 2008; Dowds ve Peters, 2002; Götz ve ark., 1981). Yürütülen bu çalışmada ise *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* türlerinin püskürtme metoduyla patates böceğinin son larva dönemi ve ergin bireylerine etkisinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada *L. decemlineata*'nın laboratuvar popülasyonlarından alınan 4. larva dönemi ve ergin bireyleri ile entomopatojen nematodlar *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* kullanılmıştır. Patates böceği ergin bireyleri, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüs alanında patates üretim alanlarından toplanmıştır. Toplanan ergin bireyler üretim kutularına alınarak bırakılan yumurtalardan elde edilen yeni 4. larva ve ergin dönemdeki bireyler bu çalışmada kullanılmıştır. Entomopatojen nematod türleri Bioglobal Firmasından temin edilmiştir.

2.2. Metot

Steinernema feltiae ve *H. bacteriophora*'nın 3 farklı dozunun (100 milyon infektif juvenil (IJs)/ 100 L su, 150 milyon IJs/100 L su (tavsiye edilen arazi dozu), 200 milyon IJs/100 L su) *L. decemlineata*'nın 4. larva dönemi ve ergin bireyleri üzerindeki ölümcül etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre her iki gelişim dönemi için her tekrerde 5 birey olmak üzere 10 tekrerli olarak kurulmuştur. Her doz için 500 ml olacak şekilde entomopatojen nematodların belirlenen farklı dozlarına ait süspansiyonları hazırlanmıştır. Her tekrerde şeffaf plastik kutulara (8x12.5x9 cm) yerleştirilen 5'er adet bireyin tamamen ıslanmasını sağlayacak şekilde 1 atm basınç altında püskürtme yöntemiyle 20 sn süre ile uygulanmıştır. Bu süre içerisinde her şeffaf plastik kutu için 0.5 ml nematod süspansiyonunun püskürtüldüğü belirlenmiştir. Kontrol olarak steril saf su kullanılmıştır. Gözlemlere uygulamadan 72 saat sonra başlanmış ve 15 güne kadar devam edilmiştir. Gözlem günlerinde ölen 4. larva dönemi ve ergin bireylerin EPN nedeniyle öldüğünü kanıtlamak için ölü bireyler White Tuzağı'na alınmış ve 15 gün sonra nematod çıkışları gözlemlenmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Bu çalışmada gözlem günlerinde elde edilen ölüm değerlerine açı transformasyonu yapılmış ve bu transforme verilere IBM SPSS® Statistics (Version 20.0, August 2011, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı yardımıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) gerçekleştirildikten sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

3.1. *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nın 4. larva dönemi üzerinde entomopatojen nematodların lethal etkileri

Araştırmada yer alan EPN'ler olan *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın farklı dozlarının *L. decemlineata*'nın 4. larva dönemine ölümcül etkisinin kontrole göre istatistiki olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Ancak, her iki EPN

Tablo 1. Entomopatojen nematod türlerinin farklı dozlarının *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nın 4. larva dönemine ait ortalama ölüm değerleri

Uygulamalar	Birey sayısı	Ortalama ölüm değerleri ± S.H.		
		Uygulama Dozları (milyon IJs/ 100 L su)		
		100	150	200
Kontrol	50	0.11 ± 0.05 b	0.11 ± 0.05 b	0.11 ± 0.05 b
<i>Steinernema feltiae</i>	50	0.87 ± 0.04 a	0.76 ± 0.06 a	0.74 ± 0.05 a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	50	0.68 ± 0.10 a	0.72 ± 0.05 a	0.59 ± 0.08 a

a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05)

Tablo 2. Entomopatojen nematod türlerinin farklı doz ve gözlem sürelerinin *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nın 4. larva dönemine ait ortalama ölüm değerleri

Uygulamalar	Gözlem Zamanları (Gün)	Ortalama ölüm değerleri ± S. H			
		Uygulama Dozları (milyon IJs/ 100 L su)			
		Kontrol	100	150	200
<i>Steinernema feltiae</i>	3	0.00 ± 0.00	0.14 ± 0.04	0.40 ± 0.07	0.09 ± 0.06
	7	0.02 ± 0.01 b	0.48 ± 0.13 a	0.35 ± 0.11 ab	0.12 ± 0.01 b
	15	0.11 ± 0.05 b	0.87 ± 0.04 a	0.76 ± 0.06 a	0.74 ± 0.05 a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	3	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	7	0.00 ± 0.00 b	0.44 ± 0.147 ab	0.56 ± 0.15 a	0.53 ± 0.14 a
	15	0.05 ± 0.06 b	0.68 ± 0.10a	0.72 ± 0.05 a	0.59 ± 0.08 a

a, b: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05)

türüne ait her bir dozda elde edilen ortalama ölüm değerlerinin farklı olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Uygulanan EPN'lerin 4. dönem larvalarda meydana getirdiği ölümler üzerinde zamanın etkisinin olup olmadığı incelenmiş ve *S. feltiae*'nin farklı doz uygulamalarında üçüncü gün yapılan gözlemler sonucunda ortalama ölü birey sayısı bakımından kontrol ve kendi aralarında anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır (P ≥ 0.05). Yedinci gün gözlemlerinde ise tavsiye alt dozundaki ortalama ölüm (0.48±0.13) kontrol ve diğer dozlara göre daha anlamlı bulunmuştur. Kontrol ve tavsiye üst dozu (200 milyon IJs/100 L su) arasında bir farklılık belirlenmez iken, arazi uygulama dozunda gerçekleşen ortalama ölümün

(0.35±0.11) kontrol ve üst dozdan farklı olduğu gözlenmiştir. Araştırmada yer alan diğer bir EPN *H. bacteriophora*'nın farklı uygulama dozlarında ise 3. günde ölüm görülmezken, 7. günde tavsiye alt dozu ve kontrol aynı grupta yer almış, arazi uygulama dozu ve üst dozunun kontrolden farklı olduğu bulunmuştur. Çalışmanın son gözlem gününde (15. gün) ise her iki entomopatojen nematod türü için uygulama dozlarının kontrolden anlamlı, ancak kendi aralarında farksız oldukları kaydedilmiştir (Tablo 2).

Patates böceğinin erginlerine, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın tavsiye edilen arazi dozu ile üst dozu uygulanmış ve yapılan istatistik analizi sonucunda 150 ve

Tablo 3. Entomopatojen nematod türlerinin farklı uygulama dozlarının *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nin ergin dönemine ait ortalama ölüm değerleri

Uygulamalar	Birey sayısı	Ortalama ölüm değerleri ± S.H.		
		Uygulama Dozları (milyon IJs/ 100 L su)		
		100	150	200
Kontrol	50	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
<i>Steinernema feltiae</i>	50	0.16 ± 0.08 ab	0.04 ± 0.04 a	0.09 ± 0.06 a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	50	0.26 ± 0.07 a	0.25 ± 0.12 a	0.21 ± 0.09 a

a, b: Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05)

Tablo 4. Entomopatojen nematod türlerinin farklı uygulama doz ve gözlem sürelerinin *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'nin ergin dönemine ait ortalama ölüm değerleri

Uygulamalar	Gözlem Zamanları (Gün)	Ortalama ölüm değerleri ± S. H			
		Uygulama Dozları (milyon IJs/ 100 L su)			
		Kontrol	100	150	200
<i>Steinernema feltiae</i>	3	0.00 ± 0.00	0.09 ± 0.09	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	7	0.00 ± 0.00	0.06 ± 0.13	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	15	0.00 ± 0.00	0.16 ± 0.08	0.04 ± 0.04	0.09 ± 0.06
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	3	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
	7	0.00 ± 0.00	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.02 ± 0.01
	15	0.00 ± 0.00	0.26 ± 0.07	0.25 ± 0.12	0.21 ± 0.09

a, b: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05)

200 milyon IJs/ 100 L su uygulama dozlarında kontrol ve EPN'ler arasında ölüm değerleri açısından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, *H. bacteriophora*'nın tavsiye alt dozunda elde edilen ölüm değerlerinin kontrol ve diğer entomopatojen tür olan *S. feltiae*'den anlamlı olduğu bulunmuştur (Tablo 3).

Patates böceğinin erginlerine iki farklı entomopatojen nematod türünün farklı dozlarının uygulandığı deneylere ait 3. ve 15. gün gözlemlerinde, *S. feltiae*'nin farklı dozları ve kontrol uygulaması arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı saptanmıştır. Gözlemlerin 7. günde ise arazi uygulama alt dozunun kontrol ve diğer uygulama dozlarından farklı olduğu ($P \leq 0.05$) ancak, diğer dozlar arasında fark olmadığı bulunmuştur. *Heterorhabditis bacteriophora*'nın her üç dozunda da 3. gözlem gününde ölüm gerçekleşmemiştir. Yapılan 7. ve 15. gün gözlemlerinde ise entomopatojen nematodun farklı dozlarında ölüm gözlenmiş ancak, dozlar ve kontrol arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. *Heterorhabditis bacteriophora* doz uygulamalarında zamanla ölü birey sayısının arttığı bulunmasına rağmen ergin döneme etkisinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

4. Tartışma

Yürütülen bu çalışmada ticari EPN preparatları *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın farklı dozları *L. decemlineata*'nın ergin ve ergin öncesi dönemine uygulanmış ve elde edilen sonuçlara göre çalışmada yer verilen entomopatojen nematodların patates böceği üzerindeki ölümcül etkisinin böceğin gelişim dönemine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. *Steinernema feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın patates böceğinin 4. larva dönemi üzerindeki ölümcül etkisinin *S. feltiae* için %64-82, *H. bacteriophora* için ise % 20-60 arasında olduğu saptanmıştır. Buna karşın söz konusu entomopatojen nematodların zararlılığının ergin bireylerine düşük etkili ve elde edilen ölüm yüzde değerlerinin 2-24 arasında olduğu belirlenmiştir. Ergin bireylerde EPN uygulamalarında doz artışına rağmen bireylerde meydana gelen ölüm doğru orantılı olarak artış göstermemiştir. Böceğin bazı vücut kısımlarının çok kalın veya yoğun olması nedeniyle 3. dönem infektif larvaların girişini engelleyebileceği ve bundan dolayı doz farklılığının ölüm üzerinde benzer sonuçlar elde edilmesine neden olabileceği düşünülmektedir. Kepenekçi ve ark. (2015) laboratuvar koşullarında *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın Türkiye izolatlarının *L. decemlineata* üzerinde etkinliğini araştırmış ve bu üç EPN arasında *S. feltiae*'nin özellikle zararlılığının 4. larva dönemine daha etkili olduğunu bildirmiştir. Adel ve Hussein (2010) *S. feltiae*'nin patates bitkisinde yapraklara sprey şeklinde uygulanmasının *L. decemlineata*'nın 3. larva ve prepupadan 1 gün önceki dönemlerinden ziyade 4. larva dönemine daha etkili olduğu ve yine *H. bacteriophora*'nın zararlı tür üzerinde çok düşük etki gösterdiğini bildirmiştir.

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* püskürtme yöntemiyle zararlıya uygulanmış ve her iki EPN'nin de patates böceğinin 4. larva döneminde daha etkili olduğu ve iki entomopatojen nematodun bu dönem üzerinde etkinlik açısından aralarında bir farkın olmadığı kaydedilmiştir. Yine bunu destekler biçimde farklı bir çalışmada *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* ve *H. megidis*'in kontrollü koşullarda patates böceğinin genç larva dönemine daha etkili olduğu, ergin döneminin EPN enfeksiyonuna karşı yüksek tolerans gösterdiği ve *S. feltiae* ve *S. carpocapsae*'nin zararlı tür üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır (Trdan ve ark., 2009). Entomopatojen nematodlar konukçularına her yaşam döneminde kolay giriş yapabildikleri için zararlıların ergin öncesi dönemlerinin kontrolünde daha fazla etkili olabildikleri bildirilmektedir (Odendaal ve ark., 2016; Ramos-Rodríguez ve ark., 2006; Lebeck ve ark., 1993). Açık alan koşullarında *S. feltiae* Slovenian (B30) ırkı ve *S. feltiae*'nin ticari bir preparatı olan Entonem'in patates böceğinin yumurta ve ergin dönemleri üzerinde etkili olamadığı, ancak yapılan uygulamanın larval dönemlere ait bireylerin sayılarını önemli ölçüde azaltabildiği bildirilmiştir (Laznik ve ark., 2010). Yürütülen araştırmalarda birbirine yakın sonuçların elde ediliyor olması, EPN türlerinin zararlılığının farklı yaşam dönemlerinde farklı etki düzeylerinde olmasını ve bunu etkileyen faktörleri merak konusu haline getirmektedir. Konukçu böcek kütikulasının fiziko-kimyasal doğasının bu noktada etkili olduğu ve entomopatojen nematod girişini engelleyebildiği bilinmektedir (Simões ve Rosa, 1996). Böceklerde segmentler arası membran, ön ve arka bağırsak kutikular zarı ve peritrofik matriks bu bölgelerden EPN girişini engelleyebilmekte ve 3. dönem infektif larvalar için çok kalın veya yoğun olabilmektedir (Özdemir ve Bayram, 2017). Ayrıca, EPN'ların 3. dönem infektif larvaları fiziksel engelleri geçtikten sonra entomopatojen nematodlar konukçu hemolimfinde enkapsülasyon gibi hücrel savunmalarla da karşılaşabilmektedir (Ebrahimi ve ark., 2011; Armer ve ark., 2004; Thurston ve ark., 1994; Dunphy ve Thurston 1990). Farklı araştırmalarda Coleoptera ve Lepidoptera türlerinde vücuda giriş yapan farklı nematodların burada öldükleri ve hücrel kapsüllemenin her iki böcek takımında da yaygın olarak meydana geldiği bilinmektedir (Ebrahimi ve ark., 2011; Armer ve ark., 2004; Steiner, 1996; Wang ve ark., 1994, 1995). Bu araştırmada yer alan iki farklı entomopatojen nematodun da özellikle ergin bireylerde çok düşük düzeyde etkili olmasının yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, uygulanan entomopatojen nematodların zararlı böcekler üzerinde ölüm etkisinin düşük olması ve bu nematod türlerinin arazi koşullarında da meydana getirebilecekleri etkilerin araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Entomopatojen nematodların özellikle yüksek konsantrasyonlarının uygun çevre koşullarında uygulandığında Chrysomelidlerin (Coleoptera)

mücadelesinde oldukça başarılı sonuçlar alınmasını sağladığı bilinmektedir (Laznik ve ark., 2010; Trdan ve ark., 2008, 2009; Journey ve Ostlie, 2000). Çevresel faktörlere olan duyarlılıkları nedeniyle entomopatojen nematodların konukçuya tüm gelişim aşamalarında giriş yapabilmesi ve konukçu içinde kalması tercih edilmektedir (Labaude ve Griffin, 2018). Bu özelliğe sahip entomopatojen nematod türlerinin yaprak uygulamalarında başarı şansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Trdan ve ark., 2009; Broadbent ve Olthof, 1995). Kuzey Amerika'da yapılan bir araştırma, *S. carpocapsae*'nin patates böceğinin vücudunda hem larva-pupa hem de pupa-ergin geçişleri boyunca devam ettiğini göstermiştir (Stewart ve ark., 1998). Entomopatojen nematodların yaprak uygulamalarında hem hayatta kalma oranları hem de infektiviteleri nematod süspansiyonlarında surfactant aktif madde ve UV koruyucular kullanılarak artırılabilir (Noosidum ve ark., 2016; Portman ve ark., 2016; Wright ve ark., 2005). Adel ve Hussein (2010), *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın yaprak uygulamasının kontrole kıyasla *L. decemlineata* üzerinde etkili olduğunu ve hasarlı yaprak sayısında önemli bir azalma ile daha düşük verim kaybı görüldüğünü bildirmektedirler.

5. Sonuç

Çalışmamızda patates böceğine uyguladığımız *S. feltiae* ve *H. bacteriophora*'nın patates böceğinin 4. larva döneminde etkili olduğu (%60-82), ancak erginlere etkisinin yeterli düzeyde olmadığı (%2-24) belirlenmiştir. Söz konusu nematodların özellikle üretim alanlarındaki başarısı asıl merak konusu olup, laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçların saha çalışmalarında da irdelenmesi önem taşımaktadır. Daha önce yürütülmüş çalışmalarda ilaçlama sonrasındaki etkinin ortaya çıkarıldığı yaprak uygulamalarına ek olarak bu çalışmada püskürtme yöntemi kullanılarak laboratuvar koşullarında elde edilen sonuçlar ile patates böceğinin son larva ve ergin dönemlerinin ilaçlama sırasında entomopatojen nematod uygulamasına maruz kalması ve bu maruziyet sonrasında zararlı böcek üzerindeki etkililiğinin belirlenmesi için bir ön çalışma niteliği taşıdığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Adel MM, Hussein HM (2010). Effectiveness of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* on the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say)(Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory and greenhouse conditions. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43 (15): 1485-1494.
- Alyokhin A, Chen YH, Udalov M, Benkovskaya G, Lindstrom L (2013). Evolutionary considerations in potato pest management, in: Giordanengo P, Vincent C, Alyokhin A, (eds.), Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management. Academic Press, Oxford, UK.
- Armer CA, Rao S, Berry RE (2004). Insect cellular and chemical limitations to pathogen development: the Colorado potato beetle, the nematode *Heterorhabditis marelatus*, and its symbiotic bacteria. Journal of Invertebrate Pathology, 87: 114-122.
- Berry RE, Liu J, Reed G (1997). Comparison of endemic and exotic entomopathogenic nematode species for control of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology, 90: 1528-1533.
- Berry RE (1998). Insects and mites of economic importance in the Northwest. 2nd ed. Corvallis (OR): Oregon State University.
- Broadbent AB, Olthof TH (1995). Foliar Application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to Control *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) Larvae in Chrysanthemums. Environmental Entomology, 24 (2): 431-435.
- Ciche TA, Darby C, Ehlers RU, Forst S, Goodrich-Blair H (2006). Dangerous liaisons: the symbiosis of entomopathogenic nematodes and bacteria. Biological Control, 38 (1): 22-46.
- Crossley MS, Rondon SI, Schoville SDA (2018). Comparison of resistance to imidacloprid in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* say) populations collected in the northwest and midwest U.S. American Journal of Potato Research, 95: 495-503.
- Dowds BC, Peters ARNE (2002). Virulence mechanisms. in: Gaugler R, (eds.), Entomopathogenic nematology, pp. 79-98.
- Dunphy GB, Thurston S (1990). Insect immunity. in: Gaugler R, Kaya HK, (eds.), Entomopathogenic Nematodes in Biological Control, CRC Press, pp. 301-323.
- Ebrahimi L, Niknam G, Dunphy GB (2011). Hemocyte responses of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, and the greater wax moth, *Galleria mellonella*, to the entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. Journal of Insect Science, 11 (1): 1-13.
- Götz P, Boman A, Boman HG (1981). Interactions between insect immunity and an insect- pathogenic nematode with symbiotic bacteria. Royal Society of London Series B, 212: 333-350.

- Huseth AS, Groves RL (2013). Effect of insecticide management history on emergence phenology and neonicotinoid resistance in *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*, 106: 2491–2505.
- Igrc-barčić J, Dobrinčić R, Maceljski M (1999). Effect of insecticides on the Colorado potato beetles resistant to OP, OC and P insecticides. *Anz Schädldk*, 72: 76–80.
- Journey AM, Ostlie KR (2000). Biological control of the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) using the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae*. *Environmental Entomology*, 29: 822–831.
- Kekillioğlu A, Yılmaz M (2018). Patates böceği [*Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin nevhahir ilinde yaşamsal etkileşim ve çeşitliliği üzerine bir ön çalışma. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28 (1): 100-107.
- Kepenekci İ, Atay T, Alkan M (2015). Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Biocontrol Science and Technology*, 26 (1): 141-144.
- Labaude S, Griffin CT (2018). Transmission success of entomopathogenic nematodes used in pest control. *Insects*, 9 (72): 1-22.
- Laznik Ž, Tóth T, Lakatos T, Vidrih M, Trdan S (2010). Control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field conditions: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steinernema feltiae* (Filipjev) and spraying with thiametoxam. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117 (3): 129-135.
- LeBeck LM, Gaugler R, Kaya HK, Hara AH, Johnson MW (1993). Host stage suitability of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 62: 58-63.
- Lipa JJ, Sosnowska D, Pruszyński S (2008). Advances in biological control of *Leptinotarsa decemlineata* in Poland. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 28: 463-469.
- Liu N, Li Y, Zhang R (2012). Invasion of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, in China: dispersal, occurrence, and economic impact. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 143 (3): 207-217.
- Mota-Sanchez D, Hollingworth RM, Grafius EJ, Moyer DD (2006). Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Pest Management Science*, 62: 30-37.
- Noosidum A, Satwong P, Chandrapatya A, Lewis E E (2016). Efficacy of *Steinernema* spp. plus anti-desiccants to control two serious foliage pests of vegetable crops, *Spodoptera litura* F. and *Plutella xylostella* L. *Biological control*, 97: 48-56.
- Odendaal D, Addison MF, Malan AP (2016) Control of diapausing codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in wooden fruit bins, using entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae). *Biocontrol Science Technology*, 26 (11): 1504–1515.
- Oerke EC, Dehne H, Schonbeck WF, Weber A (1994). Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops. Amsterdam. Netherlands.
- Özdemir E, Bayram Ş (2017). Entomopatogen nematodlar ve simbiyotik bakterileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10 (1): 6-12.
- Portman SL, Krishnankutty SM, Reddy, GV (2016). Entomopathogenic nematodes combined with adjuvants presents a new potential biological control method for managing the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* (Hymenoptera: Cephidae). *Plos one*, 11 (12): 1-16.
- Ramos-Rodríguez O, Campbell JF, Ramaswamy SB (2006). Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 42: 241-252.
- Scott IM, Hatten G, Tuncer Y, Clarke VC, Jurcic K, Yeung KKC (2021). Proteomic analyses detect higher expression of C-type lectins in imidacloprid-resistant Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Insects*, 12 (3): 1-16.
- Simões N, Rosa JS (1996). Pathogenicity and host specificity of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 403-411.
- Stewart JG, Boiteau G, Kimpinski J (1998). Management of late-season adults of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) with entomopathogenic nematodes. *The Canadian Entomologist*, 130 (4): 509-514.
- Steiner WA (1996). Melanization of *Steinernema feltiae* Filipjev and *S. kraussei* Steiner in larvae of *Otiorynchus sulcatus* (F.). *Fundamental and Applied Nematology*, 19: 67-70.

- Stock SP, Blair HG (2008). Entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts: the inside out of a mutualistic association. *Symbiosis*, 46: 65-75.
- Susurluk A (2008). Potential of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae*, *S. weiseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* for the biological control of the sugar beet weevil *Bothynoderes punctiventris* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 81 (4): 221-225.
- Thurston GS, Yule WN, Dunphy GB (1994). Explanations for the low susceptibility of *Leptinotarsa decemlineata* to *Steinernema carpocapsae*. *Biological Control*, 4: 53-58.
- Trdan S, Vidrih M, Valič N, Laznik Ž (2008). Impact of entomopathogenic nematodes on adults of *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science*, 58 (2): 169-175.
- Trdan S, Vidrih M, Andjus L, Laznik Ž (2009). Activity of four entomopathogenic nematode species against different developmental stages of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Helminthologia*, 46 (1): 14-20.
- Wang Y, Gaugler R, Cui L (1994). Variations in immune response of *Popillia japonica* and *Acheta domesticus* to *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema* species. *Journal of Nematology*, 26: 11-18.
- Wang Y, Campbell JF, Gaugler R (1995). Infection of entomopathogenic nematode *Steinernema glaseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* against *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 66: 178-184.
- Whalon ME, Mota-Sanchez D, Hollingworth RM (2019). The MSU arthropod pesticide resistance database. <http://www.pesticideresistance.org> (accessed 20 April 2020.)
- Wright DJ, Peters A, Schroer S, Fife JP (2005). Application Application Technology. Nematodes as biocontrol agents, 91.
- Yüceer SÜ (2011). Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'ne dayanıklı bitkiler elde etmek amacıyla patatesin (*Solanum tuberosum* L.) genetik transformasyonu. Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Adana, pp. 157.

Pink Lady™ 'Rosy Glow' Elma Çeşidinde Metil Jasmonat ve Aminoetoksivinilglisin Uygulamalarının Meyve Kalitesine Etkileri

Nur KILINÇ¹, Bekir ŞAN^{*1}

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 122-129, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 122-129, 2021

Özet: Bu çalışmada Pink Lady 'Rosy Glow' elma çeşidinde Metil jasmonat (MeJA) ve Aminoetoksivinilglisin (AVG) uygulamalarının meyve kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada MeJA'nın 5, 10, 15 ve 20 mM dozları tek başına ve 300ppm AVG ile birlikte ağaçlara püskürtülmüştür. MeJA uygulamaları tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce, AVG uygulaması ise tahmini hasat tarihinden 3 hafta önce yapılmıştır. Araştırma sonucunda hasat edilen meyvelerde, meyve boyutları, meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, meyve kabuk renk değerleri, suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) ve toplam fenolik madde içerikleri incelenmiştir. Ayrıca fenolik bileşenlerden kateşin, epikateşin, klorojenik asit ve sinamik asit içerikleri de belirlenmiştir. Araştırmada, uygulamaların meyve boyutları, meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, SÇKM ve TEA içerikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Uygulamaların meyve kabuk renginde L* değeri ile b* değerini de etkilemediği tespit edilmiştir. Ancak kırmızı renk oluşumunu ifade eden a* değeri incelendiğinde meyve kabuk üst rengi bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılık olmamakla birlikte, kabuk zemin rengi bakımından özellikle 10, 15 ve 20 mM MeJA uygulamalarının tek başına ve 300 ppm AVG ile birlikte kullanımının a* değerini artırdığı tespit edilmiştir. Tek başına 300 ppm AVG uygulaması kontrole göre kabuk zemin rengi a* değerini azaltmıştır. Araştırmada 10 ya da 15 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarının toplam fenolik madde içeriğini, kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Fenolik bileşenlerden kateşin, epikateşin ve klorojenik asit içeriklerinin genel olarak MeJA uygulamaları ile arttığı, sinamik asit içeriklerinin ise uygulamalardan etkilenmediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aminoetoksivinilglisin, elma, *Malus communis*, metil jasmonat, meyve kalitesi

Effects of Methyl Jasmonate and Aminoethoxyvinylglycine Applications on Fruit Quality in Apple Cultivar Pink Lady™ 'Rosy Glow'

Abstract: In this study, the effects of Methyl jasmonate (MeJA) and Aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications on fruit quality of Pink Lady "Rosy Glow" apple cultivar were investigated. In the study, 5, 10, 15 and 20 mM doses of MeJA were sprayed on trees alone and together with 300ppm AVG. MeJA applications were performed 4 weeks and AVG applications were 3 weeks before the estimated harvest date. As a result of the research, fruit sizes, fruit weight, flesh firmness, fruit skin color values, soluble solids, titratable acidity and total phenolic content of fruits were examined. Additionally, the contents of catechin, epicatechin, chlorogenic acid and cinnamic acid were determined. In the study, it was determined that the applications did not have a significant effect on fruit sizes, fruit weight, flesh firmness, soluble solids and titratable acidity. It has been determined that the applications do not affect the L* and b* colour values. However, the applications of 10, 15 and 20 mM MeJA alone and with 300 ppm AVG were increased the a* value compared to the control. Application of 300 ppm AVG alone reduced the a* value compared to the control. In the study, it was determined that 10 or 15 mM MeJA + 300ppm AVG applications significantly increased the total phenolic content compared to the control. It was determined that catechin, epicatechin and chlorogenic acid contents generally increased with MeJA applications, while cinnamic acid contents were not affected by the applications.

Keywords: Aminoethoxyvinylglycine, apple, *Malus communis*, Methyl jasmonate, fruit quality

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
bekirsan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 19/04/2021
Kabul (Accepted): 10/07/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Elma (*Malus x domestica* Borkh.), ılıman iklim meyve türleri içerisinde yer alan ülkemizde ve dünyada üretimi en çok yapılan meyve türlerinden biridir. 2019 yılı FAO verilerine göre dünyada elma üretimi 87.236.221 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye dünya elma üretiminde yaklaşık %4.15'lik paya sahiptir (Anonim, 2021a). Ülkemizde elma üretim miktarı incelendiğinde genel olarak artış olduğu gözlemlenmektedir (Anonim, 2021b; Şan ve ark., 2019). Bu artışta bodur anaç kullanımı, yeni elma çeşitlerinin tercih edilmesi ve kültürel işlemlerdeki gelişmelerin (budama, bitki besleme vb.) etkili olduğu ifade edilmiştir (Öztürk, 2012). Meyve yetiştiriciliğinde üretim miktarının artırılmasına paralel olarak meyve kalitesinin de artırılması üreticilerin en önemli amaçları arasında yer almaktadır. Elmada meyve kalitesi; polenlerin canlılık durumu, dölllenme ve çevresel faktörler (ışık, sıcaklık vb.) yanında, anaç, sulama, gübreleme, seyreltme, budama ve terbiye şekli gibi birçok kültürel uygulama tarafından da etkilenmektedir (Atasay ve ark., 2013; Westwood, 1995). Meyvelerde renklenme üzerine fizyolojik, biyokimyasal ve çevresel birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Elmaların renklenmesini etkileyen faktörler arasında; ışık, sıcaklık, gübreleme, budama, sulama, meyve seyreltmesi ve malç uygulamaları yer almaktadır (Ritenour ve Khemira, 2007). Elma yetiştiriciliğinde renklemenin teşvik edilebilmesi için ışıklanma en önemli faktörlerden birisidir. Bu bakımdan budama şekli bitkinin ışıktan optimum düzeyde faydalanabilmesi bakımından oldukça önemlidir (Shafiq ve ark., 2011; Rudell ve ark., 2005). Ayrıca gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkının fazla olması meyve renk oluşumuna etki etmektedir. Gübreleme uygulamalarında ise yüksek miktar azot uygulamaları meyve rengini olumsuz etkilemekte, potasyum gübrelemesinin ise antosiyanin birikimini ve elmaların kırmızı renklenmesini arttırdığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, fazla sulama suyunun meyve renklenmesini olumsuz etkilediği de ifade edilmiştir (Ritenour ve Khemira, 2007). Kültürel uygulamalar yeterli düzeyde uygulansa bile genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle bazen meyvelerde renklenme sorunları ile karşılaşmaktadır. Bu durumda bazı kimyasal madde uygulamaları ile de meyvelerde renk oluşumu teşvik edilebilmektedir. Bunların en başında MeJA uygulamaları gelmektedir. MeJA uygulamalarının elmalarda renklenmeyi olumlu yönde etkilediği bazı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Shafiq ve ark., 2011; Rudell ve ark., 2005; Fan ve ark., 1997). MeJA'nın meyve üzerindeki etkisi uygulama konsantrasyonu, meyve türü, çeşidi ve gelişme aşamasına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Rudell ve ark., 2005; Kondo ve ark., 2004). Bu nedenle MeJA'nın uygulama zamanı ve dozuna yönelik araştırmaların her meyve tür ve çeşidi için optimize edilmesi gerekmektedir. MeJA uygulamaları elmada olgunlaşmayı teşvik etmesi nedeniyle hasat önu meyve dökümlerini de artırmaktadır. Hasat önu meyve

dökümleri genetik, fizyolojik ve yetiştirme teknikleri ile alakalı olabileceği gibi (Ward, 2004) hasat öncesi yüksek sıcaklıklar, ağacın verim durumu, ağacın yaşı, kök budaması gibi faktörler de döküm miktarını etkilemektedir (Ward, 2004; Autio ve Greene, 1999). Ayrıca meyve dökümlerinde bitkisel hormonların da rol aldığı bilinmektedir. Etilenin, meyvede olgunlaşma ve döküm olayında önemli bir role sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Etilenin bu etkisinin ortadan kaldırılarak hasat önu meyve dökümlerinin önüne geçmek mümkün olmaktadır. Bu amaçla meyvede etilen sentezini engelleyici etkisinden dolayı AVG uygulamaları son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır (Singh ve Khan, 2010; Jobling ve ark., 2003). Meyvelerde renklenme üzerine etkili olan MeJA uygulamasının hasat önu meyve dökümünü artırması önemli bir dezavantajdır. Bu dezavantajın ortadan kaldırılması amacıyla, MeJA uygulamasının AVG uygulaması ile birlikte yapılmasının, bu sorunun çözümüne katkı sağlayabileceği bildirilmiştir (Wang ve Dilley, 2001).

Bu çalışmada, hasat öncesi MeJA ve AVG'nin ayrı ve birlikte uygulanmasının Pink Lady™ 'Rosy Glow' elma çeşidinde meyve kabuk rengi başta olmak üzere, meyve kalite özellikleri ve biyokimyasal içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu araştırma 2019 yılında Isparta ili Eğirdir ilçesinde mevcut bir üretici parselinde gerçekleştirilmiştir. M9 anaç üzerine aşılı Pink Lady™ 'Rosy Glow' elma çeşidinden oluşan bahçe, çift sıralı dikim sistemine göre sıra arası 3.5 m, çift sıra arası 1.5 m ve sıra üzeri 1 m mesafelerde 2013 yılında tesis edilmiştir. Bahçe damla sulama yöntemi ile sulanmakta olup deneme süresince gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel işlemler düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

Denemede kullanılan AVG ticari olarak Valent BioScience firması tarafından 'ReTain' ticari ismi ile pazarlanmaktadır. 'ReTain', %15 AVG içeren organik bir üründür. AVG etilen engelleyicisi olarak pazarlanmaktadır. MeJA ise Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Araştırma 3 tekerrürlü her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde toplamda 30 ağaçta yürütülmüştür. Ağaçlara farklı dozlarda MeJA (0, 5, 10, 15 ve 20 mM), AVG (300 ppm) ve bunların kombinasyonları uygulanmıştır. AVG ve MeJA'nın etkinliğinin artırılması amacıyla yayıcı yapıştırıcı olarak %0.5 oranında Tween 20 kullanılmıştır. Çalışmada, MeJA uygulamaları tahmini hasattan 4 hafta önce, AVG uygulamaları ise tahmini hasattan 3 hafta önce olacak

Tablo 1. Fenolik madde analizi için HPLC cihazında kullanılan gradient program.

Zaman (dak)	0.1	20	28	35	50	60	62	70	73	75	80	81
Çözücü A: %3 asetik asit (%)	93	72	75	70	70	67	58	50	30	20	0	93
Çözücü B: Metanol (%)	7	28	25	30	30	33	42	50	70	80	100	7

şekilde planlanmıştır. Uygulamalar saat 16.00'dan sonra rüzgârsız bir zaman diliminde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan ağaçlar homojen taç hacmine sahip olacak şekilde seçilmiş ve ağaç başına yaklaşık 1L çözelti püskürtülmüştür.

Meyveler, nişasta testi yapılarak belirlenen ticari hasat tarihinde hasat edilmiştir. Uygulamalara ait her tekerrürden tesadüf olarak 10'ar adet meyvede meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, meyve kabuk rengine ait özellikler (L^* , a^* ve b^*), meyve eti sertliği, SÇKM, meyve suyu pH'sı ve TEA ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca toplam fenolik madde içerikleri ile fenolik bileşenlerden kateşin, klorojenik asit, epikateşin ve sinamik asit miktarları belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde analizleri, Karaca (2011) tarafından tarif edilen yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 5 kat etil alkol ile seyreltilmiş olan meyve suyundan 100 µl alınarak üzerine 3000 µl saf su ilave edilmiştir. Daha sonra üzerine 200 µl FolinCiocalteu (0.2 N) reaktifi ve 100 µl %20'lik doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler karanlık ortamda 2 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Meyve sularının toplam fenolik madde içeriği standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanmış ve sonuçlar mg GAE/100 ml olarak verilmiştir.

Fenolik bileşiklerin analizlerinde Karaca (2011) tarafından tarif edilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Her uygulamaya ait meyve sularından 5 ml alındıktan sonra üzerine 10 ml %80'lik metanol ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Ardından örnekler ultrasonik banyoda 10 dakika bekletilmiş ve 4000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüjlendikten sonra üst faz alınmıştır. Daha sonra alınan üst faz 0.45 µm'lik filtreden geçirilmiş ve 20 µl'si HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Uygulamalara ait örneklerde 6 adet fenolik madde (kateşin, klorojenik asit, epikateşin, rutin, sinamik asit ve quersetin) taranmış, ancak örneklerde rutin ve quersetin tespit edilememiştir. HPLC cihazında uygulanan gradient program Tablo 1'de verilmiştir.

Araştırma, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Elde edilen veriler Minitab (MINITAB 17 inc) paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Pink lady™ 'Rosy Glow' elma çeşidinde MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve eti sertliği üzerine etkileri Tablo 2'de verilmiştir. Araştırmada meyve ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalara göre meyve ağırlığı değerleri 138.3 g ile 178.4 g arasında değişmiştir. Uygulamaların meyve eni ve meyve boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada 5, 10, 15 ve 20 mM MeJA ile 10 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarının meyve enini (sırasıyla, 71.10, 73.07, 73.86, 71.45 ve 71.11 mm) kontrol uygulamasına göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada, meyve boyu değerleri bakımından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek meyve boyu değerleri 5, 10, 15 ve 20 mM MeJA ile 10 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarından elde edilirken en düşük meyve boyu değerleri kontrol uygulamasından (54.31 mm) elde edilmiştir. MeJA ve AVG uygulamalarının meyve ağırlığı ve meyve boyutları üzerine etkilerinin çeşitlere, uygulama zamanına ve uygulama dozuna göre farklılık gösterebildiği bilinmektedir (Amarante ve ark., 2002; Fan ve ark., 1997). Bu bakımdan önceki yapılan çalışmalara göre, uygulamaların meyve boyutunu artırdığını ya da değiştirmedini ifade eden araştırmacılar vardır. Kucuker ve Ozturk (2015) tarafından yapılan araştırmada, Gisela 6 anacı üzerine aşılı 'Kuzey Wonder' kiraz çeşidinde MeJA uygulamalarının meyve ağırlığını ve geometrik ortalama meyve çapını önemli ölçüde artırdığı, AVG uygulamasının ise meyve ağırlığını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte elmada Ünsal (2017), AVG uygulamalarının, Sincan ve ark. (2020) ise MeJA ve AVG uygulamalarının meyve boyut ve ağırlığını kontrole göre arttırdığını saptamışlardır. Başka bir araştırmada AVG uygulamasının etilen biyosentezini engelleyerek olgunlaşmayı geciktirdiği ve bunun sonucu olarak meyvelerin ağaç üzerinde daha uzun süre kalarak meyve boyutlarına olumlu etki ettiği bildirilmiştir (Phan-Thien ve ark., 2004). Ayrıca 'Black splendor' ve 'Royal Rosa' erik çeşitlerinde hasat öncesi 0.5, 1.0 ve 2.0 mM MeJA uygulamalarının meyve ağırlık ve boyutlarını arttırdığı tespit edilmiştir (Martinez-Espla ve ark., 2014).

Uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada uygulamalara göre meyve eti sertliği değerleri 9.06 lb (kontrol) ile 11.52 lb (15 mM MeJA + 300 ppm AVG) arasında değişmiştir. Önceki yapılan araştırmalarda MeJA ve AVG uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine etkisinin değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir. AVG

Tablo 2. Uygulamaların meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve eti sertliği üzerine etkisi.

Uygulamalar	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve eti sertliği (lb)
Kontrol	138.30	61.23 b	54.31 b	9.06
5 mM MeJA	172.41	71.10 a	70.58 a	9.68
10 mM MeJA	167.60	73.07 a	68.07 a	11.25
15 mM MeJA	178.40	73.86 a	68.19 a	10.77
20 mM MeJA	177.00	71.45 a	68.87 a	9.12
5 mM MeJA + 300 ppm AVG	156.00	70.66 ab	65.60 ab	10.86
10 mM MeJA + 300 ppm AVG	167.80	71.11 a	67.55 a	10.16
15 mM MeJA + 300 ppm AVG	161.81	70.64 ab	65.11 ab	11.52
20 mM MeJA + 300 ppm AVG	170.71	70.81 ab	66.60 ab	10.59
300 ppm AVG	169.31	69.72 ab	66.90 ab	10.97

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

uygulamalarının olgunlaşmayı geciktirici etkisinin sonucu olarak meyve eti sertliğini artırdığı, MeJA uygulamalarının ise meyve olgunluğunu teşvik etmesi nedeniyle meyve eti sertliğini azalttığı bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Butar, 2013; Khan ve Singh, 2007). Bununla birlikte bu araştırmaların aksini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Altuntas ve ark. (2012) ve Rudell ve ark. (2005) MeJA uygulamalarının elmada meyve eti sertliğini arttırdığını bildirmişlerdir. Karaman ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada ise MeJA uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Shafiq ve ark. (2013) tarafından da MeJA uygulamalarının 'Cripps Pink' elma çeşidinde meyve eti sertliğini etkilemediği ifade edilmektedir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Önceki çalışmalar incelendiğinde MeJA ve AVG uygulamalarının meyve eti sertliğine etkisinin uygulama zamanı, uygulama dozu, meyve tür ve çeşidine bağlı olarak değişebileceği anlaşılmaktadır.

Araştırmada uygulamalara göre meyve suyu pH'sı, SÇKM ve TEA değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Meyve suyunda pH, TEA ve SÇKM değerleri incelendiğinde uygulamalara ait değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada meyve suyu pH'sı değerlerinin uygulamalara göre 3.21 (20 mM MeJA + 300 ppm AVG) ile 3.41 (kontrol) arasında değiştiği belirlenmiştir. Uygulamaların TEA değeri üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değer %1.20 ile 5 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamasında, en düşük TEA ise %0.80 ile kontrol uygulamasında belirlenmiş ve bu uygulamalar arasındaki

fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada SÇKM değerlerinin uygulamalara göre %12.43 ile %14.23 arasında değiştiği saptanmış olup, uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek SÇKM değeri %14.23 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Ancak kontrol uygulaması ile 5 mM MeJA, 10 mM MeJA, 15 mM MeJA, 5 mM MeJA + 300 ppm AVG, 10 mM MeJA + 300 ppm AVG ve 15 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarının istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Önceki araştırmalarda da, MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının SÇKM üzerine etkilerinin değişken olduğu ifade edilmektedir. Öztürk (2012) elma da, Saracoglu ve ark. (2017) ise '0900 Ziraat', 'Regina' ve 'Sweetheart' kiraz çeşitlerinde MeJA uygulamalarının SÇKM miktarını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Kucuker ve Ozturk (2014) tarafından yapılan çalışmada ise erik çeşitlerinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının SÇKM miktarını arttırdığı belirtilmektedir. Yapılan başka araştırmalarda ise erik çeşitlerinde MeJA uygulamalarının SÇKM değerine olumlu yada olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Martínez-Esplá ve ark., 2014; Karaman ve ark., 2013). Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar bizim araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Benzer sonuçlar TEA oranları bakımından da bildirilmektedir. Shafiq ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada, 'Cripps Pink' elma çeşidinde dışarıdan MeJA uygulamasının TEA oranı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını, Öztürk ve ark. (2013) ise '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde TEA değerinin MeJA uygulamaları ile kontrole göre arttığını bildirmişlerdir.

Tablo 3. Uygulamaların meyve suyu pH'sı, TEA ve SÇKM değeri üzerine etkisi.

Uygulamalar	pH	TEA (%)	SÇKM (%)
Kontrol	3.41 a	0.80 c	14.23 a
5 mM MeJA	3.38 a	0.90 bc	13.60 ab
10 mM MeJA	3.31 ab	1.04 a-c	13.10 ab
15 mM MeJA	3.30 ab	0.92 bc	13.10 ab
20 mM MeJA	3.28 ab	1.00 a-c	12.73 b
5 mM MeJA + 300 ppm AVG	3.30 ab	1.20 a	13.37 ab
10 mM MeJA + 300 ppm AVG	3.30 ab	1.07 ab	13.30 ab
15 mM MeJA + 300 ppm AVG	3.23 b	1.07 ab	12.87 ab
20 mM MeJA + 300 ppm AVG	3.21 b	0.91 a-c	12.53 b
300 ppm AVG	3.33 ab	0.84 bc	12.43 b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının meyvelerde kabuk zemin rengi üzerine etkisi Tablo 4'de verilmiştir. Renklenme ve renk farklılıklarının belirlenmesi amacı ile CIE komisyonu tarafından geliştirilmiş olan yöntemler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemde L* ışık geçirgenliği değerini (parlaklık), a* (+a,-a) kırmızılık veya yeşillik, b* ise (+b,-b) sarılık veya mavilik değerlerini göstermektedir (Ünsal, 2017). MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarında L* (zemin) değeri 52.14 ile 60.65 arasında değişmiş olup, uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırmada 10, 15 ve 20 mM MeJA uygulamalarının tek başına ve 300 ppm AVG ile birlikte uygulanmasının kontrol uygulamasına göre meyve zemin rengi a* değerini önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. En yüksek a* değerleri 10 mM MeJA ve 15 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarından (sırasıyla 14.11 ve 13.50) elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar MeJA uygulamalarının meyvelerde kırmızı renk oluşumunu nispeten artırdığını göstermektedir. MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının meyve kabuk zemin rengi b* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada meyve kabuk zemin rengi b* değerleri 18.58 (10 mM MeJA) ile 23.74 (300 ppm AVG) arasında değişmiştir. MeJA ve AVG uygulamalarının meyve rengi üzerine etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Uygulamaların meyve rengi üzerine etkisinin türlere, uygulanan doza ve uygulama zamanına göre değişiklik gösterdiği belirtilmektedir. Khan ve Singh (2007), hasat sonrası MeJA uygulamasının 'Black Amber' erik çeşidinde renklenme üzerine bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Saracoglu ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada MeJA uygulamasının kiraz çeşitlerinde renklenme üzerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmiştir. Öztürk ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada ise yine kirazda MeJA uygulamalarının renklenme üzerine bir etkisinin olmadığı, AVG uygulaması ile ise kırmızı renk oluşumunun geciktiği ifade edilmektedir. AVG uygulamalarının 'Redchief' elma çeşidinde de renklenme üzerine olumlu yada olumsuz bir etkide bulunmadığı belirtilmektedir (Silverman ve ark., 2004). Elma (Shafiq ve ark., 2013) ve eriklerde (Altuntaş ve ark., 2020) MeJA uygulamalarının L* ve b* değerleri üzerine bir etkisinin olmadığı, kırmızı renk oluşumunu ifade eden a* değerinin

ise MeJA uygulamaları ile önemli oranda arttığı belirtilmektedir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdan elde edilen meyve zemin rengi a* değerleri ile uyusmaktadır. Metil jasmonat uygulamalarının içsel etilen sentezini artırdığı, artan etilen konsantrasyonunun ise klorofilin parçalanmasında ve antosiyanin gibi diğer renk pigmentleri seviyesinin artmasında etkili olduğu bildirilmektedir (Kondo ve ark., 2001; Shafiq ve ark., 2013). Ayrıca araştırmacılar elmalarda hasat öncesi MeJA uygulamalarının kırmızı yanak oluşumunu teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Karanlık koşullarda yapılan MeJA uygulamalarının meyvelerde renk pigmentlerinin oluşumunu artırdığı, ışıklı koşullarda yapılan MeJA uygulamalarının ise renk oluşumunu çok daha fazla artırdığı bildirilmektedir (Rudell ve Mattheis, 2008). MeJA uygulamalarının meyvelerde renk oluşumu üzerine olan etkilerinin ışıklandırma ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle ağaçların optimum oranda ışıklandırmasını sağlayacak terbiye şekillerinin tercih edilmesi, MeJA uygulamalarının etkinliğinin artırılması bakımından oldukça önemlidir.

Araştırmada, meyve kabuk üst rengi ölçümleri, meyvelerin en yoğun renkli (kırmızı) kısımlarından yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucu MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının meyve kabuk üst rengi üzerine etkisi Tablo 4'de verilmiştir. Uygulamaların meyvelerde kabuk üst rengi L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisinin önemli olmadığı saptanırken, L* değerlerinin 33.02 ile 42.00, a* değerlerinin 27.80 ile 30.55, b* değerlerinin ise 10.08 ile 13.90 arasında değiştiği belirlenmiştir.

MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının meyvelerde toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi Tablo 5'de verilmiştir. Araştırmada toplam fenolik madde miktarının uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli miktarda değiştiği belirlenmiştir. En yüksek fenolik madde miktarları; 10 mM MeJA + 300 ppm AVG, 15 mM MeJA + 300 ppm AVG, 15 mM MeJA, 10 mM MeJA, 20 mM MeJA + 300 ppm AVG ve 300 ppm AVG uygulamalarından (sırasıyla; 62.61, 60.25, 58.90, 58.71, 53.82 ve 52.60 mg GAE/100 ml) elde edilmiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde MeJA uygulamalarının toplam fenolik madde

Tablo 4. Uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi

Uygulamalar	Meyve kabuk zemin rengi			Meyve kabuk üst rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol	59.85	4.31 c	21.56	42.00	28.21	13.61
5 mM MeJA	60.07	3.30 c	22.78	40.71	27.94	12.71
10 mM MeJA	52.14	14.11 a	18.58	34.30	28.40	10.50
15 mM MeJA	55.45	12.62 ab	20.79	34.00	29.81	10.97
20 mM MeJA	54.08	11.67 ab	21.07	37.53	30.55	14.69
5 mM MeJA + 300 ppm AVG	59.58	7.30 bc	21.79	39.54	29.10	12.30
10 mM MeJA + 300 ppm AVG	54.86	10.94 ab	20.05	35.84	28.17	10.75
15 mM MeJA + 300 ppm AVG	52.46	13.50 a	19.19	33.02	28.47	10.08
20 mM MeJA + 300 ppm AVG	52.46	11.14 ab	20.58	34.38	30.47	10.42
300 ppm AVG	60.65	-3.52 d	23.74	41.73	27.80	13.90

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

Tablo 5. Uygulamaların toplam fenolik madde ve fenolik bileşenler üzerine etkisi

Uygulamalar	Toplam Fenolik madde (mg/100 ml)	Kateşin (mg/kg)	Klorojenik asit (mg/kg)	Epikateşin (mg/kg)	Sinnamik asit (mg/kg)
Kontrol	48.14 cd	4.17 de	85.30 b	23.90 b-d	0.43
5 mM MeJA	42.16 d	3.17 e	60.83 c	16.00 d	0.33
10 mM MeJA	58.71 a-c	6.17 a-d	110.63 a	30.53 ab	0.37
15 mM MeJA	58.90 a-c	6.37 ab	104.20 a	27.17 a-c	0.30
20 mM MeJA	48.66 b-d	4.77 b-e	93.30 ab	27.53 a-c	0.30
5 mM MeJA + 300 ppm AVG	43.75 d	6.20 a-c	84.87 b	23.43 b-d	0.27
10 mM MeJA + 300 ppm AVG	62.61 a	7.03 a	96.10 ab	26.68 a-c	0.33
15 mM MeJA + 300 ppm AVG	60.25 ab	7.30 a	109.50 a	28.47 a-c	0.30
20 mM MeJA + 300 ppm AVG	53.82 a-d	7.50 a	108.27 a	33.57 a	0.27
300 ppm AVG	52.60 a-d	4.20 c-e	61.03 c	21.00 cd	0.30

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

miktarını artırdığı Öztürk ve ark. (2015) tarafından da bildirilmektedir. Benzer şekilde hasat öncesi MeJA uygulaması yapılmış 'Fortune' erik çeşidinin depolanması sırasında toplam fenolik madde içeriğinin tüm uygulamalarda artış gösterdiği belirlenmiştir (Karaman ve ark., 2013). Genel olarak MeJA uygulamalarının toplam fenolik madde içeriğini artırdığı başka araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Ritenour ve Khemira, 2007; Rudell ve ark., 2005; Kondo ve ark., 2001). Bu sonuçlar bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte hasat öncesi MeJA uygulamalarının meyvelerde toplam fenolik madde içeriğini azalttığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (Öztürk ve ark., 2013).

MeJA, MeJA + AVG ve AVG uygulamalarının kateşin, klorojenik asit, epikateşin ve sinnamik asit değerleri üzerine etkileri Tablo 5'de verilmiştir. Araştırmada uygulamalara göre kateşin, klorojenik asit ve epikateşin içeriklerinin istatistiksel olarak önemli oranda değiştiği tespit edilmiştir. Meyvelerin kateşin içerikleri uygulamalara göre 3.17 mg/kg (5 mM MeJA) ile 7.50 mg/kg (20 mM MeJA + 300 ppm AVG) arasında değişmiştir. Özellikle MeJA + AVG uygulamaları ile 15 mM MeJA uygulamasının kateşin içeriğini kontrole göre önemli oranda artırdığı görülmüştür. Diğer uygulamalar ile kontrol uygulaması arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırmada uygulamalara göre klorojenik asit içerikleri ise 60.83 mg/kg (5 mM MeJA) ile 110.63 mg/kg (10 mM MeJA) arasında değişmiştir. Özellikle 10 mM MeJA, 15 mM MeJA, 15 mM MeJA + 300ppm AVG ve 20 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamalarının klorojenik asit içeriğini kontrol uygulamasına göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada sadece 20 mM MeJA + 300 ppm AVG uygulamasının (33.57) epikateşin içeriğini kontrole göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar ile kontrol uygulaması meyvelerinin epikateşin içerikleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Araştırmada, uygulamaların meyvelerde sinnamik asit içeriklerine etkisi önemsiz olup, uygulamalara göre 0.27 ile 0.43 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Elmada bulunan başlıca antioksidan fenolik maddeler olarak kateşin, epikateşin,

prosiyanidin, kumarik asit, klorojenik asit, gallik asit, florodisiz, kuersetin ve türevlerini sayılabilir (Bulantekin ve Kuşçu, 2017). Hasat öncesi MeJA uygulaması yapılmış 'Fortune' erik çeşidinin depolanması sırasında kateşin, epikateşin ve klorojenik asit içeriklerinin kontrol uygulamasına göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Karaman ve ark., 2013). Bu sonuçlar bizim bulgularımız ile paralellik göstermektedir. Yine bizim sonuçlarımızı destekler şekilde başka bir çalışmada da 'Crips Pink' elma çeşidinde 10 mM/L MeJA uygulamasının klorojenik asit miktarını artırdığı ifade edilmektedir (Shafiq ve ark., 2013). Hasat öncesi MeJA uygulamalarının meyvelerde fenilalanin amonyum liyaz enzim aktivitesini artırdığı, bunun sonucu olarak da ellajik asit, klorojenik asit, mirisetin, phloridzin ve kuersetin gibi fenolik maddelerin arttığı ifade edilmektedir (Reyez-Diaz ve ark., 2016). Ayrıca MeJA uygulamaları ile bitkilerde büyüme yavaşlamakta, yapraklarda tüylülük ve külüküla kalınlığı artmaktadır (Liv ve ark., 2018). Özellikle elmalarda fenolik maddelerden phloridzinin büyüme engelleyici ifade edilmektedir (Yıldırım ve ark., 2016). MeJA uygulamalarının fenolik madde miktarını artırmamasının, büyüme engelleyici etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim birçok araştırmada stres uygulamaları sonucunda bitkilerde büyüme yavaşlamakta ya da durmaktadır. Buna paralel olarak da fenolik madde içeriğinin arttığı görülmektedir.

4. Sonuç

Sonuç olarak; yapılan MeJA uygulamaların meyve kabuk zemin rengine, toplam fenolik madde miktarına, epikateşin, kateşin ve klorojenik asit içeriğine genel olarak olumlu etki ettiği tespit edilmiştir. MeJA ve AVG'nin etkileri çeşide, uygulama dozuna ve uygulama zamanına göre farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca renklenme problemi olan elma çeşitlerinde daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi

tarafından 2019-YL1-0021 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Altuntas E, Ozturk B, Ozkan Y, Yildiz K (2012). Physico-mechanical properties and colour characteristics of apple as affected by methyl jasmonate treatments. *International Journal of Food Engineering*, 8 (1): 1-18.
- Altuntaş E, Öztürk B, Saraçoğlu O (2020). Metil jasmonat uygulamaları ve hasat dönemlerinin erik meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6 (1): 75-83.
- Amarante CVTD, Simioni A, Megguer CA, Blum LEB (2002). Effect of aminoethoxyvinilglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24 (3): 661-664.
- Anonim (2021a). FAO, Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (son erişim tarihi 01 March 2021).
- Anonim, (2021b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Son erişim tarihi 28 June 2021).
- Atasay A, Akgül H, Uçgun K, Şan B (2013). Nitrogen fertilization affected the pollen production and quality in apple cultivars "Jerseymac" and "Golden Delicious". *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 63 (5): 460-465.
- Autio WR, Greene DW (1999). Effects of growth retarding treatments on apple tree growth, fruit maturation and fruit abscission. *Journal of Horticulture Science*, 69: 653-664.
- Bulantekin Ö, Kuşçu A (2017). Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer zengin bileşenlerin insan sağlığına yararları. *Meyve Bilimi*, 1: 213-218.
- Butar S (2013). AVG (Aminoethoxyvinilglycine)'nin jersey mac elma çeşidinde hasat önü meyve dökümü, hasat zamanı ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Fan X, Mattheis JP, Fellman JK, Patterson ME (1997). Changes in jasmonic acid concentration during early development of apple fruit. *Physiologia Plantarum*, 101 (2): 328-332.
- Jobling J, Pradhan R, Morris SC, Mitchell L, Rath AC (2003). The effect of retain plant growth regulator [Aminoethoxyvinilglycine (AVG)] on the postharvest storage life of 'tegan blue' plums. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 515-518.
- Karaca E (2011). Nar suyu konsantresi üretiminde uygulanan bazı işlemlerin fenolik bileşenler üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Entisüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Karaman S, Ozturk B, Genc N, Celik SM (2013). Effect of preharvest application of methyl jasmonate on fruit quality of plum (*Prunus salicina* L. indell cv."Fortune") at harvest and during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37 (6): 1049-1059.
- Khan AS, Singh Z (2007). Methyl jasmonate promotes fruit ripening and improves fruit quality in Japanese plum. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82 (5): 695-706.
- Kondo S, Tsukada N, Niimi Y, Seto H (2001). Interactions between jasmonates and abscisic acid in apple fruit, and stimulative effect of jasmonates on anthocyanin accumulation. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 70: 546-552.
- Kondo S, Yazama F, Sungcome K, Kanlayanarat S, Seto H (2004). Changes in jasmonates of mangoes during development and storage after varying harvest times. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129: 152-157.
- Kucuker E, Ozturk B (2014). Effects of pre-harvest methyl jasmonate treatment on post-harvest fruit quality of Japanese plums. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 11 (6): 105-117.
- Kucuker E, Ozturk B (2015). The effects of aminoethoxyvinilglycine and methyl jasmonate on bioactive compounds and fruit quality of 'North Wonder' sweet cherry. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12 (2): 114-119.
- Li C, Wang P, Menzies NW, Lombi E, Kopittk PM (2018). Effects of methyl jasmonate on plant growth and leaf properties. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 181: 409-418.
- Martínez-Esplá A, Zapata PJ, Castillo S, Guillén F, Martínez-Romero D, Serrano M (2014). Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 98: 98-105.
- Ozturk B, Yildiz K, Ozkan Y (2015). Effects of pre-harvest methyl jasmonate treatments on bioactive compounds and peel color development of "Fuji" apples. *International Journal of Food Properties*, 18 (5): 954-962.

- Öztürk B (2012). Jonagold elma çeşidinde Aminoethoksivinilglisin (AVG) hasat öñü dökümüne, 'Braeburn' elma çeşidinde Metil jasmonatın (MeJA) renklenme üzerine etkileri. Gazosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Öztürk B, Küçükler E, Saraçoğlu O, Yıldız K, Özkan Y (2013). '0900 Ziraat' kiraz çeşidinin meyve kalitesi ve biyokimyasal içeriği üzerine büyümeyi düzenleyici maddelerin etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (3): 82-89.
- Phan-Thien, KY, Wargo JM, Mitchell LW, Collett MG, Rath AC (2004). Delay in ripening of 'Gala' and 'Pink Lady' apples in commercial orchards following pre-harvest applications of aminoethoxyvinylglycine. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44 (8): 807-812.
- Ritenour M, Khemira H (2007). Red color development of apple: a literature review. Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center.
- Rudell DR, Mattheis JP (2008). Synergism exists between ethylene and methyl jasmonate in artificial light-induced pigment enhancement of 'Fuji' apple fruit peel. Postharvest Biology and Technology, 47: 136-140.
- Rudell DR, Fellmann JK, Mattheis JP (2005). Preharvest application of methyl jasmonate to 'Fuji' apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting, and bitter pit incidence. HortScience, 40: 1760-1762.
- Reyes-Díaz M, Lobos T, Cardemil L, Nunes-Nesi A, Retamales J, Jaakola L, Alberdi M, Ribera-Fonseca A (2016). Methyl jasmonate: an alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. Molecules, 21 (6): 567.
- Saracoglu O, Ozturk B, Yildiz K, Kucuker E (2017). Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. Scientia Horticulturae, 226: 19-23.
- Shafiq M, Singh Z, Khan AS (2013). Time of methyl jasmonate application influences the development of 'Cripps Pink' apple fruit colour. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93: 611-618.
- Silverman FP, Petracek PD, Noll MR, Warrior P (2004). Aminoethoxyvinylglycine effects on late-season apple fruit maturation. Plant Growth Regulation, 43, 153-161.
- Sincan T, Yıldırım AN, Çelik C, Bayar B (2020). Starkrimson Delicious elma çeşidinde metil jasmonat (MeJA) ve aminoethoksivinilglisin (AVG) uygulamalarının hasat öñü dökümü ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (1): 41-55.
- Singh Z, Khan, AS (2010). Physiology of plum fruit ripening. Stewart Postharvest Review, 2: 1-10.
- Şan B, Özdamar Ünlü H, Ünlü H (2019) Evaluation of Isparta province in terms of horticulture. 2st International Conference on Food, Agriculture and Animal Sciences, 8-11 November 2019, pp. 276-283, Antalya, Turkey.
- Ünsal YE (2017). Scarlet Spur elma çeşidinde Aminoethoksivinilglisin (AVG) uygulamalarının hasat öñü dökümü ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Wang Z, Dilley DR (2001). Aminoethoxyvinylglycine, combined with ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. HortScience, 36 (2): 328-331.
- Ward DL (2004). Factors Affecting Preharvest Fruit Drop of Apple. Virginia Polytechnic Institute and State University, Doctorate Thesis.
- Westwood MN (1995). Temperate-zone pomology, physiology and culture, Third Edition. Timber Press, Portland, Oregon.
- Yıldırım F, Yıldırım AN, Şan B, Ercişli S (2016). The relationship between growth vigour of rootstock and phenolic contents in apple (*Malus × domestica*). Erwerbs-Obstbau, 58, 25-29.

Alt Gruplarda Gözlem Adetleri Eşit Olan Faktöriyel Denemelerde Tip 1, Tip 2, Tip 3 Kareler Toplamı Tiplerinin Testin Gücü Bakımından Karşılaştırılması

Merve ÇAKIR*¹, Özgür KOŞKAN¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 130-138, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 130-138, 2021

Özet: Bu çalışmada faktöriyel düzende dengeli denemelerde, farklı örnek genişlikleri, farklı dağılım, farklı varyans oranlarında ve ortalamalar arasında standart sapma cinsinden farklı genişliklerde kombinasyonlar oluşturularak, yaygın kullanılan tip 1, tip 2 ve tip 3 kareler toplamlarının kullanımı sonucu oluşacak testin gücü değerlerinin karşılaştırılması planlanmıştır. Bu çalışmasının materyalini Microsoft Developer Studio'nun IMSL kütüphanesinden faydalanarak üretilen tesadüf sayıları meydana getirmektedir. Dengeli denemelerde 3, 5, 10 ve 20 gözlem sayılı 2 faktörlü ve her bir faktörün seviye sayısının da 4 olduğu 16 alt grup kombinasyonuna göre Tip I-Tip II ve Tip III kareler toplamları kullanılarak 100 000 simülasyon 4 farklı dağılım (Z, Ki-Kare, T ve Beta) için yapılmıştır. Çalışmada dengeli denemelerde tip 3 kareler toplamı ve tip 2, tip 1 kareler toplamlarının benzer güç değerleri verdiği görülmektedir. Bu durum paket programların öncelikle tip 3 kareler toplamının kullanım nedenini de açıklamaktadır. Fakat bu çalışmada eğri dağılımlarda dengeli deneme desenlerinde tip 2 ve tip 1 kareler toplamlarının az da olsa daha yüksek güç değerleri aldıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Faktöriyel düzende varyans analizi, kareler toplamı tipleri (type1, type2 ve type3), testin gücü, dengeli ve dengesiz denemeler

Type 1, Type 2, Type 3 of Sum Of Squares Types in Factorial Balanced Designs Comparison of in Terms of The Power of Test

Abstract: In this study, in the balanced experiments in factorial order, it is planned to compare the power values of the test that will be formed as a result of the use of the sum of commonly used Type 1, type 2 and type 3 squares by creating combinations of different widths in terms of standart deviation between combinations of different sample widths, different distribution, different variance ratios and averages. The material of this thesis work consists of random numbers produced by using the IMSL library of Microsoft Developer Studio. 100 000 simulations for 4 different distributions were made (Z, Chi-Square) by using the sum of Type I-Type II and Type III squares according to 16 subgroup combinations with 2 factors with 3, 5, 10 and 20 observation numbers in balanced trials and each factor is 4 in the number of levels. (T and Beta). In the study, the sum of type 3 squares and the sum of type 2, type 1 squares give similar power values in balanced trials. This situation explains the reason for using the sum of type 3 squares in package programs. However, in this study, it was observed that the sum of type 2 and type 1 squares received slightly higher power values in balanced trial patterns in curve distributions.

Keywords: Factorial analysis of variance, squares sum types (type1, type2 and type3), power of the test, balanced and unbalanced trials

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
cakirmerve-94@windowslive.com

Alınış (Received): 07/05/2021
Kabul (Accepted): 29/09/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

İngiliz Bilim adamı R.A. Fisher tarafından 1920'lerde geliştirilen Varyans Analizi, araştırmacıların en çok kullandığı istatistik yöntemlerden biridir. Normal dağılım

gösteren bir popülasyondan tesadüfen alındığı varsayılan örneklerin yardımıyla grup ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılan en etkili yöntemlerin başında Varyans Analizi tekniği gelir. Tek bir unsurun ya da faktörün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın önem

kontrolünde kullanıldığı gibi aynı zamanda Varyans Analizi tekniği genel olarak gerekli görülen çok faktörlü denemelerin yapılması ve bu çok faktörlü denemelerin çeşitli düzenlerde geliştirilmesinde de kullanılmaktadır. Varyans analizi araştırmacılara hem zaman hem de maddi tasarruf sağlayarak, deneme hatasının daha küçük çıkmasını sağlayacak denemeler planlayarak ve bu denemeleri güvenilir şekilde yürütme imkânını sağlamaktadır. Gerek bitki gerekse hayvan ıslahında kullanılan yöntemlerin isabet ile belirlenmesi için gerekli olan parametrelerin tahmin edilmesinde de varyans analizinden yararlanılmaktadır.

Tek faktörlü bir deneme ki Tesadüf Parselleri Deneme Tertibi (TPDT) adını almaktadır (One-Way ANOVA). Bu denemenin matematik modeli;

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

y_{ij} : Üzerinde durulan karakter bakımından tespit edilen bireysel değer,

μ : Popülasyon ortalaması veya genel ortalama

α_i : Muamelenin etkisi

e_{ij} : Hata etkisi

Varyans analizi tekniği;

- Deneme materyalinin yapısına (homojenlik/heterojenlik)
- Denemedeki faktör sayısına (Tek faktörlü veya çok faktörlü)
- Denemedeki faktörlerin önem seviyelerine
- Gözlemlerin bağımsız olup olmamasına ve
- Tespit edilen özelliklerin ayrı ayrı mı (tek değişkenli) yoksa birlikte mi dikkate alınacağına, çok değişkenli olup olmayacağına göre farklılık göstermektedir. Eğer ki veriler tek faktör bakımından gruplandırılmışsa bu durumda varyans analizi; tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ya da Tesadüf Parselleri Deneme Tertibi (TPDT) adını almaktadır (Mendes, 2012). Üzerinde durulan özelliğe aynı anda birden fazla faktörün etkisinin incelendiği denemeler ise çok faktörlü denemeler olarak adlandırılmaktadır.

Faktöriyel denemelerde varyans analiz tekniğinden yararlanırken en küçük kareler yöntemi adı verilen ve varyasyon unsurlarını belirlemede kullanılan kareler toplamlarından yararlanılmaktadır. Kareler toplamlarının hesaplanmasında dört değişik yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler Tip 1, Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 kareler toplamları olarak isimlendirilmektedir. Bunlar arasında pek çok

araştırmacının ve paket programın öncelikli tercihi tip 3 kareler toplamı olmaktadır. Diğer tip kareler toplamlarının da yaygın kullanımı literatürde bildirilmektedir.

Tesadüf parselleri faktöriyel düzende bir araştırmanın matematik modeli;

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ij}$$

y_{ij} : Üzerinde durulan karakter bakımından tespit edilen bireysel değer

μ : Popülasyon ortalaması veya genel ortalama

α_i : A faktörünün etkisi

β_j : B faktörünün etkisi

$(\alpha\beta)_{ij}$: İnteraksiyon etkisi

e_{ij} : Hata etkisi

Şeklinde ifade edilmektedir.

Varyans analizinde kareler toplamı tiplerinin (Tip 1, Tip 2, Tip 3) hesaplama şekilleri farklı olduğundan, dengeli ve dengesiz veri dağılımlarında farklı sonuçlar göstermektedirler. Analiz için kullanılan paket programlarda varsayılan olarak Tip 3 atanmış durumdadır. Varyans analizinde elindeki verinin dengeli veya dengesiz dağılımını göz ardı eden araştırmacı paket programlar ile analiz yapmak istediğinde program tarafından varsayılan olarak atandığından sonucu Tip 3'e göre değerlendirip çıkarımlarını da buna göre yapacaktır. Kareler toplamı tiplerinin (Tip 1, Tip 2 ve Tip 3) dengeli ve dengesiz veri dağılımlarında verdiği sonuçlar üzerinden araştırmacının elindeki veriye göre doğru tercihi yaparak analizini yapması durumunda oluşacak testin gücünü ortaya koymak için bu çalışma yapılmak istenmektedir.

Dolayısıyla bu tez çalışmasında dengeli ve dengesiz denemelerde, farklı örnek genişlikleri, farklı dağılım, farklı varyans oranlarında ve ortalamalar arasında standart sapma cinsinden farklı genişliklerde kombinasyonlar oluşturularak en yaygın kullanılan tip 1, tip 2 ve tip 3 kareler toplamlarının kullanımı sonucu oluşacak testin gücü değerlerinin karşılaştırılması planlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu tez çalışmamızın materyalini Microsoft Developer Studio'nun IMSL kütüphanesinden faydalanarak üretilen tesadüf sayıları meydana getirmektedir. Dengeli denemelerde 3, 5, 10 ve 20 gözlem sayılı 2 faktörlü ve her

bir faktörün seviye sayısının 4 olduğu 16 alt grup kombinasyonuna göre Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 kareler toplamları kullanılarak 100 000 simülasyon 4 farklı dağılım (Z, Ki-Kare, T ve Beta) için yapılmıştır. Elde edilen güç değerleri araştırma bulguları başlığı altındaki tablolarda gösterilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kareler toplamı tipleri (Tip I, Tip II, Tip III)

Bir araştırma veya deneme sonunda elde edilen sayısal verilere kullanılacak olan istatistiki teknikler bazı faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörler verilerin elde edilmiş şekli, alınmış olduğu varsayılan popülasyonların dağılımı, örnek genişliği ve denemenin dengeli ya da dengesiz oluşudur (Koşkan, 2016).

Kayıp gözlemlerin söz konusu olduğu faktöriyel denemelerde farklı nedenlerden dolayı kayıp gözlemler söz konusu olmaktadır. Kayıp gözlem sayısı ancak kayıp gözlem adedinin çok fazla olmadığı durumlarda tahmin edilir (Mendeş, 2012).

Genel doğrusal modeller yardımı ile çözülen ANOVA modelleri ve kareler toplamlarının hesaplanmasında dört değişik yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler, 1. Tip, 2. Tip, 3. Tip ve 4. Tip kareler toplamları olarak isimlendirilmektedir. Farklı biçimlerde elde edilen kareler toplamı yöntemleri esas etki ve etkileşimlere aittir. İstatistiki verilerin dengeli dağılım gösterdiği çalışmaların varyans analizinde F değerinin hesaplanmasında bir problem görülmemektedir (Ergün ve Aktaş, 2009). Bununla beraber çeşitli nedenlerle kaybolan verilerin olduğu durumlarda problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemler hücreler içerisinde dengesizliğe yol açmaktadır. Literatürde bu şekildeki problemleri çözmek için üç çeşit yaklaşım tavsiye edilmektedir (Boyacıoğlu, 2004).

Bu yaklaşımlar aşağıdaki gibi sıralanır.

- Veri eklenerek hücrelerin dengelenmesi: Bu yaklaşım yararlı olmamakla birlikte rastgeleliğe karşıdır.
- Dengesiz denemelerdeki dengeyi sağlamak için verinin çıkarılması: Böyle bir durumda veri kaybedilerek normalde zayıf durumda olan testin gücü daha da azalacak olup aynı zamanda denemeden çıkarılacak verinin belirlenmesinde yapılmış olan çalışmalarda şimdiye kadar bir yöntem geliştirilememiştir.
- Dengesiz veri setinin yardımı ile varyans analizinin çözülmesi: Yapılan çalışmalar arasında en iyi çözüm yolunun bu yaklaşım olduğu görülüp bu yaklaşımda dengesiz veri setinin yardımıyla çözümleme yapılmıştır. Bundan dolayı çeşitli yöntemler geliştirilerek kareler

toplamlarının hesaplanması literatürde genel bir ifadeyle Tip I, Tip II, Tip III ve Tip IV ismini almaktadır (Boyacıoğlu, 2004).

“Dengesiz deneme deseni (unbalanced trial design)” olarak bilinen deneme deseni faktöriyel deneme desenlerinde her bir hücrede eşit sayıda veri olmaması ya da bazı hücrelerin boş olması durumu söz konusu olduğunda tanımlanmaktadır (Searle, 1987).

2.2.2. Tip I (ağırlıklandırılmış ortalamalar) yöntemi

Bu yöntem, kareler toplamı yönteminin hiyerarşik yer alması olarak da bilinir. Her terim yalnızca modelde kendisinden önce gelen terime göre ayarlanır. Tip I kareler toplamları aşağıdaki durumlarda yaygın olarak kullanılır:

Herhangi bir birinci dereceden interaksiyon etkisinden önce herhangi bir esas etkinin belirtildiği dengeli bir ANOVA modeli, herhangi bir ikinci dereceden interaksiyon etkisinden önce herhangi bir birinci dereceden interaksiyon etkisinin belirtildiği vb. yani herhangi bir alt merteye terimin herhangi bir üst merteye teriminden önce belirtildiği bir polinom regresyon modelidir.

Birinci belirtilen etkinin ikinci belirtilen etki içinde iç içe yerleştirildiği tamamen ikinci bir model, ikinci belirtilen etki üçüncü içinde iç içe geçer, vb. (Bu iç içe yerleştirme biçimi yalnızca sözdizimi kullanılarak belirtilebilir). Her bir ana etki ya da etkileşimin sırası ile modele alındığı bir yöntem olan birinci tip yöntem ile elde edilmiş etki ya da etkileşimlerin kareler toplamı, ardışık kareler toplamı olarak da bilinmektedir. Bu yöntem modelde dengeli ANOVA düzenlerinde kullanılmalıdır (Ergün ve Aktaş, 2009).

Literatürde, iki yönlü varyans analizinin çözümlenmesinde faktörler modele sıralı bir şekilde Tip I kareler toplamları (Type I SS) yöntemi olarak bilinen bu yöntem ile alınmakta ve buna bağlı olarak kareler toplamları hesaplanmaktadır. Tip I kareler toplamları yöntemi ile ilgili bu sebepten dolayı en geniş tanımlardan biri de “Sıralı (Sequential)” kareler toplamları yöntemidir.

Kareler toplamları Tip I yöntemi ile bulunurken, hesaplamaya ilk katılacak faktör önem kazanır ve diğer hesaplanacak faktör kareler toplamları bu öneme göre hesaplanmaktadır. Her bir faktörün etkisi öncelik sırasına göre düzeltilmektedir. Bu yöntem literatürde fazla bir uygulama alanı bulan ve önerilen bir yöntem değildir. Çünkü Tip I yönteminde ağırlıklandırılmış marjinal ortalamaları hücrelerdeki gözlem sayısına bağlıdır. Yine de bu yöntem, dengeli durumun mümkün olmadığı durumlarda faktör etkilerine yönelik bazı bilgiler vermektedir. Tip I yöntemi literatürde farklı şekillerde tanımlanmıştır.

Tip I kareler toplamları yönteminde her bir hücre ortalaması o hücredeki örnek sayısına göre ağırlıklandırılmış olup bu yöntemde göre faktör ve kareler toplamlarının hesaplanmasında;

Eğer modele ilk olarak A faktörü alınmışsa, faktör ve etkileşim kareler toplamları aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$KT_A = KT(A)$$

$$KT_B = KT(B \setminus A)$$

$$KT_{AXB} = KT(AXB \setminus A, B)$$

A faktörüne ait kareler toplamı düzeltilmeden, etkileşim (AXB) kareler toplamı A ve B faktörüne göre, B faktörüne ait kareler toplamı A faktörüne göre düzeltilerek hesaplanmaktadır (Boyacıoğlu, 2004)

Eğer modelde ilk olarak B faktörü alınmışsa etkileşim ve faktör etkileşim karelerin toplamı aşağıdaki gibi belirtilmektedir.

$$KT_A = KT(A)$$

$$KT_B = KT(B \setminus A)$$

$$KT_{AXB} = KT(AXB \setminus A, B)$$

B faktörüne ait kareler toplamı düzeltilmeden, A faktörüne ait kareler toplamı B faktörüne göre, etkileşim (AXB) kareler toplamı A ve B faktörüne göre düzeltilerek hesaplanır (Boyacıoğlu, 2004).

2.2.3. Tip II (Sabit Katsayılar) yöntemi

Bu yöntem, modeldeki diğer tüm "uygun" etkiler için ayarlanan bir etkinin karelerinin toplamını hesaplar. Uygun bir etki, incelenmekte olan etkiyi içermeyen tüm etkilere karşılık gelen etkidir. Tip II kareler toplamı yöntemi yaygın olarak aşağıdaki durumlarda kullanılır:

Dengeli bir ANOVA modeli olduğunda, Sadece ana faktör etkileri olan herhangi bir modelde, herhangi bir regresyon modelinde ve tamamen iç içe bir model olduğu durumlarda kullanılır.

Bu yöntem ilk olarak literatürde "Yates's method of fitting constants" ve "Type II SS" yöntemi olarak adlandırılarak Yates (1934) tarafından belirtilmiştir (Boyacıoğlu, 2004). Ana etki ve etkileşimlerin modele girme önceliği, farklı bir söyleyişle değişkenlerin modele girme sırasından etkilenmeyen bu yöntemde kısmi ardışık kareler toplamı veya diğer bir ifade ile sabit katsayılar yöntemi de denir (Ergün ve Aktaş, 2009).

Her bir faktördeki etki düzeyi (etkileşim terimi dışında) bu yöntemde diğer faktöre göre hesaplanması için düzeltilmektedir (Yates, 1934; Langsrud, 2003). Tip II yönteminin varyans analizinin çözümlenmesinde en iyi sonucu vermesi için deneme deseninde etkileşimin önemli olmaması ve bu deneme deseninde boş hücrenin var olması gerekmektedir (Boyacıoğlu, 2004).

Araştırmacılar "Deneysel Araştırmalar için Geleneksel Varyans Analizi Yapısına Uyan En İyi Yöntem" olarak Tip II yöntemini (sabit katsayılar yöntemi) tanımlamışlardır. Literatürdeki Tip II yöntemi için farklı tanımlamalar yapılmıştır.

Faktör ve etkileşim kareler toplamları A ve B olarak tanımlanmış iki faktörlü dengelenmemiş bir deneme deseninde aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$KT_A = KT(A)$$

$$KT_B = KT(B \setminus A)$$

$$KT_{AXB} = KT(AXB \setminus A, B)$$

Etkileşim (AXB) kareler toplamları A ve B faktörüne göre, A faktörüne ait kareler toplamları B faktörüne göre, B faktörüne ait kareler toplamları A faktörüne göre düzeltilip hesaplanmalıdır (Boyacıoğlu, 2004).

Faktör kareler toplamlarının hesaplanmasında etkileşime ait bir düzeltme yukarıda da görüldüğü üzere yapılamamaktadır (Yates, 1934; Shaw ve ark., 1993). Bu sebepten dolayı Tip II yöntemi etkileşim olmadığı durumlarda en iyi sonucu vermektedir (Boyacıoğlu, 2004).

2.2.4. Tip III (Ağırlıklandırılmış kareler ortalaması) yöntemi

Bu yöntem, denemedeki bir etkinin karelerinin toplamlarını, etki içermeyen diğer etki için ayarlanan ve etki içeren etkilere (varsa) ortogonal olan karelerin toplamı olarak hesaplar. Tip III karelerin toplamları, tahmin edilebilirlik genel şekli sabit kaldığı sürece alt grup gözlem adetlerine göre değişmez olmaları bakımından büyük bir avantaja sahiptir. Bu nedenle, bu tür karelerin toplamı genellikle eksik gözlem olmayan dengersiz bir model için yararlı kabul edilir. Eksik gözlem olmayan faktöriyel bir tasarımda, bu yöntem Yates'in ağırlıklı kareler yöntemine eşdeğerdir. Tip III kareler toplamı yöntemi yaygın olarak aşağıdakiler için kullanılır:

Tip I ve Tip II'de listelenen tüm durumlar ve eksik kombinasyon içermeyen herhangi bir dengeli veya dengersiz model olduğu durumlarda kullanılır.

Deneme deseninde eksik kombinasyon olmaması ve interaksiyonun önemli olması durumunda standart

varyans analizi yöntemine en uygun yöntem olarak tanımlanan bu yöntem literatürde “Yates weighted squares of means” ve “Type 3 SS” olarak tanımlanmaktadır (Steel, 1960; Maxwell ve ark., 1990; Langsrud, 2003; Boyacıoğlu, 2004).

Ağırlıklandırılmış kareler ortalaması yönteminde, faktör kareler toplamları etkileşime ve diğer faktöre göre düzeltilip hesaplanmaktadır (Spector ve ark., 1981; Langsrud, 2003). Tip III yönteminde iki-yönlü varyans analizinde en iyi sonucu vermesi için modelde etkileşim önemli ise deneme deseninde boş hücrenin olmaması koşulu sağlanmalıdır. Faktörlerin hesaplanmaya alınış sıraları bu yöntemle kareler toplamları hesaplanırken önemli değildir (Boyacıoğlu, 2004).

Birçok istatistiksel paket programında (BMDP2V, SYSTAT MGLH, MINITAB GLM) Tip III yöntemi kurulu seçenek olarak tanımlanmaktadır (Langsrud 2003; Boyacıoğlu, 2005).

A ve B olarak tanımlanmış iki faktörlü dengelenmemiş bir deneme deseninde model denkleminde ait faktör ve etkileşim kareler toplamları, Tip III yönteminde aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Shaw ve ark., 1993; Graybill, 2000)

$$KT_A = KT(A \setminus B, AXB)$$

$$KT_B = KT(B \setminus A, AXB)$$

$$KT_{AXB} = KT(AXB \setminus A, B)$$

A faktörüne ait kareler toplamları B faktörü ve etkileşime (AxB) göre B faktörüne ait kareler toplamları A faktörü ve etkileşime (AXB) göre, etkileşim kareler toplamları A ve B faktörüne göre düzeltilerek hesaplanmaktadır (Boyacıoğlu, 2004).

3. Bulgular

Tablo 1. incelendiğinde dengeli denemelerde dağılım Z iken ve varyanslar homojenken n ve Δ lar büyüdükçe testin gücü değerlerin de artacağı bilinmektedir. Bu durum Tablo 1’de gerek tip 3 gerekse de tip 1 ve tip 2 kareler toplamlarında görülmektedir. Gerek interaksiyon gerekse de esas etkiler bakımından benzer güç değerleri görülse de bazı durumlarda interaksiyona ilişkin hipotez kontrolünde tip 1 ve tip 2 kareler toplamlarının tip 3 kareler toplamına göre az da olsa nispeten yüksek güç değerleri aldığı görülmektedir. İnteraksiyon bakımından tip 3 kareler toplamı ve tip 1-2 kareler toplamları hesaplama yöntemleri testin gücü bakımından karşılaştırıldığında her durumda (n, Δ, S²x) benzer güç değerleri aldığı görülmektedir. Nispeten tip 1-2 kareler toplamlarını hesaplama yönteminin tip 3 kareler toplamından daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Esas etkiler

bakımından irdelendiğinde ise tip 3 kareler toplamı hesaplama yönteminin az da olsa nispeten daha yüksek güç değerleri aldığı görülmektedir. Örneğin, n=3, Δ=2 ve varyanslar eşitken tip 3 kareler yönteminin güç değerleri interaksiyon, A, B için sırası ile 0,543, 0,995 ve 0,224’ken tip 1-2 kareler yönteminin güç değerleri ise aynı durumda sırası ile 0,646, 0,990 ve 0,247 olarak bulunmuştur.

Tablo 2. incelendiğinde yine dengeli denemelerde dağılımın şekli ise simetrik bir dağılım olan t dağılımı ve varyanslar homojenken n ve Δ lar büyüdükçe Z dağılımında olduğu gibi testin gücü değerlerin de arttığı Tablo 2’ de, gerek tip 3 gerekse de tip 1 ve tip 2 kareler toplamlarının güç değerleri incelendiğinde görülmektedir. Gerek interaksiyon gerekse de esas etkiler bakımından benzer durum görülmektedir. İnteraksiyon bakımından tip 3 kareler toplamı ve tip 1-2 kareler toplamları hesaplama yöntemleri testin gücü bakımından karşılaştırıldığında her durumda (n, Δ, S²x) benzer güç değerleri aldığı görülmektedir. Nispeten tip 1-2 kareler toplamlarını hesaplama yönteminin tip 3 kareler toplamından daha yüksek güç değerleri aldığı görülmektedir. Esas etkiler bakımından irdelendiğinde ise tip 3 kareler toplamı hesaplama yönteminin az da olsa nispeten daha yüksek güç değerleri aldığı görülmektedir. Örneğin, n=3, Δ=1 ve varyanslar eşitken tip 3 kareler yönteminin güç değerleri interaksiyon, A, B için sırası ile 0.172, 0.521 ve 0.091’ken tip 1-2 kareler yönteminin güç değerleri ise aynı durumda sırası ile 0.172, 0.521 ve 0.091 olarak bulunmuştur.

Tablo 3. incelendiğinde dağılım Ki-Kare iken ve varyanslar homojenken n ve Δ lar büyüdükçe testin gücü değerlerin de artacağı bilinmektedir. Bu durum Tablo 3’te gerek tip 3 gerekse de tip 1 ve tip 2 kareler toplamlarının güç değerleri incelendiğinde görülmektedir. Gerek interaksiyon gerekse de esas etkiler bakımından benzer güç değerleri aldıkları görülmektedir. İnteraksiyon bakımından tip 3 kareler toplamı ve tip 1-2 kareler toplamları hesaplama yöntemleri testin gücü bakımından karşılaştırıldığında her durumda (n, Δ, S²x) benzer güç değerleri aldığı görülmektedir. Nispeten tip 1-2 kareler toplamlarını hesaplama yönteminin tip 3 kareler toplamından daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Esas etkiler bakımından irdelendiğinde ise tip 3 kareler toplamı hesaplama yönteminin az da olsa nispeten daha yüksek güç değerleri aldığı görülmektedir. Örneğin, n=3, Δ=2 ve varyanslar eşitken tip 3 kareler yönteminin güç değerleri interaksiyon, A, B için sırası ile 0.543, 0.995 ve 0.224’ken tip 1-2 kareler yönteminin güç değerleri ise aynı durumda sırası ile 0.646, 0.990 ve 0.247 olarak bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Sonuç olarak dağılımlar simetrik Z ve t olduğundaki güç değerleri dağılımın şekli eğri olduğu ki-kare dağılımından daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu literatürdeki

pek çok çalışma ile paralellik göstermektedir. Yine beklenildiği üzere alt gruplardaki gözlem adedi sayısı arttıkça güç değerleri artmaktadır. Bunun yanı sıra varyansların homojenliği bozuldukça güç değerleri düşmekte, ortalamalar arası standart sapma cinsinden fark arttıkça güç değerleri artmaktadır. Tüm bu sonuçlar literatürde belirtilen sonuçlarla paralellik gösteren beklenen sonuçlardır. Bu durum Başpınar ve ark., 1999; Başpınar ve Gürbüz, 2000; Başpınar, 2001; Keskin, 2002; Koşkan, 2009; Mendes, 2002; Weber, 2006'da da benzer şekilde bildirilmiştir.

Kareler toplamı tipleri açısından bakıldığında çalışmanın genelinde yani dengeli denemelerde, farklı dağılım, farklı varyans oranlarında ve ortalamalar arasında standart sapma cinsinden farklı genişliklerde kombinasyonlar oluşturularak kullanılan tip 1, tip 2 ve tip 3 kareler toplamalarının kullanımı sonucu oluşacak testin gücü değerleri incelendiğinde, tüm kombinasyonlarda hemen hemen benzer sonuçlar çıkmıştır. Sadece küçük örnek genişliği ve dağılımın eğri olduğu durumlarda tip 1 ve tip 2 kareler toplamına ait güç değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 1. Dağılım Z iken İnteraksiyon ve esas etkilere ilişkin oluşan güç değerleri (dengeli denemelerde)

n	Delta	varyans	Tip3KT _{INT}	Tip3KT _A	Tip3KT _B	Tip1-2KT _{INT}	Tip1-2KT _A	Tip1-2KT _B
3	0,5	1	0.114	0.167	0.060	0.074	0.152	0.060
3	0,5	5	0.093	0.122	0.066	0.096	0.111	0.064
3	0,5	10	0.071	0.113	0.076	0.117	0.102	0.075
3	1	1	0.150	0.561	0.091	0.169	0.515	0.091
3	1	5	0.135	0.316	0.083	0.144	0.287	0.084
3	1	10	0.142	0.228	0.086	0.147	0.209	0.086
3	1,5	1	0.315	0.912	0.151	0.375	0.881	0.154
3	1,5	5	0.212	0.618	0.112	0.229	0.576	0.111
3	1,5	10	0.184	0.428	0.103	0.198	0.399	0.105
3	2	1	0.543	0.995	0.224	0.646	0.990	0.247
3	2	5	0.312	0.867	0.156	0.352	0.830	0.154
3	2	10	0.245	0.661	0.130	0.265	0.620	0.128
5	0,5	1	0.244	0.257	0.127	0.129	0.133	0.125
5	0,5	5	0.102	0.157	0.065	0.106	0.147	0.065
5	0,5	10	0.113	0.125	0.066	0.115	0.117	0.067
5	1	1	0.283	0.810	0.130	0.309	0.788	0.131
5	1	5	0.185	0.412	0.094	0.196	0.468	0.093
5	1	10	0.162	0.328	0.085	0.169	0.310	0.084
5	1,5	1	0.616	0.993	0.246	0.681	0.990	0.245
5	1,5	5	0.335	0.854	0.148	0.360	0.832	0.148
5	1,5	10	0.249	0.640	0.118	0.263	0.610	0.116
5	2	1	0.887	0.999	0.417	0.930	0.999	0.420
5	2	5	0.519	0.984	0.227	0.570	0.979	0.229
5	2	10	0.363	0.881	0.165	0.390	0.865	0.165
10	0,5	1	0.164	0.488	0.088	0.171	0.477	0.090
10	0,5	5	0.133	0.263	0.071	0.136	0.256	0.070
10	0,5	10	0.125	0.178	0.067	0.127	0.175	0.067
10	1	1	0.624	0.986	0.227	0.653	0.984	0.228
10	1	5	0.327	0.809	0.134	0.339	0.800	0.134
10	1	10	0.239	0.586	0.104	0.245	0.572	0.105
10	1,5	1	0.959	1.000	0.478	0.971	0.999	0.478
10	1,5	5	0.621	0.993	0.257	0.648	0.992	0.256
10	1,5	10	0.428	0.924	0.175	0.438	0.915	0.175
10	2	1	0.999	1.000	0.748	0.999	1.000	0.750
10	2	5	0.861	0.999	0.434	0.888	0.999	0.430
10	2	10	0.643	0.996	0.284	0.664	0.995	0.278
20	0,5	1	0.335	0.815	0.133	0.341	0.807	0.131
20	0,5	5	0.198	0.492	0.089	0.203	0.484	0.091
20	0,5	10	0.166	0.319	0.078	0.162	0.316	0.076
20	1	1	0.598	0.999	0.436	0.956	0.999	0.433
20	1	5	0.594	0.986	0.232	0.606	0.986	0.231
20	1	10	0.400	0.889	0.158	0.408	0.886	0.157
20	1,5	1	0.999	1.000	0.809	0.999	1.000	0.807
20	1,5	5	0.919	1.000	0.483	0.927	1.000	0.485
20	1,5	10	0.715	0.998	0.312	0.728	0.998	0.315
20	2	1	1.000	1.000	0.972	1.000	1.000	0.973
20	2	5	0.995	1.000	0.754	0.996	1.000	0.755
20	2	10	0.985	0.999	0.289	0.930	1.000	0.525

Tablo 2. Dağılım t iken İnteraksiyon ve esas etkilere ilişkin oluşan güç değerleri (dengeli denemelerde)

n	Delta	varyans	Tip3KT _{INT}	Tip3KT _A	Tip3KT _B	Tip1-2KT _{INT}	Tip1-2KT _A	Tip1-2KT _B
3	0,5	1	0.113	0.154	0.058	0.074	0.154	0.058
3	0,5	5	0.094	0.116	0.064	0.948	0.111	0.063
3	0,5	10	0.073	0.102	0.073	0.114	0.101	0.073
3	1	1	0.172	0.521	0.091	0.172	0.521	0.091
3	1	5	0.143	0.295	0.081	0.142	0.294	0.080
3	1	10	0.145	0.216	0.082	0.142	0.214	0.083
3	1,5	1	0.383	0.880	0.156	0.383	0.881	0.153
3	1,5	5	0.232	0.585	0.111	0.233	0.584	0.112
3	1,5	10	0.196	0.403	0.103	0.196	0.403	0.102
3	2	1	0.655	0.988	0.250	0.657	0.988	0.252
3	2	5	0.361	0.834	0.157	0.361	0.833	0.157
3	2	10	0.270	0.629	0.129	0.270	0.628	0.131
5	0,5	1	0.099	0.247	0.068	0.098	0.245	0.067
5	0,5	5	0.103	0.148	0.065	0.106	0.150	0.064
5	0,5	10	0.114	0.118	0.066	0.115	0.117	0.066
5	1	1	0.312	0.787	0.130	0.316	0.787	0.131
5	1	5	0.197	0.475	0.095	0.196	0.472	0.094
5	1	10	0.169	0.317	0.085	0.168	0.317	0.084
5	1,5	1	0.683	0.989	0.247	0.681	0.989	0.246
5	1,5	5	0.364	0.834	0.147	0.365	0.833	0.149
5	1,5	10	0.266	0.623	0.118	0.265	0.621	0.117
5	2	1	0.929	0.999	0.422	0.929	0.999	0.418
5	2	5	0.577	0.976	0.232	0.577	0.976	0.233
5	2	10	0.399	0.861	0.170	0.397	0.866	0.167
10	0,5	1	0.171	0.479	0.088	0.174	0.477	0.086
10	0,5	5	0.134	0.257	0.072	0.137	0.261	0.071
10	0,5	10	0.126	0.175	0.067	0.128	0.176	0.066
10	1	1	0.653	0.984	0.229	0.654	0.983	0.229
10	1	5	0.343	0.799	0.138	0.342	0.801	0.135
10	1	10	0.245	0.577	0.104	0.246	0.579	0.104
10	1,5	1	0.970	0.999	0.480	0.971	0.999	0.480
10	1,5	5	0.650	0.991	0.258	0.650	0.990	0.258
10	1,5	10	0.445	0.915	0.175	0.443	0.914	0.176
10	2	1	0.999	1.000	0.748	0.999	1.000	0.749
10	2	5	0.886	0.999	0.436	0.885	0.999	0.435
10	2	10	0.674	0.993	0.285	0.670	0.994	0.283
20	0,5	1	0.346	0.807	0.132	0.344	0.809	0.134
20	0,5	5	0.203	0.487	0.090	0.202	0.485	0.090
20	0,5	10	0.167	0.315	0.076	0.162	0.317	0.075
20	1	1	0.956	0.999	0.440	0.956	0.999	0.437
20	1	5	0.608	0.984	0.233	0.608	0.984	0.234
20	1	10	0.412	0.884	0.160	0.411	0.886	0.158
20	1,5	1	0.999	1.000	0.808	0.999	1.000	0.808
20	1,5	5	0.928	0.999	0.486	0.929	1.000	0.478
20	1,5	10	0.731	0.998	0.316	0.728	0.998	0.314
20	2	1	1.000	1.000	0.973	1.000	1.000	0.973
20	2	5	0.996	1.000	0.755	0.996	1.000	0.755
20	2	10	0.931	1.000	0.529	0.930	1.000	0.530

Tablo 3. Dağılım Ki-kare iken İnteraksiyon ve esas etkilere ilişkin oluşan güç değerleri (dengele denemelerde)

n	Delta	varyans	Tip3KT _{INT}	Tip3KT _A	Tip3KT _B	Tip1-2KT _{INT}	Tip1-2KT _A	Tip1-2KT _B
3	0,5	1	0.111	0.155	0.072	0.073	0.161	0.057
3	0,5	5	0.094	0.111	0.065	0.114	0.112	0.059
3	0,5	10	0.072	0.102	0.059	0.140	0.099	0.067
3	1	1	0.172	0.522	0.091	0.182	0.539	0.093
3	1	5	0.143	0.296	0.081	0.184	0.313	0.078
3	1	10	0.144	0.214	0.084	0.187	0.225	0.078
3	1,5	1	0.381	0.881	0.154	0.406	0.876	0.161
3	1,5	5	0.233	0.585	0.110	0.291	0.611	0.110
3	1,5	10	0.195	0.404	0.101	0.255	0.434	0.981
3	2	1	0.652	0.988	0.249	0.671	0.983	0.262
3	2	5	0.359	0.833	0.157	0.417	0.836	0.163
3	2	10	0.273	0.629	0.130	0.339	0.658	0.133
5	0,5	1	0.100	0.024	0.066	0.099	0.256	0.065
5	0,5	5	0.103	0.150	0.064	0.126	0.152	0.061
5	0,5	10	0.114	0.118	0.067	0.138	0.117	0.061
5	1	1	0.314	0.788	0.128	0.329	0.791	0.131
5	1	5	0.199	0.473	0.094	0.242	0.495	0.092
5	1	10	0.169	0.315	0.085	0.214	0.338	0.080
5	1,5	1	0.680	0.989	0.249	0.690	0.985	0.258
5	1,5	5	0.363	0.834	0.147	0.411	0.834	0.154
5	1,5	10	0.264	0.622	0.118	0.319	0.641	0.117
5	2	1	0.927	0.999	0.421	0.919	0.999	0.433
5	2	5	0.578	0.976	0.233	0.598	0.970	0.242
5	2	10	0.399	0.863	0.167	0.445	0.861	0.174
10	0,5	1	0.170	0.481	0.872	0.174	0.488	0.088
10	0,5	5	0.133	0.257	0.069	0.159	0.262	0.070
10	0,5	10	0.124	0.176	0.067	0.154	0.181	0.065
10	1	1	0.658	0.983	0.228	0.660	0.981	0.230
10	1	5	0.344	0.801	0.134	0.379	0.800	0.137
10	1	10	0.246	0.580	0.105	0.285	0.591	0.104
10	1,5	1	0.970	1.000	0.481	0.964	0.999	0.486
10	1,5	5	0.650	0.991	0.260	0.654	0.988	0.266
10	1,5	10	0.445	0.915	0.175	0.477	0.910	0.183
10	2	1	0.999	1.000	0.750	0.998	1.000	0.752
10	2	5	0.885	0.999	0.434	0.856	0.999	0.447
10	2	10	0.674	0.994	0.285	0.666	0.991	0.295
20	0,5	1	0.344	0.807	0.132	0.349	0.808	0.133
20	0,5	5	0.203	0.487	0.090	0.228	0.492	0.091
20	0,5	10	0.163	0.316	0.075	0.187	0.319	0.075
20	1	1	0.953	0.999	0.438	0.950	0.999	0.439
20	1	5	0.609	0.984	0.283	0.612	0.983	0.238
20	1	10	0.411	0.886	0.158	0.435	0.885	0.160
20	1,5	1	0.999	1.000	0.807	0.999	1.000	0.809
20	1,5	5	0.732	0.998	0.316	0.905	0.999	0.495
20	1,5	10	0.732	0.998	0.316	0.720	0.997	0.323
20	2	1	1.000	1.000	0.972	1.000	1.000	0.971
20	2	5	0.995	1.000	0.754	0.988	1.000	0.758
20	2	10	0.928	0.999	0.525	0.904	0.999	0.538

Kaynaklar

Alpar R (2010). Spor, sağlık ve eğitim bilimlerinden örneklerle uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlik. Ankara, Detay Yayıncılık.

Başpınar E, Gürbüz F (2000). Normal, Beta, Gamma (Ki-kare) ve Weibull dağılımlarının ikili kombinasyonlarından alınan değişik örnek genişliğindeki örneklerin karşılaştırılmasında testin gücü. Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (1); 116- 127.

Başpınar E, Ögüş E, Gürbüz F (1999). Normal, Beta, Gamma ve Weibull dağılımlarının ikili kombinasyonlarından alınan örneklerin karşılaştırılmasında I. tip hata olasılıkları. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (3): 124-131.

Başpınar E (2001). Değişik varyans oranlı normal populasyonlardan alınan değişik örnek genişliğindeki iki örnekte Student t, Welch ve ayıklanmış t-testlerinin uygulanması ile elde edilen

- I. tip hata ve testin gücü. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 151-157.
- Boyacıoğlu H (2004). Dengelenmemiş Verilerde Varyans Analizi Tekniği, *Biyoloji Araştırmalarında Bir Uygulama*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Brandt AE (1933). The analysis of variance in a 2x_s table with disproportionate frequencies. *Journal of the American Statistical Association*, 28 (182): 164-173.
- Ergün G, Aktaş S (2009). ANOVA modellerinde kareler toplamı yöntemlerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15 (3): 481-484.
- Elston RC, Bush N (1964). The hypotheses that can be tested when there are interactions in an analysis of variance model. *Biometrics*, 20 (4): 681-698.
- Driscoll MF, Borrer CM (2000). Sums of squares and expected mean squares in SAS. *Quality and Reliability Engineering International*, 16 (5), 423-433.
- Gallo PP (2000). Center-weighting issues in multicenter clinical trials. *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, 10, 145-163.
- Herr DG (1986). On the history of ANOVA in unbalanced, factorial designs: The first 30 years. *The American Statistician*, 40 (4): 265-270.
- Kesici T, Kocabaş Z (1998). *Biyoistatistik*. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Keskin S (2002). Varyansların homojenliğini test etmede kullanılan bazı yöntemlerin I. tip hata ve testin gücü bakımından irdelenmesi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Koşkan Ö, Gürbüz F (2009). Yeniden Örnekleme ve F Testinin I. Tip Hata ve Testin Gücü Bakımından Simülasyon Yöntemi ile Karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (1): 105- 111.
- Koşkan Ö, Neslihan Ş (2017). Dengesiz Denemelerde Grup Karşılaştırmalarında Farklı Dağılımlardan Alınmış Örneklerde Toplanmış Varyans Yerine Büyük Grup Varyansının Kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1): 138-145.
- Langsrud Ø (2003). ANOVA for unbalanced data: Use Type II instead of Type III sums of squares. *Statistics and Computing*, 13 (2): 163-167.
- Lewsey JD, Gardiner WP, Gettinby G (1997). A study of simple unbalanced factorial designs that use type II and type III sums of squares. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 26 (4): 1315-1328.
- Lewsey JD, Gardiner WP, Gettinby G (2001). A study of type II and type III power for testing hypotheses from unbalanced factorial designs. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 30 (3): 597-609.
- Maxwell SE, Delaney HD, Kelley K (2017). *Designing Experiments and Analyzing Data: A Model Comparison perspective*. USA, Routledge.
- Mendeş M (2002). Normal dağılım ve varyansların homojenliği ön şartlarının gerçekleşmediği durumlardavaryans analizi tekniğinin yerine kullanılabilecek bazı parametrik testlerin 1. tip hata ve testin gücü bakımından irdelenmesi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Mendeş M (2012). *Uygulamalı bilimler için istatistik ve araştırma yöntemleri*. İstanbul, Kriter Yayınevi.
- Searle SR (1971). *Linear models*. John Wiley and Sons Inc. NY, London, Sydney, Toronto.
- Searle SR, Speed FM, Henderson HV (1981). Some computational and model equivalences in analyses of variance of unequal-subclass-numbers data. *The American Statistician*, 35 (1): 16-33.
- Searle SR (1987). *Linear models for unbalanced data* (No. 519.5352 S439). Wiley.
- Shaw RG, Mitchell-Olds T (1993). ANOVA for unbalanced data: an overview. *Ecology*, 74 (6): 1638-1645.
- Spector PE, Voissem NH, Cone WL (1981). A Monte Carlo study of three approaches to nonorthogonal analysis of variance. *Journal of Applied Psychology*, 66 (5): 535-540.
- Steel RGD, Torrie JH (1960). *Principles and procedures of statistics*. Principles and procedures of statistics.
- Steel RG, Torrie JH (1960). *Principles and Procedures of Statistics*. New York, McGraw-Hill Book Co. 16-18.
- Steel RG, Torrie JH, Dickey DA (1997). *Principles and procedures of statistics: A biological approach*. McGraw-Hill.
- Türkbal A (2011). *Uygulamalı İstatistik*. Kocaeli, Umuttepe Yayınları.
- Weber M (2006). Robustness and power of the t, permutation t and Wilcoxon tests. PhD thesis (unpublished), University of Wayne State University, Detroit, Michigan, USA.

Türkiye’de Kentsel Tarım Düzenlemelerine Yönelik Stratejiler

Yaşar MENTEŞ*¹, Fürüzan ASLAN²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 139-149, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 139-149, 2021

Özet: Kentler gıda yetiştiriciliği için büyük bir potansiyele sahiptir. Birçok faydası nedeniyle kentsel tarım, son yıllarda popüler bir ivme yakalamıştır. Dünya genelinde birçok devlet kentsel tarımı gıda sisteminin bir parçası olarak görmüş ve bu faaliyetleri teşvik etmek için çeşitli düzenlemelerde bulunmuştur. Türkiye’de kentsel tarım bilinçli olarak yapılan bir aktivite değildir. Çoğu planlamacı ve akademisyen tarafından kent ve tarım kavramları yakın zamanda birbiriyle eşleştirilmiştir. Ancak Türkiye’de kentsel tarımın belediye imar ve politikalarına dâhil edilmesi konularında herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Gerek ulusal gerekse yerel mevzuatlarda “Kentsel Tarım” kavramına yer verilmemiştir. Kent içinde yürütülecek tarımsal faaliyetlerin önündeki en büyük engel yasal düzenlemeler konusundaki eksikliklerdir. Türkiye’de kentsel tarımla ilgili yasal herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Bu durum kentsel tarımın başarısını gölgelemekte ve yaygınlaşmasını engellemektedir. Kentsel tarımın yasallaştırılması, kentsel gıda tedariki için önemli bir adımdır. Kentsel tarım için yasal bir çerçeve oluşturmak, gıda hakkının korunmasına ve uygulanmasına yönelik önemli bir stratejidir. Çalışmanın yöntemi kapsamında dünya genelinde uygulanan kentsel tarım politikaları ve yasal düzenlemeler incelenmiş, bunlar arasından uluslararası düzeyde ön plana çıkmış başarılı uygulamalar doğrultusunda Türkiye’de kentsel tarım ile ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulmasına yönelik çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Kentsel tarım ile ilgili stratejilerin ve yasal çerçevenin geliştirilmesine odaklanan bu çalışma ileride Türkiye’de kentsel tarımla ilgili yapılacak olası ulusal, bölgesel ya da yerel mevzuat çalışmalarında bir rehber niteliği taşıyabilir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Kentsel tarım, Yasal düzenleme, Türkiye

Strategies for Urban Agriculture Regulations in Turkey

Abstract: Cities have huge potential for food cultivation. Due to its many benefits, urban agriculture has gained a popular momentum in recent years. Many states around the world have seen urban agriculture as part of the food system and have made various regulations to encourage these activities. Urban agriculture is not an activity carried out consciously in Turkey. The concepts of city and agriculture have recently been paired with each other by most planners and academics. However, there have been no studies on the integration of urban agriculture into municipal zoning and policy in Turkey. The concept of “Urban Agriculture” is not included in both national and local legislation. The biggest obstacle in front of agricultural activities to be carried out in the city is the lack of legal regulations. There are no legal regulations regarding urban agriculture in Turkey. This situation shadows the success of urban agriculture and prevents its spread. The legalization of urban agriculture is an important step for urban food supply. Creating a legal framework for urban agriculture is an important strategy to protect and enforce the right to food. Within the scope of this study, international legal regulations related to urban agriculture have been examined, and various strategies have been developed for the creation of urban agriculture legislation in Turkey. This study focuses on the development of strategies and legal framework related to urban agriculture, can serve as a guide in national, regional or local legislation studies related to urban agriculture in Turkey in later years.

Keywords: Sustainability, Urban agriculture, Legal regulation, Turkey

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
yasarment@hotmail.com

Alınış (Received): 07/07/2021
Kabul (Accepted): 05/08/2021

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Elazığ, Türkiye.

²Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırklareli, Türkiye.

1. Giriş

Dünya nüfusu hızla artarken, kırsal alanlardan kentsel alanlara doğru yaşanan göçlerle kentsel nüfus oranı kontrolsüz bir şekilde artış göstermektedir.

Birleşmiş Milletlere (UN) göre 2050 yılına gelindiğinde, insanlığın üçte ikisinin şehirlerde yaşayacağı ve dünya çapında altı milyardan fazla insanın kentsel alanda yaşayacağı tahmin edilmektedir (James, 2016).

Hızlı büyüme, kent nüfusu üzerinde önemli sosyal, ekonomik ve çevresel baskılar oluşturarak sağlıksız yaşam tarzlarını teşvik etmektedir (Gray ve ark., 2017). Ekonomik, toplumsal, kültürel ve politik alanda büyük ölçekli değişimleri de beraberinde getiren kentleşme olgusu Türkiye'de hem dikey hem de yatay manada dengesiz bir gelişim izlemiş, büyük kentlerin daha da büyümesine neden olmuştur (Topal, 2004).

En önemli sorun, mevcut tüketim uygulamaları ile doğal kaynakların akıllıca yönetilememesi ve endişe verici bir hızla yok olmasıdır (Philips, 2013). Ekolojik dengenin korunması sürekli göz ardı edilmektedir. Doğal kaynakların sınırlı, hızlı kentleşmenin ortaya koyduğu kötü sonuçların geri döndürülemez nitelikte olduğu bilinen bir gerçektir.

Kentlerde çevresel bozulmaların ilerlemesi ve doğal kaynakların azalması sorunlarına yönelik çözümün hayati bir parçası olarak "Sürdürülebilirlik" kavramı önem kazanmıştır. Ekolojik tabanlı bir sistemi barındıran sürdürülebilirlik, kent planlamasında son derece önemli bir kavramdır.

Sürdürülebilir kent; yapısında yaşam kalitesini arttıran, güçlü ekonomi, sağlıklı ve aydın toplum ve temiz sürdürülebilir bir çevre ana bileşenlerini beraberce barındıran yaşam ortamı olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir kent kavramının gündeme gelmesinden sonra, çevreye duyarlı kentsel gelişimin sağlanması için, kentsel mekânların ekolojik planlama anlayışıyla planlanması üzerinde durulmuştur. Bu çerçevede, ekolojik yaklaşımlar giderek önem kazanmaya başlamıştır. (Korkut ve ark., 2017).

Sürdürülebilir kentlerin inşası için mevcut kentsel gelişim modellerine meydan okuyan alternatif kentsel modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Sürdürülebilir kentsel gelişimin sağlanmasında en önemli araçlardan biri kentsel tarımdır. Kentsel tarım kendine has özellikleri ile farklı amaçlara hizmet eden geniş bir alana sahiptir. Kent planlaması açısından bakıldığında yerel gıda sistemi üzerine odaklanan kentsel tarım, sadece çevre ve gıda güvenliği varlıklarından dolayı değil, aynı zamanda daha dirençli kentsel sistemlere katkılarından dolayı stratejik bir politika aracı olarak görülmektedir.

Kentsel tarım, sürdürülebilirliğin hemen hemen her alanına hitap ettiği için sürdürülebilir gelişmenin en önemli bileşenlerinden biridir. Kentler gıda yetiştiriciliği için büyük bir potansiyele sahiptir. Kent ve tarım kavramları arasındaki ilişki medeniyetler tarihi kadar eskidir. Tarihsel olarak, tarımın gelişimi ile kentleşme süreci arasında her zaman bir bağlantı olmuştur. Kent içinde tarım fikri, günümüze yüzyıllar öncesinden süregelmiştir.

Gerçekte, tarım birçok kentin temel bir parçasıdır. Tarım birçok kent için artık bir geçim aracı ve önemli bir gelir kazanma stratejisi olarak benimsenmektedir. Kentin estetik değerine katkıda bulunan önemli bir ekonomik ve sosyal etkinlik haline gelmiştir. Kentlerde yaşayan insanların gıda tedarikindeki en güvenilir ve en sürdürülebilir yollardan biri, gıda ihtiyaçlarının kendileri tarafından üretilmesidir. Kent sakinleri için besleyici ve uygun fiyatlı gıda sağlamanın en pratik yolu, kentlerde üretim için fırsatlar oluşturmaktır.

Son yıllarda, kentsel tarıma ilgi artmış, kentsel tarım ile ilgili yapılan araştırmalar geniş bir yelpazede ele alınmıştır. Halk sağlığı ve refahının sağlanmasında kentsel tarım, yerel yönetimler tarafından giderek daha fazla benimsenmiştir. Ancak çoğu şehir yöneticileri ve planacıları tarafından kentsel tarım halen şehir planlama sürecinin önemli bir sürdürülebilirlik unsuru olarak görülmemektedir. Kentsel tarım henüz bir kentin sistem bileşenleri ile birleştirilmemiş ve gruplandırılmamıştır.

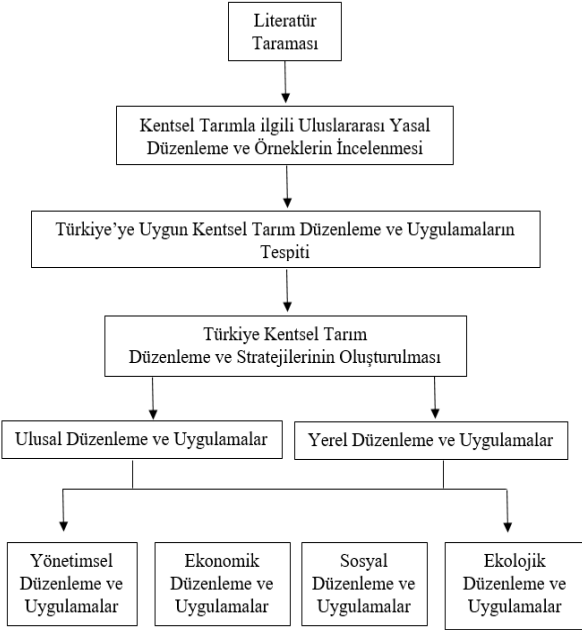
Kent içinde yürütülecek tarımsal faaliyetlerinin önündeki en büyük engel yasal düzenlemeler konusundaki eksikliklerdir. Türkiye'de kentsel tarımla ilgili herhangi bir yasal mevzuat bulunmamaktadır. Bu durum kentsel tarımın başarısını gölgelemekte ve yaygınlaşmasını da engellemektedir. Türkiye'de kentsel tarım konusundaki teknik bilgi ve donanım eksiklikleri, bilinçsiz ve rastgele yapılan kentsel tarım faaliyetlerinin çevre ve insan sağlığına faydalı olmak yerine, aşırı derecede riskler oluşturmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında kentsel tarım ile ilgili uluslararası yasal düzenlemeler incelenmiş, Türkiye'de kentsel tarım mevzuatının oluşturulmasına yönelik stratejiler oluşturulmuştur. Kentsel tarım ile ilgili stratejilerin ve yasal çerçevenin geliştirilmesine odaklanan bu çalışma ileride Türkiye'de kentsel tarımla ilgili yapılacak olası ulusal, bölgesel ya da yerel mevzuat çalışmalarında bir rehber niteliği taşıyabilir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini konu ile ilgili ulusal ya da uluslararası kütüphane, arşiv, internet verileri oluşturmaktadır. Çalışmanın yöntemi kapsamında dünya genelinde uygulanan kentsel tarım politikaları ve yasal düzenlemeler incelenmiş, bunlar arasından uluslararası

düzeyde ön plana çıkmış başarılı uygulamalar doğrultusunda Türkiye’de kentsel tarım ile ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulmasına yönelik çeşitli stratejiler geliştirilmiştir.



Şekil 1. Yöntem Akış Diyagramı

3. Bulgular

Kentsel tarım, her dönemde kentin bir parçası olmuş, birçok kentli aile tarafından iyi bir geçim stratejisi olarak algılanmıştır. Kentsel tarım dünya çapında milyonlarca insan tarafından uygulanmaktadır. Dünya genelinde kentsel tarım faaliyetleri küçük saksılarda yetiştirilen bitkilerden büyük kent çiftliklerine kadar çeşitli form ve ölçeklerde gerçekleştirilmektedir. Kentsel tarımın sağladığı faydalar, bazı planlama hedeflerine yapabileceği katkılar anlaşıldıktan sonra devlet otoriteleri tarafından benimsenmiş, yaygınlaşmış ve gelişimi kolaylaşmıştır.

Tarımsal kullanımın toplum ve halk sağlığı konularında artan faydası, kentsel alanlardaki olumlu çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin farkındalığı ile birlikte yerel olarak yetiştirilen gıdalara olan halkın ilgisi, birçok kentliden küçük ölçekli tarımsal faaliyetlere yönlendirmiştir. Birçok yerel yönetim, kapsamlı planlama, komşuluk gelişimi, çevre sağlığı, gıda politikası ve sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıları görmeye başlamıştır. Kentsel tarım hareketleri popülerlik kazandıkça, sağladığı faydalar daha belirgin hale gelmektedir. Bu nedenle birçok yerel yönetim kentsel tarım çalışmalarını destekleyen politikalar ve düzenlemeler benimsemiştir.

Dünyada kentsel tarım büyük çaplı sosyal veya çevresel hedeflere ulaşmak için bir strateji olarak görülmektedir ve kapsamlı planlama sürecinde birçok unsurla ilişkilendirilmektedir. Bu amaçla Türkiye’de ulusal,

bölgesel ya da yerel düzenlemeler kentsel tarıma ilişkin belirli faaliyetleri teşvik etmek ve gerekli altyapıyı güçlendirmek için önemli araçlardır. Yasaklayıcı kent politikaları ve düzenlemeleri nedeniyle dünyada birçok kentte tarım halen “yasadışı” konumdadır. Bazı kentlerde kentsel tarımı yasaklayan ya da kısmen sınırlandıran düzenlemeler vardır.

Hâlihazırda yazılmaları nedeniyle, imar yasaları, özellikle yerleşim bölgelerine ayrılmış alanlarda tarımsal faaliyetleri sıklıkla kısıtlamakta veya yasaklar altına almaktadır (Pawlowski, 2018). Bu yasaklar ve kısıtlamalar nedeniyle kentli üreticiler çeşitli zorluklarla karşı karşıya gelmektedir. Dünyada birçok ülkede kentsel tarımla ilgili bir kurumsal çerçeve bulunmadığı için izinsiz tesis edilen bahçeler oluşturulmuş, gerilla bahçeleri ya da direniş bahçeleri gibi bahçe terimleri ortaya çıkmıştır.

Gerilla bahçeciliği, genellikle terk edilmiş, gözden çıkarılmış, boş alanlar üzerinde yapılmaktadır. Kent bahçelerinden farklı olarak, özel mülk veya kamuya ait, her türlü boş araziler üzerinde yapılan izinsiz faaliyetler olarak nitelendirilmektedir (Anonim, 2021a). Uganda’nın başkenti Kampala’da, Kampala Şehir Konseyinin (KCC) kentsel tarımı yasal bir hale getiren yönetmeliği onayladığı 2005 yılına kadar kentsel tarım “halk sağlığına tehdit oluşturan, yasadışı ve ekonomik olarak önemsiz bir faaliyet” olarak görülmüştür (Cabannes, 2012).

Kentsel tarımı yasaklayan genel yasaklar yerine, kentsel tarıma ilişkin çevre ve sağlık stratejilerinin dâhil edildiği yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır (Sida, 2003). Kent sakinlerinin kendi yiyeceklerini yetiştirmelerine izin vermek, küçük ölçekli yetiştiricileri gıda güvenliği olmayan bölgelerde gıda üretimini teşvik edebileceği gibi sağlıklı gıdaya erişimi de artırabilecektir. Yerel yönetimler, gıda üretiminin uygun şekilde düzenlenmesini ve yönetilmesini sağlayarak, karma kullanımlı bir arazi kullanım planlaması oluşturabilir (Anonim, 2021b).

3.1. Kentsel tarımla ilgili uluslararası düzenlemeler

Uluslararası insan hakları hukuku kapsamında korunması nedeniyle gıdanın yeri önemli ölçüde farklıdır. Son yıllarda kentsel tarımın önemi giderek daha fazla kabul görmektedir. Ancak kentsel tarımı ele alan uluslararası bağlayıcı, yasal bir belge bulunmamaktadır. Bununla birlikte, bazı uluslararası bildirimler ve uluslararası taahhütler, kalkınma gündemindeki bu konu üzerinde bir miktar etki sağlayabilir. Geçtiğimiz on beş yıl içinde, kent içinde tarımsal uygulamaların artan bir şekilde kabul görmesi sonucunda, kentsel tarıma odaklanan özel bir dizi uluslararası bildirge formüle edilmiş ve kabul edilmiştir. Kentsel tarım deklarasyonlarının geliştirilmesinde yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, ulusal, bölgesel ve uluslararası kuruluşlar da dâhil olmak üzere çok sayıda aktör katılmıştır (Cabannes, 2012).

Bu bildirgelerden en önemlisi Habitat Gündemidir. Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Programı (BM-Habitat), sürdürülebilir insan yerleşimleri oluşturulması ve herkes için yeterli konut sağlanması yönünde oluşturulmuş bir Birleşmiş Milletler Programıdır. Türkiye 1996 yılında Habitat II Konferansına ev sahipliği yaparak, "Yaşanabilir Kentler" kavramı ile konferansın sürdürülebilirlik çerçevesine önemli bir katkı sağlamıştır (Anonim, 2021c). Habitat Gündemi, benzeri görülmemiş kentsel nüfus artışına bir yanıt olarak kentsel yerleşimlerin kalitesini iyileştirme hedefinin temel bileşenleri olarak gıda güvenliğinin ve kentsel tarım uygulamalarının iyileştirilmesi için bazı yönergeler sağlamaktadır. Habitat Gündemi, kent içinde tarıma ve yeşil alanların korunması için gereken arazilerin, konut, sanayi, ticaret, altyapı ve ulaşım için gerekli olan arazi temini kadar önemli olduğunu ve bunun kentsel alanların planlamasına dâhil edilmesi gerektiğini belirtmektedir (Cabannes, 2012).

Bir diğer önemli uluslararası bildirme Quito Deklarasyonudur. Latin Amerika ve Karayipler'de 50'den fazla belediye, gelişmiş politikalar yoluyla kentsel tarıma destek vermek için 2000 yılında Quito Deklarasyonu'nu imzalamıştır. Bazı şehirler, kalkınma ve arazi yönetimi planlarında kentsel tarımı da içeren diğer yerel aktörlerle ortaklaşa programlar oluşturmuştur (Mougeot, 2005). Quito Deklarasyonu, Kentsel Tarıma doğrudan atıfta bulunan ilk uluslararası bildirme olarak önem taşımaktadır. Uluslararası, ulusal ve yerel düzeylerden geniş bir katılımcı yelpazesini kapsamaya ona meşruiyet kazandırmıştır. Bu deklarasyon, kentsel tarımın kentlerdeki düşük gelirli insanların yaşam koşullarının iyileştirilmesindeki temel rolüne açıkça işaret etmektedir (Cabannes, 2012). Quito deklarasyonundan sonra, çeşitli şehirlerin kentsel gelişim gündeminin bir parçası olarak kentsel tarımın konsolide edilmesine katkıda bulunan bir dizi bildirme yayınlanmıştır. Bu bildirgeler çeşitli şehirlerde kentsel tarım ile ilgili yapılan yasal ve kurumsal değişikliklere katkıda

bulunmuştur. Bu bildirgeler aşağıda Tablo 1'de gösterilmiştir.

International Office du Coin de Terre et Jardins Familiaux, 1926 yılında kurulmuş, rekreasyon bahçelerinin tanıtımına ve düşük maliyetli gıdaların ekolojik üretimine odaklanan uluslararası bir sivil toplum kuruluşudur. Aynı zamanda Avrupa Konseyi'nde katılımcı statüsüne sahiptir. Avrupa Birliği Federasyonu üyelerinden bu kuruluşa bağlı 14 temsilci, 2008 yılında Polonya'da bir araya gelerek "Avrupa'daki Tahsis Bahçelerinin Geleceğine İlişkin Karar'ı" imzalamıştır. Bu karar, şehir bahçelerini desteklemek ve korumak için Avrupa'daki mevcut yasal yasaların ve politikaların yetersizliğini açıkça vurgulamaktadır. Karar kapsamında tahsis bahçelerinin kanunlarla korunması gerektiği, bu bahçeleri desteklemek için bir devlet ve hükümet politikasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmiş ve bunun için Avrupa kurumlarını desteğe çağırılmışlardır (Cabannes, 2012).

Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası (Common Agricultural Policy); Avrupa Birliği'nin en eski ve en kapsamlı politikasıdır. Ortak Tarım Politikasının amacı Avrupa Birliği çerçevesinde kırsal mirası korumak, kırsalda yaşayan üreticilerin yaşam standardını arttırmak, Avrupa Birliği dışında gelişebilecek fiyat artışlarına karşı kendi üreticilerini korumak ve tüketicilere uygun fiyattan kaliteli ürünler temin etmektir (Anonim, 2021d).

Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası 2 sütundan oluşmaktadır.

1. sütun; çiftçilere doğrudan destekleri içerir. Ortak Tarım Politikasının bütçesinin %80'i bu sütuna ayrılmıştır.

2. sütun ise daha ziyade kırsal kalkınma ve çevre konularını desteklemektedir. Kırsal kalkınma için teşvikler

Tablo 1. Kentsel tarımla ilgili uluslararası bildirgeler

Bildirgenin Adı	Yayınlanma Yılı ve Yeri	Önemi
Haydarabad Bildirgesi	Hindistan (2002)	Tarımda atık su kullanımına ilişkin düzenlemeleri içeren Haydarabad Bildirgesi, özellikle kentsel tarımda atık suyun bir kaynak olarak kullanılmasına odaklanmıştır.
Nyanga Bildirgesi	Zimbabve (2002)	Kentsel tarımın kentsel biyoçeşitliliğin korunması, yoksulluğun azaltılması, istihdam oluşturulması, gıda güvenliği, yerel ekonomik ve sosyal kalkınma üzerindeki katkılarına vurgu yapmıştır. Bu bildirme, kentsel tarımın geliştirilmesi ve uygulanmasında cinsiyetin kritik olduğunu vurgulamış, kadınların toprağa, bilgiye ve kredilere erişimde en dezavantajlı grup olduğunu, yasal çerçevelerin bu konularda kadınları teşvik etmesi gerektiğini öngörmüştür.
Villa Maria de Triunfo Bildirgesi	Lima, Peru (2002)	Bu bildirme, Doğu ve Güney Afrika'da kentsel tarımı kentsel ekonomiye entegre etmek için politikalar ve diğer uygun araçlar geliştirme aciliyetini pekiştirmiştir.
Harare Bildirgesi	Zimbabve (2003)	Bu bildirme, Quito Bildirgesinin taahhütlerini dikkate almış, Latin Amerika ve Karayipler (LAC) bölgesinin planlamasına kentsel tarımın konsolide edilmesini vurgulamıştır.
La Paz Bildirgesi	Bolivya (2007)	

vermektedir. Ortak Tarım Politikası bütçesinin %20 si kullanılmaktadır ama son zamanlarda bu miktar artmaya başlamıştır (Anonim, 2021d).

Kentsel tarım, Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası tarafından neredeyse tamamen ihmal edilmiştir. Ortak Tarım Politikası içinde kentsel tarım iki kez finansman dışı bırakılmıştır. Birincisi, küçük ölçekli ve kent içinde yaygın olması nedeniyle 1. Sütun finansmanı için uygun değildir. İkinci olarak, kırsal değildir ve bu nedenle 2. Sütun finansmanı için uygun değildir (Curry ve ark., 2014). Kentsel tarımın Ortak Tarım Politikası desteği dışında kalmasının en önemli nedenlerinden biri işletme büyüklüğüdür (Desteklerden faydalanması için işletme büyüklüğünün minimum 1 hektar olması). Ayrıca kırsal alanları doğrudan desteklememesi ve gıda pazarlarını etkileyecek büyüklüklerde olmaması, kentsel tarımın Ortak Tarım Politikası dışında tutan diğer sebeplerdendir (Curry ve ark., 2014). Avrupa düzeyindeki politikalar, kırsal tarım için güçlü bir temel çerçeve oluştururken, kentsel tarım ile ilgili bölgesel ve yerel politikalar ile uyumlu hale getirilmemiştir.

Avrupa ve ABD kıtaları başta olmak üzere dünya genelinde birçok devlet kentsel tarımı gıda sisteminin bir parçası olarak görmekte ve bu faaliyetleri teşvik etmek için çeşitli düzenlemelerde bulunmaktadır. ABD'de San Francisco, New York, Detroit ve Baltimore gibi bazı eyaletler bu konularda ön saflarda yer almıştır ve kentsel alanlarda yeni tarım alanlarının oluşturulması için hızlı bir şekilde yasal düzenlemeler yapılmaktadır. ABD'de kentsel tarım ile ilgili öne çıkan yasal düzenlemeler aşağıda Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2'de de görüleceği gibi ABD'de çeşitli eyaletlerde kentsel tarım ile ilgili yapılan teşvik ve düzenlemeler, kentsel tarımın yaygınlaştırılması ve önündeki engellerin kaldırılması amacıyla düzenlenmiş ve başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

3.2. Türkiye'de kentsel tarımla ilgili yasal düzenleme stratejileri

Kentsel tarım Türkiye'de bilinçli olarak yapılan bir aktivite değildir. Son yıllarda akademik çevrelerce fark edilmiş olup önemli bir arazi değerlendirme ve üretim şekli, hatta gelir sağlama aracı olarak görülmeye başlanmıştır. Günümüzde Türkiye ve Avrupa'nın yaşadığı göçmen problemleri düşünüldüğünde, göçmenlerin gıda güvenliği ve geçici olarak istihdamı konularında kentsel tarım yoksullukla mücadelede potansiyel taşımaktadır (Yılmaz, 2015).

Türkiye'de kentsel tarım denilince İstanbul'un tarihi Yedikule Bostanları gelmektedir. İstanbul'un bostanları yüzyıllar boyunca, gerek arazinin elverişliliği, gerek

mevsim özellikleri, gerekse doğal kaynakların etkin kullanımı sayesinde en yüksek rekolteyi sağlayacak şekilde sürdürülebilir tarımsal faaliyetlere sahne olmuştur. Eskiden beri geleneksel pazarlara yönelik bu bostanlar, günlük hayatın bir parçası olarak kentin taze gıda ihtiyacını karşılamışlardır. Bizans döneminden, 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar kentin sebze ihtiyacını karşılamış, sur içi bölgesinden Boğaziçi'nin her iki yakasına kadar bütün kente yayılmıştır (Rasouli, 2012).



Şekil 2. Tarihi İstanbul Yedikule Bostanları (Anonim, 2021e)

Türkiye'nin önemli diğer bir kentsel tarım bahçesi Diyarbakır Hevsel (Efsel) Bahçeleridir. Hevsel Bahçeleri, Dicle Nehrinin kıyısında, Diyarbakır Kalesi ile nehir vadisi arasında yer alan yedi yüz hektara yakın verimli bir arazidir (Anonim, 2021f).



Şekil 3. Diyarbakır Hevsel Bahçeleri (Anonim, 2021g).

Bahçe kültürünün çok önemli olduğu bir bölgede yer alan Hevsel Bahçeleri, halkın kullanımına açık sivil bir bahçe olarak özgün bir değer ortaya koymaktadır. 30'dan fazla medeniyetin izlerini taşıyan bir bölgede 7 bin yıl öncesine kadar var olmasıyla, tarımsal değerinin dışında, tarihi ve kültürel olarak da özgün bir yere sahiptir (Anonim, 2021g). Birçok türün ihtiyaçlarına cevap verebilecek alanlara sahip Hevsel Bahçeleri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük kuş cenneti konumundadır. 180'den fazla kuş türünün yanı sıra susamuru, tilki, sansar, sincap ve kirpi gibi birçok memelinin de barınağını oluşturmaktadır. Hevsel Bahçeleri, Dünya Mirasları listesine girmesi için 2013'te UNESCO'ya aday gösterilmiş, 2015'te ise UNESCO tarafından Dünya Mirası ilan edilmiştir (Anonim, 2021h).

Tablo 2. ABD'de kentsel tarımla ilgili yapılan düzenlemeler

Düzenlemenin Yapıldığı Yer	Düzenlemenin Adı ve Yayınlanma Yılı	Düzenlemenin Kapsamı
California	AB 551 (2013)	Bu düzenleme yerel gıda üretimini desteklemek amacıyla Kentsel Tarımsal Teşvik Bölgeleri (UAIZ) oluşturmak için kabul edilmiştir. Tasarı, kentlerde küçük ölçekli tarımsal üretime yönelik arazi kullanımlarını şekillendirmek için toprak sahipleriyle yapılan sözleşmelere izin vermektedir.
Colorado	SB 106 (2010)	Yerel gıda ekonomilerini destekleyen stratejiler geliştirmek için bu düzenleme çerçevesinde Gıda Sistemleri Danışma Konseyi oluşturulmuştur.
Columbia Bölgesi	B 158 (2015)	Kentsel arazilerin tarımsal amaçlı kullanımında emlak vergisi kesintisinin azaltılmasını uygulamak için çıkarılmıştır.
Columbia Bölgesi	B 677 (2015)	Belediye başkanına, boş alanların kapsamlı bir listesini sağlayacak olan Gıda Üretimi ve Kentsel Bahçeleri Programını oluşturma yetkisi verir. Gıda Üretimi ve Kentsel Bahçeler Programında kullanılmak üzere boş arazilerin bağışlanması ve hazırlanmasını teşvik etmektedir.
Columbia Bölgesi	B 967 (2013)	Taze ve sağlıklı gıdalar için mağazalara ticari bir dağıtım sistemi kurmak için bir plan geliştirmek üzere bir çalışma grubu oluşturulmuştur.
Hawaii	HB 560 (2013)	Hawaii'deki konut finansman ve kalkınma şirketlerine, kentsel bahçe programlarını içeren konut projelerinin geliştirilmesi için teşvikler vermeye yetkilidir.
Illinois	HB 3990 (2009)	Yerel çiftlik ve gıda girişimcilerinin yerel ürünler yetiştirmek amacıyla, altyapı ve kamu alanlarının kullanımı, kentsel tarım projeleri ve kaynaklarını geliştirmek için Yerel Gıda, Çiftlik ve İş Konseyi oluşturulmuştur.
Illinois	HB 1300 (2007)	Illinois Gıda, Çiftlik ve İş Yasası, Yerel ve Organik Gıda ve Çiftlik Görev Gücünü kurmuştur. Görev gücü, yerel gıda üretimini artırma, yerel gıda üretimindeki yasal engelleri belirleme, banliyö ve kentsel alanlarda yerel ve organik tarım için kimlik alanı koruma ve kentsel tarım eğitim programlarını genişletmek için araçlar belirleyecektir.
Illinois	HB3418 (2015)	Bu tasarı kırsal çiftçilere verilmiş olan desteğin ardından modellenmiştir. Illinois'in en büyük kenti olan Chicago daha önce kentsel tarım ve topluluk bahçeciliğine uyum sağlamak için imar düzenlemelerinde bazı değişiklikler yapmıştır.
Kansas	SB 280 (2015)	"Tarımsal kullanıma tahsis edilmiş araziler" için emlak vergisi yarasını değiştirmiştir.
Louisiana	HB 840 (2010)	Kentsel bahçelerin en iyi şekilde nasıl tanıtılacağına analizi, sürdürülebilir yerel gıda üretiminin ekonomik kalkınma üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi de dâhil olmak üzere bir dizi politikayı göz önünde bulundurmak için Louisiana Sürdürülebilir Yerel Gıda Politikası Konseyi'ni kurmuştur.
Minnesota	SB 3018 (2016)	Kentsel tarımın geliştirilmesi, gıda merkezlerinin geliştirilmesi gibi tarımsal büyüme, araştırma ve yenilik programları için ödenek sağlamaktadır.
Missouri	HB 2006 (2016)	Topluluk bahçesi projelerine 50.000 dolar bağış sağlamaktadır. Kentsel alanlarda geleneksel olmayan tarımı teşvik eden yenilikçi tarım projeleri için rekabetçi hibeler sağlamaktadır.
Missouri	HB 1848 (2010)	Kentsel Tarım Ortak Komitesini kurmuştur. Komite halkın katılımı için toplantılar yapmaktadır.
New York	Intro 1058 (2018)	Kent içinde topluluk bahçelerinin sayısının artırılması için teknik ve finansal yardım sağlayan, kent içi tarımın yaygınlaştırılmasının teşvik edilmesi için arazi kullanım politikasına ve diğer konulara yönelik kapsamlı bir kentsel tarım planı geliştirilmesini öngören yerel bir yasadır.
New York	Intro 1059 (2018)	Kent içinde kentsel tarım için kullanılabilir potansiyel tarım alanları için ayrıntılı bir envanter oluşturulmasını düzenlemektedir.
New York	Intro 1060 (2018)	Üreticileri herhangi bir sebep olmaksızın topluluk bahçesi lisansının aniden sona ermesinden korumak için, topluluk bahçesi lisansının devredilmesi süresini bir yıla uzatmıştır.
North Carolina	SB 1067 (2009)	Yerel gıda ekonomisinin oluşturulmasına yardımcı olmak için Sürdürülebilir Bir Yerel Gıda Danışma Konseyi oluşturulmuştur.
Oklahoma	HB 2774 (2010)	Sertifikalı Sağlıklı Toplum Danışma Komitesi'ni kurmuştur. Komitenin uygunluk kriterleri arasında topluluk bahçelerinin ve teşviklerin oluşturulması ve yerel üreticilerin pazarlarına destek sağlanması yer almaktadır.
Washington	HB 1115 (2015)	Bu bildirge, Quito Bildirgesinin taahhütlerini dikkate almış, Latin Amerika ve Karayipler (LAC) bölgesinin planlamasına kentsel tarımın konsolide edilmesini vurgulamıştır.

4. Tartışma

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de kent içinde tarımsal faaliyetlerle uğraşanların çoğu kayıtsız

üretici durumundadır. Kentsel tarım her ne kadar kent içlerinde geleneksel olarak gerçekleşiyor olsa da; kayıt dışı olması nedeniyle kentlerin sosyoekonomik ve ekolojik yapısına olan katkısı hala tam olarak algılanamamıştır.

Günümüze kadar tarım yalnızca kırsal bir faaliyet olarak görülmüş, tarımın kent içindeki rolü politika yapımcılar tarafından göz ardı edilmiştir. Kentsel tarım son birkaç yıldır araştırma alanlarında artan bir ilgi uyandırmıştır. Çoğu planlamacı ve akademisyen tarafından kent ve tarım kavramları yakın zamanda eşleştirilmiştir. Kentsel tarımın önemi yeni yeni kavranmış, çevresel faydaları henüz kabul edilmeye başlanmıştır. Ancak Türkiye'de kentsel tarımın belediye imar ve politikalarına dâhil edilmesi konularında herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bazı yerel yönetimler tarafından kentsel tarım ile ilgili sözleşme ve protokoller oluşturulmuş olsa da; ulusal ya da bölgesel mevzuatlarda "Kentsel Tarım" kavramına yer verilmemiştir. Türkiye'de tarımın kentsel sistem ve politikalara nasıl bütünleştirileceği, kentsel tarımla ilgili en önemli konulardan biridir. Mevcut düzenlemeler çerçevesinde bu iş oldukça zordur.

Kentsel tarım mevzuatının oluşturulması ile sağlayacağı doğrudan ve dolaylı faydalar Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kentsel tarım mevzuatının sağlayacağı faydalar (Orijinal)

Alanı	Sağladığı Faydalar
EKONOMİK	Ekonomik kalkınmanın teşvik edilmesi Kentlerin tarımsal bağımsızlıklarının sağlanması Dış kaynaklara bağımlılığın azaltılması Yaşam koşullarının iyileştirilmesi Düşük gelirli insanlar için ek gelir sağlanması Yoksullukla mücadele
EKOLOJİK	Çevre sağlığının korunması Gıda güvenliğinin sağlanması Yeşil alan miktarının artırılması Ekolojik dengenin korunması Kentsel sürdürülebilirliğin sağlanması Daha çevreci, daha sağlıklı ve daha güçlü kentlerin oluşturulması
SOSYAL	Sosyal bütünleşme Sosyal ağların güçlendirilmesi Sosyal ve bilişsel gelişim Toplulukları güçlendirme Kent estetiği
SAĞLIK	İnsan sağlığının korunması Sağlıklı beslenme Sağlıklı gıdalara erişim Fiziksel aktivitenin sağlanması Stresin azaltılması Psikolojik açıdan sağladığı faydalar

Kentsel tarımın sağladığı potansiyel faydalara rağmen, kentsel tarım faaliyetlerinden kaynaklanan bazı riskler de söz konusu olabilir. Bu risklerin en önemli sebebi yönetim eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Kırsal tarım gibi, kentsel tarım da uygun şekilde yönetilmez ve uygulanmazsa sağlık ve çevre açısından riskler oluşturur.

Kentsel tarımı herhangi bir yasak altına alabilecek düzeyde akademik sonuçlar elde edilmemiş olsa bile kentsel tarım aktivitesi yaygınlaştıkça bu konuya duyulan şüpheler her zaman devam edecektir (Yılmaz, 2015).

Hedrickson ve Porth'a göre (2012) kentsel tarımın oluşturduğu riskler Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Kentsel tarımın riskleri (Hedrickson ve Porth, 2012)

Kentsel Alanlar İçin Yarattığı Riskler	
Fiziksel Çevre	- Toprak, su, enerji ve emek üzerinde artan rekabet - Kirlilik emilimi için azalmış çevresel kapasite - Şehirlerdeki yüksek seviyelerdeki hava kirleticileri varlığı ve toprak ile suyun mikrobik kirliliği
Ekonomik Çevre	- Sınırlı üretim miktarı - Değişken mevsimsel ürün kalitesi
Sosyal Çevre	- Pestisit ve fosil yakıtların aşırı kullanımından kaynaklanan çevre ve sağlık riskleri

Kentsel tarım ile ilgili terimlerin net olarak belirtilmeden bir düzenlemenin oluşturulması karışıklığa yol açabilir. Bu nedenle öncelikle kavramsal çerçevenin oluşturulması gerekmektedir (Tablo 5).

Kentsel tarımla ilgili bir kavramsal çerçevenin oluşturulması, temel kavramların derlenmesi, sistemleştirilmesi ve açıklanması anlamına gelir. Kavramsal çerçeve dil ve kavramlar konusunda fikir birliği oluşturur ve kentsel tarım çalışmalarına rehberlik eder. Kavramsal çerçevenin oluşturulmasından sonra kentsel tarım mevzuatının oluşturulması, kentsel tarımı yasaklayıcı ve sınırlayıcı düzenlemelerin yeniden değerlendirilmesi ve kentsel tarımın kalkınma ve imar planlarına entegre edilmesi gerekir.

Kentsel tarım uygulamaları bölgeden bölgeye göre değişmekte olup, farklı tip, ölçek ve konumlarda yapılmaktadır. Belirsiz düzenlemeler kentsel gıda üretimini caydırabilir. Üreticiler belirsizlikten kaynaklı olarak bir ihlal veya ceza korkusu nedeniyle gıda üretmekten kaçınırlırlar. Kent içerisinde hangi bölgelerin kentsel tarıma ayrılacağı net olarak belirtilmelidir. Kentsel tarım için izin verilen arazi kullanımının belirlenmesi, üreticilere daha fazla kalıcılık ve yetki sağlar. Kentsel tarım için potansiyel olarak kullanılacak alanların belirlenmesi mikro planlama unsurlarını içermelidir. Kentsel tarım üretim ölçeğine göre büyük ölçekli alanlar kent çeperinde, küçük ölçekli alanlar ise kent merkezine yakın yerlerde konumlandırılmalıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Kentsel tarım üretim ölçeği (Orijinal)

Tablo 5. Türkiye’de kentsel tarım ile ilgili yapılacak yasal düzenleme ve uygulamalar (Orijinal)

Düzenleme ya da Uygulama Alanı	Düzenlemenin ya da Uygulamanın Adı	Ulusal	Yerel
YÖNETİMSEL	Kentsel tarımla ilgili kavramsal çerçevenin oluşturulması	X	
	Kentsel tarım mevzuatının oluşturulması	X	X
	Kentsel tarımı yasaklayıcı ya da sınırlayıcı düzenlemelerin yeniden düzenlenmesi	X	X
	Kentsel tarımın kalkınma planlarına dâhil edilmesi	X	
	Belediye imar ve politikalarına dâhil edilmesi		X
	Katılımcı yaklaşımın benimsenmesi (Kamu sektörü, özel sektör, halk ve sivil toplum paydaşları)	X	X
	İl bazlı kentsel tarım planlarının oluşturulması		X
	Kentsel tarım çalışma gruplarının oluşturulması	X	X
	Karma kullanımlı arazi kullanım planlaması ve mikroplanlamanın yapılması	X	X
	Kentsel tarım üreticilerinin kayıt altına alınması	X	X
EKONOMİK	Kentsel tarım üreticilerinin arazi ediniminin sağlanması	X	X
	Arazi bankasının kurulması	X	
	Kamu alanlarının kullanımının sağlanması	X	
	Kentsel tarım form, ölçek ve işletme büyüklüklerinin belirlenmesi	X	X
	Yerel üretici pazarlarının oluşturulması		X
	Üretici ve tüketici arasında ticari bir dağıtım sisteminin oluşturulması	X	X
	Kent içinde tarımsal amaçlı arazi kullanımlarında vergi indirimini ya da muafiyetinin getirilmesi	X	X
	Kentsel tarım üreticilerine finansman desteğinin sağlanması	X	X
	Kentsel tarım üreticilerine ana tarımsal girdi desteğinin sağlanması	X	X
	Kentsel tarım üreticilerine araştırma ve teknoloji desteğinin sağlanması	X	
SOSYAL	İl düzeyinde topluluk bahçelerinin tesis edilmesi	X	X
	Kentsel tarım eğitim programlarının düzenlenmesi		X
	Yenilikçi ve sürdürülebilir kentsel tarım projelerinin desteklenmesi	X	X
	Kentsel tarımda kadının rolünün güçlendirilmesi	X	X
EKOLOJİK	Gıda güvenliğinin sağlanması	X	X
	Yerel gıda üretiminin desteklenmesi	X	X
	Hastalık ve zararlılar ile mücadelede biyolojik mücadele yöntemlerinin uygulanması	X	X
	Organik tarım, ekolojik tarım ve iyi tarım uygulamalarının belirlenmesi	X	X
	Ticari gübreler ve zirai mücadele ilaçlarının kullanımının sınırlandırılması ve kontrol altına alınması	X	X
	Endüstriyel atıklar, taze katı organik atıklar ve kentsel atık su kullanımının düzenlenmesi	X	X
	Kent içi hayvan yetiştiriciliği ile ilgili düzenlemelerin yapılması	X	X
	Trafığe yakın alanlarda yapılacak kentsel tarım faaliyetleri ile ilgili düzenlemelerin yapılması	X	X

Kentsel tarımın önündeki engellerden biri de arazi edinimidir. Kentsel tarım yapmak isteyen herkesin araziye erişimi mümkün değildir. Kendi yiyeceklerini üretmek isteyen sakinler, arazi kiralama ücretlerini ödeyecek mali imkânlarla sahip olmayabilir. Kentsel arazi kullanım güvencesinin olmaması kentsel tarımın devamlılığını gölgelemektedir. Oluşturulacak düzenlemeler kapsamında kentsel tarım için arazi kiralınmasına yardımcı olacak maddeler yer almalıdır. Kolaylaştırıcı yasal bir çerçevenin temel unsurlarından biri, güvenli kullanım hakkı sağlayan düzenlemeler kapsamında kentsel tarıma uygun araziye erişime izin vermektir. Diğer taraftan bir Arazi Bankasının kurulması, arazi edinimini kolaylaştıracaktır (Tablo 5).

Kentsel alanlarda yoksul kent sakinlerinin arazi sahibi olma ve kullanımı ile ilgili vergilendirmeler için net kurallar konulmalıdır. Vergi muafiyeti ya da indirim, bir kentsel arazi politikasını teşvik etmek için önemli bir yöntemdir (Tablo 5).

Kentsel tarım faaliyetlerine zemin oluşturulmasında önemli bir adım, mevcut imar kanununda bulunan tüm açık engellerin kaldırılmasıdır. İmar mevzuatları genellikle kentsel tarım faaliyetlerini özellikle yasaklamak için yazılmazken, açık izin olmaması potansiyel yetiştiricileri caydırabilir. Diğer taraftan kentsel tarım konusundaki yasal çerçevenin tek başına işleyemeyeceği, mevcut ve gelecekteki yasalar ile etkileşime girmesi gerektiği kabul edilmelidir. Nitekim çevre koruma, gıda üretimi ve güvenliği, gıda ürünlerinin satışı, arazi kullanımı ve mekânsal planlama, mülk edinimi, atık su yönetimi gibi alanlara ilişkin düzenlemelerin buna göre yeniden düzenlenmesi gerekebilir.

Kentsel tarım ile ilgi yasal düzenlemelerde yer alacak kurum ve kuruluşlar Tablo 6’da gösterilmektedir. Kentsel tarımla ilgili yapılacak düzenlemelerin oluşturulmasında daha katılımcı bir yaklaşım sergilenmelidir. Bu konuda kamu sektörü, özel sektör, halk ve sivil toplumdaki tüm paydaşların küresel, ulusal ve yerel düzeylerde birlikte çalışması daha sağlıklı sonuçlar ortaya çıkarır.

Tablo 6. Kentsel tarım mevzuatının oluşturulmasında görev alacak kurum ve kuruluşlar (Orijinal)

Mevzuat Ölçeği	Kurum/Kuruluş adı
ULUSAL	Tarım ve Orman Bakanlığı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sağlık Bakanlığı Kültür ve Turizm Bakanlığı Adalet ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
YEREL	Yerel İdareler Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Sivil Toplum Kuruluşları Özel Sektör Temsilcileri

Diğer bir konu, kentsel tarımda kadının rolüdür. Dünyadaki kentli üreticilerin büyük bir çoğunluğu kadındır. Kampala'da tarım işletmelerinin % 80'inde yalnızca kadın emeğinden faydalanılmaktadır. Kenya'da bu oran % 56'dır. Kamerun, Yaound'de, sebze yetiştiren kentsel çiftçilerin % 87'si kadınlardan oluşmaktadır. Polonya, Tayland, Senegal ve Zimbabve, kadın üreticilerin kentli erkek üreticilerden daha fazla olduğu söylenen diğer ülkelerdir (Dubbeling ve Merzthal, 2006). Kentsel tarım çalışmalarında kadınların rolünün belirlenmesi için öncelikle kentsel tarım faaliyetlerinde çalışan kişilerin tanımlanması gerekmektedir.

Kent içerisinde sadece ticari olmayan, kar amacı gütmeyen üretimlere izin verilmelidir. Ticari tarımsal faaliyetlerin bir sanayi bölgesi, fabrika vb. tesislerden farkı bulunmamaktadır. Hobi amaçlı kullanımın ticari amaca dönüştürülmemesi için hazırlanacak maddelerin yaptırım gücü yüksek olmalıdır. Kentsel tarım alanlarından elde edilen ihtiyaç fazlası ürünlerin yerinde satışına mevzuat dâhilinde izin verilmelidir. Bazı imar yasaları, kentsel üreticilerin elde ettikleri ürünleri mahallinde satışına izin vermeyebilir. İhtiyaç fazlası ürünlerin yerinde satışına izin verilmesi, mahalledeki tüketicilerin sağlıklı gıdalara erişimini artırabilir.

Kentsel tarım içinde en hassas konulardan biri kent içinde hayvan yetiştiriciliğidir. Birçok kentte kent sakinlerinin hayvan beslemesi yasaklanmıştır. Kent içinde hayvan yetiştiriciliği gürültü, kötü koku, rahatsızlık verme, tehlike oluşturma gibi istenmeyen durumlara neden olabilir. Bu durum diğer mülk sahiplerinin haklarını da etkiler. Hayvanları kısıtlamaya yönelik düzenlemeler, bölge sakinlerinin süt, yumurta, bal veya balık ürünleri gibi ek yiyecekler üretmesini sınırlandırabilir. Kent içinde hayvan yetiştiriciliği ile ilgili kurallar net olarak belirlenmelidir. Bu kurallar genel olarak evlerin ön ya da arka bahçelerinde, konutlarda kedi ve köpek yetiştiriciliği, kümes hayvanı yetiştiriciliği, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, büyükbaş hayvan yetiştiriciliği, sokak hayvanlarının barındırılması konularını içerir.

Kent içinde küçük ölçekli tarımsal faaliyetlerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkisi minimum düzeyde olsa da

insan sağlığını ve çevreyi korumak için bir takım düzenleme ve izinlere ihtiyaç vardır. Kentsel tarımın, kentsel gelişim, çevre koruma, sürdürülebilirlik veya diğer kapsamlı kalkınma planlarıyla ilgili düzenlemelerle yakından bağlantılı olması önemlidir. Bu nedenle, mevzuatın temel sağlık önlemlerinin benimsenmesini teşvik eden hükümler içermesi çok önemlidir.

Türkiye'de kentsel tarım, ağırlıklı olarak kentlerde ve kent çevrelerinde yaşayan küçük çaplı aile çiftlikleri tarafından, doğrudan ürün satışı konusunda sağladığı eşsiz fırsatlar nedeniyle tercih edilecek güçlü bir araçtır. Ayrıca kent içinde zararlılar ile yapılacak mücadelede biyolojik mücadele yöntemlerinin kullanımının başlatılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Biyolojik mücadele yöntemlerinin yaygınlaştırılması ve kimyasal madde kullanımının azaltılması ile insan ve çevre sağlığı korunur.

Kentsel tarımda başarının sağlanması için devlet destekleri önemli bir yer tutmaktadır. Kentsel tarımın teşvik edilmesi için yapılması gereken devlet destekleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Kentsel tarımın teşvik edilmesi için yapılması gereken devlet destekleri (Orijinal)

Destek Çeşidi	Açıklamalar
Ana tarımsal girdi desteği	Toprak ve su kentsel tarım için önemli kaynaklardır. Toprağın ve suyun etkin kullanımı, şehir planları ve yerel yetkililer açısından büyük önem taşımaktadır.
Araştırma ve teknoloji desteği	Modern kent tarımının gelişimi ile ilgili yeniliklere odaklanan araştırmalar teşvik edilmelidir.
Finansman desteğinin sağlanması	Kentli üreticilerin kredi ve yatırımlara yeterince ulaşamaması, kentsel tarımın gelişimini sınırlandıran bir faktör olarak görülmektedir.
Eğitim desteği	Eğitim, kentsel tarımın gelişimini motive etmede güçlü bir rol oynamaktadır. Bu nedenle eğitim ve rehberlik hizmetlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.
Pazarlama ve dağıtım desteği	Üreticilerin ürünlerinin düşük fiyatla satış mağduriyetinin giderilmesi ile tüketicilerin sağlıklı, ucuz ve taze gıdaya erişimi için üreticiler ile tüketiciler arasındaki pazarlama ve dağıtım kanallarının oluşturulması gerekmektedir.

4. Sonuç

Türkiye'de uygulanan tarımsal politikalar gereği destekler genel olarak kırsal alanlara yönlendirilmektedir. Türkiye kentsel tarımla ilgili olarak önemli potansiyellere sahip olmasına rağmen bu imkânlar olmadan başarının sağlanması, gelir elde edilmesi ve tarımın kentle bütünleştirilmesi mümkün değildir. Kentli üreticilerin büyük çoğunluğu, ihtiyaç duydukları yatırım olanaklarına ulaşamadıkları için üretim kapasitelerini artıramamaktadır. Kentsel tarımla ilgili düzenleme ve

teşviklerin sağlanması ile kentsel tarımın önündeki engeller kaldırılarak tarımın kentle entegrasyonu daha da kolaylaştırılabilir.

Sağlıklı gıdalara erişimin artırılması, toplumun sürdürülebilir kalkınmasının teşvik edilmesi ve yerel ürünlerin temin edilmesi konusundaki faydaları nedeniyle kentsel tarım, son yıllarda popüler bir ivme yakalamıştır. Kent içinde sürdürülebilir gelişmeyi sağlamak için, politikalarda önemli değişimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Kentlerin artan sorunlarını çözmek için büyük bir güç gerekmektedir. Sürdürülebilir kentler oluşturmaya yönelik fikrî çalışmalar yaygınlaşmaya başlamış olsa da, bu çalışmalar yeterli düzeyde uygulamaya yansıtılmamıştır.

Kent içinde yürütülecek tarımsal faaliyetlerinin önündeki en büyük engel yasal düzenlemeler konusundaki eksikliklerdir. Türkiye'de kentsel tarımla ilgili herhangi bir yasal mevzuatın bulunmaması, kentsel tarımın başarısını gölgelemekte ve yaygınlaşmasını da engellemektedir. Bu nedenle dünyadaki örnek kentsel tarım uygulamaları ve düzenlemeleri de göz önünde bulundurularak Türkiye'ye özgü, her kentte tarımı ve kentsel gıda sistemini destekleyen, düzenleyici, ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde yasal mevzuatların oluşturulması, Türkiye'de kentsel tarım bilincinin oluşturulması ve yaygınlaştırılması açısından son derece önem arz etmektedir.

Kentsel tarımın rolünü güçlendirmek için alınması gereken bir takım önlemler vardır. Kentsel tarımın yasallaştırılması, kentsel gıda tedariki için önemli bir adımdır. Kentsel tarım için yasal bir çerçeve oluşturmak, gıda hakkının korunmasına ve uygulanmasına yönelik önemli bir stratejidir. Türkiye'de daha sistematik ve düzenli uygulamaların sağlanması için kentsel tarım mevzuatının oluşturulması gereklidir. Oluşturulacak yasal kentsel tarım mevzuatı, kentsel gelişim planlarının veya arazi kullanım planlarının oluşturulmasında bir rehber niteliği taşıyabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda, Yaşar MENTEŞ tarafından, Doç. Dr. Füzün ASLAN danışmanlığında tamamlanan "Sürdürülebilir Kentsel Gelişimin Sağlanmasında Kentsel Tarım Deneyimleri, 'Türkiye için Öneriler'" başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Anonim (2021a). https://tr.wikipedia.org/wiki/Gerilla_bah%C3%A7ecili%C4%9Fi#:~:text=Gerilla%20bah%C3%A7ecili%C4%9Fi%2C%20genellikle%20terk%20edilmi%C5%9F,temizlendi%C4%9Fi%20i%C3%A7in%20gerilla%20ad%C4%B1n%C4%B1%20almaktad%C4%B1r (erişim tarihi: 15 Şubat 2021).

Anonim (2021b). <https://healthyfoodpolicyproject.org/key-issues/zoning-for-urban-agriculture> (erişim tarihi: 15 Şubat 2021).

Anonim (2021c). <https://habitat.csb.gov.tr/habitat-konferanslari-i-5746> (erişim tarihi: 15 Şubat 2021).

Anonim (2021d). https://tr.wikipedia.org/wiki/Avrupa_Birli%C4%9Fi%27nin_Ortak_Tar%C4%B1m_Politikas%C4%B1#:~:text=Avrupa%20Birli%C4%9Fi%20Ortak%20Tar%C4%B1m%20Politikas%C4%B1,s%C3%BCbvansiyon%20ve%20tar%C4%B1m%20planlanmas%C4%B1%20program%C4%B1d%C4%B1r.&text=Ortak%20Tar%C4%B1m%20Politikas%C4%B1'n%C4%B1n%20amac%C4%B1,ve%20ayr%C4%B1ca%20k%C4%B1rsal%20miras%C4%B1n%20korunmas%C4%B1 (erişim tarihi: 20 Şubat 2021).

Anonim (2021e). <http://www.postseyyah.com/yedikule-bostanlari/> (erişim tarihi: 19 Şubat 2021).

Anonim (2021f). https://en.wikipedia.org/wiki/Brundtland_Commission#Structure (erişim tarihi: 10 Kasım 2021).

Anonim (2021g). <https://www.magmadergisi.com> (erişim tarihi: 11 Kasım 2020).

Anonim (2021h). <https://www.demokrathaber.org> (erişim tarihi: 11 Kasım 2020).

Cabannes Y (2012). Pro-poor Legal and Institutional Frameworks for Urban and Peri-urban Agriculture. FAO, Rome.

Curry NR, Reed M, Keech D, Maye D, Kirwan J (2014). Urban agriculture and the policies of the European Union: the need for renewal. *Spanish Journal of Rural Development*, V (1): 91-106.

Gray L, Diekmann L, Algert S (2017). North American urban agriculture: barriers and benefits, in: Winkler Prins, A. (eds.), *Global Urban Agriculture*. CAB International, Boston, USA, pp. 24-37.

James S (2016). *Farming on the Fringe, Peri-Urban Agriculture, Cultural Diversity and Sustainability in Sydney*. Springer International Publishing, Switzerland.

Korkut A, Kiper T, Topal TT (2017). Kentsel peyzaj tasarımı ekolojik yaklaşımlar. *Artium*. 14-26.

Mougeot LJA (2005). *Agropolis, The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture*, London, UK.

Pawlowski T (2018). From Food Deserts to Just Desserts: Expanding Urban Agriculture in U.S. Cities through Sustainable Policy, 26 *Brook. L. Sch. J. Affordable Housing & Community Development L.* 531, 536

Philips A (2013). *Designing Urban Agriculture: A Complete Guide to the Planning, Design, Construction, Maintenance, and Management of Edible Landscapes*. Canada.

Rasouli S (2012). *Sürdürülebilir Kentsel Tasarımda Kentsel Tarımın Rolü, “İstanbul Örneği”*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Swedish International Development Agency (Sida), (2003). *Annotated Bibliography on Urban Agriculture*. Stockholm, Sweden.

Topal AK (2004). Türkiye’nin kentleşme sürecinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Türk İdare Dergisi*. 107-130.

Yılmaz Ç (2015). *Kentsel Tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye’deki Geleceği*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. AB Uzmanlık Tezi.

Şeftali Fidan Üretiminde Aşı Başarısı Bakımından Anaç Çapı ve Kalem Dinlenmesinin Etkileri: 'Artemis – Garnem' Örneği

Abdullah KANKAYA¹, Mehmet POLAT², İlknur ESKİMEZ²,
Kerem MERTOĞLU*³

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 150-153, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 150-153, 2021

Özet: Modern meyve yetiştiriciliğinde anacın üstün özelliklerinden yararlanmak amacıyla vejetatif çoğaltım yöntemlerinden aşı tercih edilmektedir. Bu sebeple, aşı başarısını etkileyen faktörlerin tespiti oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında, 'Garnem' - 'Artemis' kombinasyonu kullanılarak anaç çapının ve kalem dinlenmesinin aşı başarısı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda, anaç çapının artışına paralel olarak aşı başarısının da arttığı tespit edilmiştir. Aşısı tutan anaçların ortalama çap değeri 4,62 mm olarak ölçülürken, bu değer aşısı tutmayan anaçlarda 3,97 mm olarak tespit edilmiştir. Benzer etki kalem dinlenmesinde de gözlemlenmiş olup, dinlenmiş olan kalemlerle yapılan aşılamalarda, aşı başarısı %84,00 olarak bulunurken, bu değer dinlenmeye tabi tutulmayan gözlerle yapılan aşılarda %65,14 düzeylerine kadar düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca dinlenmiş kalemlerle yapılan aşılarda, gözlerin daha erken sürmeye başladığı da gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Garnem, Artemis, anaç çapı, aşı başarısı, kalem dinlenmesi, şeftali

Effects of Rootstock Diameter and Scion Rest on Grafting Success in The Production of Peach Seedling: A Case Study With 'Artemis – Garnem'

Abstract: In modern fruit cultivation, grafting is preferred among vegetative propagation methods in order to benefit from the superior characteristics of the rootstocks. For this reason, the factors affecting the success of the grafting is extremely important. In scope of this study, the effects of rootstock diameter and scion rest on graft success were investigated by using the combination of 'Garnem' - 'Artemis'. In line with the results, it was determined that the success of the grafting increased in parallel with the increase in rootstock diameter. The average diameter of rootstocks that show graft success was measured as 4.62 mm, while this value was found to be as 3.97 mm in rootstocks belonging unsuccessful graft. Same effect was also seen for scion rest. While the success of the vaccine was found to be 84.00% in the vaccinations made with the rested pens, it was determined that this value decreased to 65.14% in the vaccines made with the eyes that were not rested. Percentage of graft success was found to be 84.00% in the combination that made with the rested scion, whereas it was determined that this value decreased to 65.14% in the combination that made with the buds not subjected to rest. In addition, sprout of buds were became earlier in the grafting that made with rested scion.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
kmertoglu@ogu.edu.tr

Alınış (Received): 27/07/2021
Kabul (Accepted): 07/10/2021

¹Elma Tarım ve Tarım Aletleri Gıda Nakliyat Turizm Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.,
Isparta, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Isparta, Türkiye.

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
Eskişehir, Türkiye

Keywords: Garnem, Artemis, rootstock diameter, graft success, scion rest, peach

1. Giriş

Rosales takımı, *Rosaceae* familyasının *Prunoideae* alt familyası içerisinde yer alan şeftali, sert çekirdekli meyve türleri içerisinde kayıtsızdan sonra yetiştiriciliği en fazla

yapılan türdür. Ülkemiz ılıman iklim koşullarında ve subtropik iklime sahip yörelerin yüksek rakımlı bölgelerinde, ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir (Özçağır ve ark., 2003).

Farklı ekolojik koşullara adaptasyonu ve barındırdığı çeşit zenginliği ile üretimi vejetasyon boyunca sürdürülebilir şeftali, iyileşen muhafaza şartları sayesinde neredeyse tüm yıl pazarda bulunabilmektedir. Sahip olduğu aroma sayesinde sevilen tüketilen ve tüm bu özellikleri ile meyve talebinin karşılanması bakımından önem taşıyan bir türdür (Özçağırın ve ark., 2003). Ayrıca sahip olduğu zengin ve çeşitli biyokimyasal içerik sayesinde, antioksidan etkisi yüksek bir meyvedir (Şengül ve ark., 2018). Şeftali meyvesi, taze olarak tüketiminin yanında meyve suyu, reçel ve marmelat yapımı gibi çeşitli endüstriyel ürünlerde de ham madde olarak kullanılmaktadır. Tüm bu durumlara paralel olarak, şeftali plantasyonunun ve üretiminin son yıllarda oldukça arttığı görülmektedir. Nitekim 2000 yılında sırası ile 35.415 ha ve 430.000 ton kadar olan şeftali yetiştiriciliği alanı ve üretimi, 2018 yılında 46.294 ha ve 830.577 ton düzeylerine kadar yükselmiş olup, ülkemiz Dünya'da, potansiyel üretici konumundan bulunan ilk 5 ülke arasında yer almaktadır. Standardizasyonu yakalamada iyi yönde olduğumuz bu türde, 2018 yılı ihracat rakamımız 110.000 ton düzeylerinde gerçekleşmiş olup, Dünyada en fazla ihracat yapan 4. ülke pozisyonunda yer almaktayız (FAO, 2021).

Üretimde kalite ve verimin artırılması amacıyla modern meyve yetiştiriciliğinde klonal anaç ve adına doğru fidan temini oldukça önemlidir. Şeftali yetiştiriciliğinde yabancı tozlanma ve heterozigot yapıdan kaynaklı açılmalar sebebiyle, ticari yetiştiricilikte vejetatif çoğaltım yöntemleri daha çok tercih edilmektedir. Vejetatif yöntemlerle çoğaltılan anaçlar ana bitkiyle aynı özelliklere sahip olup, homojen gelişme göstermektedir. Bu sebeple bir örnek bahçeler tesis edilebilmekte, pazarlama ve üretim açısından standart yetiştiricilik yapılabilmektedir (Akça, 2000; Rom ve Carlson, 1987). Ekolojik faktörler, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, meyve kalitesi, verim gibi birçok faktör göz önüne alındığında üretimin ekonomik ve sürdürülebilir olması bakımından klonal anaçlar oldukça önemli bir yere sahiptir (Eskimez ve ark., 2020).

Garnem anaç, kireçli ve ağır bünyeli topraklara kolay adapte olabilen, kök-ur nematoduna (*Meloidogyne spp.*) dayanıklı, şeftali, erik, ve badem gibi sert çekirdekli ve sert kabuklu türlerde yaygın olarak kullanılan kuvvetli bir anaçtır. Artan plantasyonu karşılamak üzere, son yıllarda çiftçiye hastalık zararlılardan arı, ucuz ve kısa zamanda üretim materyali temini için, anaçlar doku kültüründe üretilmekte olup, belirli bir gelişim aşamasına geldiğinde istenilen çeşitler üzerlerine aşılanmaktadır. Ancak, istenilen düzeyde aşı tutumunun elde edilebilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Aşı başarısını etkileyen genetik, çevresel ve biyolojik birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar; sıcaklık, nem, hastalık ve zararlılar, aşılama zamanı, anaç-kalem uyumu ve aynı zamanda kalemin dinlenme durumu olarak nitelendirilebilir. Aşı yapılacak olan kalem aşı tarihinden

önce soğuk hava deposunda 2-4 derecede aşı yapılacak tarihe kadar bekletilebilir. Uygun şartlarda nem kaybı olmadan bekletilen kalemlerdeki aşı başarısının oldukça iyi olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Bekişli ve ark., 2015; Sucu, 2012). Bu çalışmada 'Garnem' anaç üzerine aşılanan 'Artemis' çeşidinde anaç çapının ve dinlenmiş gözün aşı başarısı üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel materyal

Çalışma, 2020 yılında, Isparta ili, Atabey ilçesinde bulunan Elma Tarıma ait tam otomasyonlu serada yürütülmüştür. Materyal kapsamında, anaç olarak 'Garnem', kalem olarak ise 'Artemis' çeşidi kullanılmıştır.

2.2. Metot

Çalışmada kullanılan anaç doku kültürü yöntemi ile üretilmiş olup, kalemler ise damızlık parselinden alınmıştır. Tüm gruplarda kültürel işlemler eksiksiz olarak yerine getirilmiştir. Dinlenmiş gözlerin kalemleri, 2019 yılının Aralık ayında alınarak aşı yapılan tarihe kadar nemli bir beze sarılıp naylon poşete konularak 5°C ısıya sabitlenmiş soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Dinlenme olmaksızın aşı yapılan gözlerin kalemleri ise aşı günü alınmıştır. Aşılama işleminden önce, anaçlar üzerinde aşı yapılacak olan nokta işaretlenmiş ve bu noktaların kuzey güney ve doğu-batı istikametlerinden olacak şekilde çapları ölçülmüştür. Elde edilen iki değerin aritmetik ortalaması alınarak her bir anaçta ait çap değerleri tespit edilmiştir. Aşılamalar, yongalı göz aşısı yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Aşılama işlemini takiben, aşı bandı ile aşı noktası sıkıca sarılmıştır. Aşı tarihinden itibaren 10 günlük periyotlarla olmak üzere iki defa tepe vuruşu gerçekleştirilmiş olup, ikinci tepe vuruşu işleminden sonra aşı bantları açılmıştır. Bu dönemden sonra günlük gözlemlere devam edilmiş ve tutan aşılar ile tutmayanlar birbirlerinden ayrılmıştır. Aşıların tutmasında, gözlerin yeşil ve canlı olması, gözün sürmesi ve sağlıklı bir şekilde gelişim göstermesi dikkate alınmıştır. Tutan aşıların, yapılan toplam aşı sayısına bölünüp, 100 ile çarpılması neticesinde aşı tutum oranı (%) tespit edilmiştir. Aşılama işlemlerine ve gözlerin sürmeye başladığı tarihlere ait bilgiler ve görseller Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir. Sera içerisinde havalandırma ve spring sistemleri ile sıcaklık ve nem sırası ile 28°C ve %70 düzeylerinde tutulmuştur.

Tablo 1. Çalışmada incelenen örneklere ait gözlemler

	Dinlenmiş	Dinlenmemiş
Aşı tarihi	29.07.2020	20.07.2020
Gözlerin patlama zamanı	06.08.2020	05.08.2020

Araştırma 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre



Şekil 1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyallere ait görüntüler

planlanmış elde edilen sonuçlar Minitab 17 paket programı kullanılarak T-testine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Anaçların stres faktörlerini elemine etmedeki etkisi, erkencilik, verim ve kaliteye olan pozitif etkileri sebebiyle, modern meyve yetiştiriciliğinde kullanımları giderek artmaktadır. Bu bağlamda, aşı başarısı üzerine etki eden faktörlerin tespiti oldukça önemlidir. Çalışmada, 'Garnem' anacı üzerine aşıllı 'Artemis' çeşidinde, anaç çapının aşı tutma başarısı üzerine etkilerine ait bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Sonuçlar doğrultusunda, fidan çapı bakımından aşısı tutan ve tutmayan anaçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Aşısı tutan anaçların ortalama çap değeri 4,62 mm olarak ölçülürken, bu değer aşısı tutmayan anaçlarda 3,97 mm olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Anaç çapının aşı tutma başarısı üzerine etkisi

	Bitki sayısı	Anaç çapı (mm)
Tutan	144	4,62±0,71 A
Tutmayan	48	3,97±0,75 B

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$).

Kalem dinlenmesinin aşı başarısı üzerine olan etkileri istatistiksel düzeyde önemli bulunmuş olup, bulgular Tablo 3'te verilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, dinlenmiş olan kalemlerde aşı başarısı %84,00 olarak bulunurken, bu değer dinlenmeye tabi tutulmayan gözlerle yapılan aşılarla %65,14 düzeylerine kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Tablo 3. Kalem dinlenmesinin aşı tutma başarısı üzerine etkisi

	Dinlenmiş	Dinlenmemiş
Aşı tutma (%)	84,00±4,20 A	65,14±4,98 B

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0,05$).

Literatür bulguları, anaç çapında meydana gelen artışa paralel olarak aşı tutum başarısının da arttığını bildirmekte olup, çalışma sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir

(Öztürk ve ark., 2011; Polat ve ark., 1999). Yapılan çalışmalar neticesinde, 4,5 mm ve üzeri anaç çapının aşı başarısı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Öylek ve ark., 2013; Bostan ve İslam 1998). Aşılamada kalem ve anacın kambiyum dokularının kesiştirilmesi en önemli hususlardan bir tanesi olup, kambiyum dokularının örtüştüğü yerde kallus dokusu ve nişasta birikimi ile ilk bağlantı kurulmaktadır. Bu birleşme sonucunda anaçtan kaleme doğru vasküler iletim demetleri olan floem ve ksilem elemanları oluşmaktadır. Bu dokular sayesinde meristematik dokular birleşmekte, iletim demetleri sayesinde su, bitki besin elementleri vb. gelişimi teşvik edici maddeler aşı noktasına taşınmaktadır. Bu olaylar sonucunda gözler sürmeye başlamaktadır. Anaç çapında gelişimin ileri düzeyde olması, kambiyum tabakasının çok katmanlı olmasına ve bu katmanların daha kalın düzeylerde olmasına imkan sağlamaktadır. Bu sebeple, anaç gelişiminin iyi olduğu aşılamalarda, gelişimi daha zayıf olan anaçlara göre başarının yüksek olması beklenen bir durumdur.

Aşılamadan sonra, aşıda birleşmeyi sağlayan kallus dokusu ve aşı köprüsünün oluşumu birçok faktörden etkilenmektedir. Anaç ve kalemin botanik akrabalık derecesi, aşılama zamanı, çevresel koşullar, anaç ve kalemin gelişim durumu ve aşıda gösterilen özen bunlar arasında gösterilebilir (Kadan ve Yarılgaç, 2005; Zenginbal ve ark., 2005). Ayrıca aşıda tutumu engelleyici etkisi bulunan bazı kimyasallar, kalemin dinlenmesi ile ya tamamen yok olmakta ya da miktar olarak azalmaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde bitkilerin tepe tomurcuğunda bulunan oksinlerin neden olduğu apikal dormansinin, kalemlerin olgunlaşmasını ve aşı gözlerinin sürmesini engellediği, bunun yanında yaralanmış yüzeyde biriken sekonder metabolitlerin (alkaloidler, glikozidler, fenoller, terpenoidler, taninler ve saponinler) ve bazı büyümeyi düzenleyici maddelerin (abscisik asit, etilen türevi bileşikler gibi) hücre duvarında birikerek, gözün sürmesini engellediği bildirilmektedir (Kalyoncu ve ark., 2013; Esra ve Üstün, 2008; Çetin, 2002). Bu sebeple, aşılamadan dinlenmiş kalemlerden alınan gözlerle yapılması daha uygundur.

4. Sonuç

Bu çalışmada 'Garnem' üzerine aşılı 'Artemis' çeşidinde kalem dinlenmesinin ve anaç çapının aşı başarısı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, anaç kalınlığının ve kalem dinlenmesinin aşı başarısı üzerine oldukça önemli olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre dinlenmiş kalemden alınan gözlerin aşı tutma oranında pozitif yönde önemli bir fark oluşturduğu gözlemlenmiş olup, bu gözlerin dinlenmemiş gözlerle nazaran daha erken sürmeye başladığı da tespit edilmiştir. Aynı zamanda anaç çapı arttıkça, aşı tutma oranının da arttığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Akça Y (2000). Meyve türlerinde kullanılan anaçlar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 46.
- Bekişli M, Gürsöz S, Bilgiç C (2015). Aşılı Asma fidanı üretiminde bazı anaç-çeşit kombinasyonlarının katlama odası performanslarının incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 19(1): 24-37.
- Bostan SZ, İslam A (1998). Kayısıda bir ve ki yaşlı çöğür anaçlarının fidan gelişimine olan etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22(3): 291-293.
- Çetin V (2002). Meyve ve sebzelerde kullanılan bitki gelişmeyi düzenleyiciler. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 2: 40-50.
- Eskimez İ, Mertoğlu K, Polat M, Korkmaz N (2020). Farklı uygulamaların M9 anacının gelişimi üzerine etkileri. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(1): 72-79.
- Esra K, Üstün AS (2008). Patojenlere karşı bitkilerde savunma ve antioksidanlar. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 24(1): 82-100.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2021. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (erişim tarihi: 03 Temmuz 2021).
- Kadan H, Yarılgaç T (2005). Van ekolojik şartlarında elma ve armutların durgun T-göz aşısıyla çoğaltılması üzerine bir araştırma. Yüzüncüyıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2): 167-176.
- Kalyoncu İH, Ersoy N, Yılmaz M, Aydın M (2013). Effects of branching applications on some endogenous hormone levels of semi-dwarf apple (*Malus communis* L.) saplings. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences, 3(1): 47-53.
- Öylek HŞ, Aslan A, Demirtaş MN, Avcı S (2013). Farklı çaplara sahip zerdali çöğürlerinin aşı başarısı ve fidan gelişimine etkisi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 6(2): 103-107.
- Özçağırın R, Ünal A, Özeker E, İsfendiyaroğlu M (2003). İliman iklim meyve türleri. Sert çekirdekli meyveler Cilt-I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 553.
- Öztürk B, Özcan M, Öztürk A (2011). Farklı anaç çapları ve aşılama zamanının kivi fidanı üretiminde aşı başarısı ve fidan büyümesi üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 17: 105-112.
- Polat AA, Kamiloğlu Ö, Durgaç C (1999). Değişik nitelikteki aşı kalemleri ile gövde kalınlığı farklı çöğürlerin yenidünyalarda aşı başarısı üzerine etkileri. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 23(5): 1125-1132.
- Rom RC, Carlson RF (1987). Rootstocks for fruit crops. Wiley, New York, USA.
- Sucu S (2012). Aşılama öncesi amerikan asma anaçlarına ön bekletme uygulamalarının fidan randımanı üzerine etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Şengül M, Topdaş EF, Doğan H, Serencam H (2018). Artvin ilinde geleneksel olarak üretilen farklı marmelat çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, antioksidan aktiviteleri ve fenolik profilleri. Akademik Gıda, 16(1): 51-59.
- Zenginbal H, Özcan M, Çelik H (2005). Hayward kivi çeşidinde farklı kalem aşılarının aşı başarısı üzerine etkileri. Bahçe, 34(1): 31-36.

Organik Ürün Tüketiminin Mevcut Durumu ve Tüketimi Etkileyen Faktörler: Isparta İli Örneği

Barina TURAN*¹, Vecdi DEMİRCAN¹

Özet: Bu çalışmada, Isparta ili kent merkezinde yaşayan tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgi düzeyleri, organik ürün tüketim tercihleri ve organik ürün tüketimlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anket sayısının belirlenmesinde "ana kitle oranlarına dayalı kümelendirilmiş tek aşamalı basit tesadüfi olasılık örnekleme" yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ana materyalini, Isparta ili kentsel alanda yaşayan 384 tüketici ile yüz yüze görüşülerek toplanan veriler oluşturmuştur. Çalışmada elde edilen verilere Ki-Kare analizi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tüketicilerin organik ürünleri genel olarak doğal ürün olarak tanımladıkları (%73.18) tespit edilmiştir. Katılımcıların %72.40'ının organik ürün tükettiği belirlenmiştir. Tüketicilerin organik ürünleri tercih etmesindeki en önemli etkenin sağlık faktörü olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin en fazla tükettiği organik ürünler sırasıyla yaş meyve ve sebze, yumurta ve süt olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin organik ürünleri güvenilir yerlerden almaya dikkat ettikleri saptanmıştır. Organik ürün tüketen tüketicilerin %43.17'si satın aldıkları ürünlerde sertifika bulunduğunu belirtmişlerdir. Tüketicilerin organik ürünleri köylerden, semt pazarından ve tanıdıkları üreticiden satın aldıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin büyük bir çoğunluğu, organik ürünlerin fiyatlarının pahalı olduğunu vurgulamışlardır. Tüketicilerin %84.53'ü organik ürünler hakkında yeterince tanıtım yapılmadığını düşünmektedir. Tüketicilerin organik ürünlerden haber oldukları bilgi kaynağı internet olarak belirlenmiştir. Ki-Kare analizi sonuçlarına göre eğitim seviyesi ve gelir düzeyi yüksek tüketicilerin satın aldıkları organik ürünlerde sertifika bulunma oranının da daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik ürün, tüketim, tüketici tercihi, tüketimi etkileyen faktörler

Current Situation of Organic Product Consumption and Factors Affecting the Consumption: The Case of Isparta Province, Turkey

Abstract: The study aimed to determine the knowledge levels of consumers living in the city centre of Isparta province about organic products, their organic product consumption preferences and the factors affecting their organic product consumption. The "clustered one-stage simple random probability sampling based on population ratios" method was used to determine the number of questionnaires. The main material of the study was the data collected by face-to-face interviews with 384 consumers living in the urban area of Isparta province, Turkey. Chi-square analysis was applied to the data obtained in the study. According to the research results, it was determined that consumers generally defined organic products as natural products (73.18%). It was seen that 72.40% of the participants consumed organic products. It was also determined that the most important factor in consumers' preference for organic products was the health factor. The most consumed organic products were fresh fruit and vegetables, eggs and milk, respectively. It was determined that consumers paid attention to buy organic products from reliable places. The 43.17% of consumers consuming organic products stated that they had certificates in the products they purchase. It was determined that consumers buy organic products from villages, neighbourhood markets and producers they know. The vast majority of consumers emphasized that organic products were expensive. 84.53% of consumers thought that there was not enough promotion about organic products. The information source that consumers are aware of about organic products was determined as the internet. According to the results of Chi-Square analysis, it was determined that the rate of having certificates in organic products purchased by consumers with education levels and income levels were also higher.

Keywords: Organic product, consumption, consumer choice, factors affecting consumption

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 154-168, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 154-168, 2021

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
turanbarina.1@gmail.com

Alınış (Received): 28/08/2021
Kabul (Accepted): 27/11/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Dünya nüfusunun artması ile tarımsal üretimde amaç; artan ihtiyaçları karşılayabilmek ve aynı zamanda karı ve verimliliği arttırmak olmuştur. Birçok ülkede gelir sağlamanın yanında insan yaşamını devam ettirmeye ve aç kalmamaya yardımcı olan tarımsal faaliyetlerde üretimi arttırmak amacıyla gelişen teknolojilerin de etkisiyle emek yoğun tarımdan makineleşmeye geçilmiştir. Üreticiler birim alandan en kısa sürede en fazla verimi elde etmek amacı ile üretimde kimyasal gübre, hormon ve ilaçları bol miktarda kullanmaya başlamışlardır. Üretimde bol miktarda kullanılmaya başlanan katkı maddelerinin yol açtığı çevre kirliliği ve insan sağlığında meydana getirdiği tehlikeler üreticiler ve tüketiciler için problem oluşturmuştur. Zamanla insana ve çevreye zarar vermeyen üretim metotları aranmış ve organik tarım metodu uygulanmaya başlanmıştır. Organik tarım yöntemleri ile üretilmeye başlanan ürünler dünyada bilinçli tüketiciler tarafından tercih edilen geniş pazar potansiyeline sahip ürünler haline gelmiştir (Kurt,2006).

Organik tarım bitkisel ve hayvansal üretimin; ilk aşamasından tüketiciye ulaşıncaya kadar olan bütün aşamalarında, insana, çevreye ve ekosisteme zararlı herhangi bir kimyasal, katkı maddesi, GDO gibi girdiler ve yöntemler kullanılmadan işlenen kontrollü ve sertifikalı ürünler olarak adlandırılır (ETO, 2016).

Organik tarım, bir ürünün ekim veya dikiminden sonra kendi haline terk edilmesi değil aksine geleceğin ihtiyaçlarını gözetilen bilgi, dikkat ve özveri gerektiren bir tarım şeklidir. Hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmayı amaçlayan insan ve çevreye dost üretim sistemlerini içermektedir. Organik tarımı diğer uygulamalardan ayıran en önemli fark; yasal standartlara sahip olması ve her aşamasında kontrol ve sertifikasyon işlemlerinin uygulanmasıdır (Demiryürek, 2004).

İç ve dış piyasada bir ürünün organik olarak satılabilmesi için sertifikaya sahip olması gerekmektedir. Organik üretimin en önemli özelliği her aşamasının kontrollü olması ve sertifikalandırılmasıdır. Sertifika sistemi ürünlerin organik ürün yetiştirme standartlarına göre üretildiğinin, işlendiğinin, paketlenildiğinin ve bu işlemlerin kontrollü şartlarda yapıldığının bir garantisi olup tüketiciye sağlık güvencesi vermektedir. Organik tarım yapmak isteyen üreticiler, üretime başlamadan bir yıl önce kontrol ve sertifikasyon kuruluşuna başvurarak yönetmeliğe uygun olarak organik ürün yetiştiriciliği yapacaklarını bildirmeleri gerekmektedir. Organik ürün yönetmeliğine uygun üretim yapmış bir üretici organik ürün sertifikası talebinde bulunarak bu belgeyi alabilmektedir (Tunçtürk ve Çiftçi, 2009).

Organik tarım ilk olarak Avrupa Birliği (AB) ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde başlamış ve daha sonra diğer

ülkelere yayılmıştır. Çevre ve sağlık konusundaki endişelerin artması ve sosyo-ekonomik koşulların gelişmesi organik tarıma olan ilgiyi arttırmıştır. Organik gıda ürünlerini talep eden tüketici sayısındaki artış organik tarımı benimseyen çiftçi sayısını da arttırmıştır. Talepteki artış uluslararası ticareti de geliştirmiştir. Bazı ülkeler kendi ülkelerinde organik ürünler iç pazarı ve talebi olmadığı halde, Avrupa'da yetişmeyen ve talep edilen organik ürünleri üretmeye ve ihraç etmeye başlamışlardır (Demiryürek, 2011).

Dünyada organik ürün üretiminin %90'ı gelişmekte olan ülkeler tarafından yapılmakta ve dış pazarlara sunulmaktadır. Gelişmiş ülkeler ise, daha çok organik tarım ürünleri alıcısı konumunda bulunmaktadır (Atlı, 2005).

1970'li yılların başlarında insanlar sentetik kimyasalların ve gübrelerin olumsuz etkilerini kendilerinde ve çevrelerindeki doğa üzerinde gözlemlemeye başladıkça, çoğu ülkede organik tarım içerisinde bağımsız çalışmalar ortaya çıkmıştır. 1972 yılında ise tüm dünyadaki organik tarım hareketlerini bir çatı altında toplamak ve düzenlemek amacıyla IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements- Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu) kurulmuştur. Bu organizasyon sayesinde tüm gelişmeler, üyeleri tarafından takip edilebilmekte ve çiftçilere aktarılmaktadır (Orgüder, 2010).

Türkiye'de Organik Tarım uygulamaları, 1985 yılında Avrupalı ithalatçıların talebi doğrultusunda organik İzmir üzümü (sultani) yetiştiriciliği ile başlamış ve daha sonra organik incir ve kayısı üretimine geçilmiştir. Organik ürünlerin üretimi, ürün çeşidinin yetiştiği bölgeye göre değişmekle birlikte, Ege Bölgesi başta olmak üzere Akdeniz Bölgesi, Karadeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yapılmaktadır. Türkiye'deki organik ürünler, tahıllar, kurutulmuş meyveler, taze veya işlenmiş sebze ve meyveler, baklagiller, fındık, baharatlar, aromatik bitkiler, çay ve bitkisel çaylar, yumurta, endüstri bitkileri ve çeşitli işlenmiş ürünlerden oluşmaktadır. İşlenmiş ürünlerin bazıları, zeytinyağı, bal, süt, dondurulmuş sebze ve meyveler ile konsantre meyve sularıdır (Orgüder, 2010).

Türkiye'de kişi başı organik gıda harcaması 1 Euro'nun altındadır. Kişi başına organik gıda harcamasının düşük olmasının nedenleri, organik ürünlerin fiyatlarının yüksek olması, tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgi eksikliği, pazarda taze organik sebze çeşitlerinin sınırlı olması şeklinde belirtilebilir (Ceylan, 2017).

Bu çalışmanın amacı, Isparta ili kent merkezinde yaşayan tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgi düzeylerini, organik ürün tüketim tercihlerini ve organik ürün tüketimlerini etkileyen faktörleri belirlemektir. Bu amaçla

çalışmada tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri, organik gıdalar hakkındaki bilgi düzeyleri, hangi organik gıdaları tükettikleri, tüketim nedenleri, tüketim sıklıkları ve tüketim harcamaları gibi unsurlar belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların organik ürün üreten üreticilere, organik ürün pazarlayan işletmelere, tüketicilere, bu konuda bilimsel çalışma yapan araştırmacılara ve ilgili diğer kurum ve kuruluşlara yararlı bilgiler sunacağı umulmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyalini, Isparta ili kentsel alanda ikamet eden hanhalklarından anket yöntemi ile elde edilen veriler oluşturmuştur. Anket çalışması 2019 yılı Mart-Nisan ayları arasında yapılmıştır. Ayrıca organik ürün tüketimi ve tüketici davranışları üzerine gerçekleştirilmiş olan çeşitli yerli ve yabancı araştırma, derleme, inceleme, tez vb. gibi materyaller ile çeşitli ulusal ve uluslararası araştırma kuruluşlarında elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Çalışmada bireylere sorulan sorular ağırlıklı olarak Sandallıoğlu (2014)'ün çalışmasından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Anket uygulanacak örnek sayısının belirlenmesinde literatürdeki benzer çalışmalarda incelenerek eşitlik 1'de gösterilen "ana kitle oranlarına dayalı kümelen dirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfi olasılık örnekleme" yöntemi kullanılmıştır (Collins, 1986).

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

Formülde;

t: %95 önem düzeyine karşılık gelen t-tablo değerini (1.96),

p: söz konusu olayın olma olasılığı (0.50) (bu çalışmada organik gıda tüketenlerin oranı bilinmediği için en yüksek örnek hacmine ulaşmak için 0.50 olarak alınmıştır),

q: söz konusu olayın olmama olasılığı (0.50),

e: örneklemede kabul edilen hata payını vermektedir.

Örneklemede kabul edilen hata payı (%5) olarak kabul edilmiştir. Çalışmada yapılan hesaplamalar sonucunda örnek sayısı 384 olarak hesaplanmıştır. Isparta kent merkezinde bulunan toplam mahalleler sosyo-ekonomik özelliklerine göre düşük, orta ve yüksek gelirli olmak üzere üç gruba ayrılmış ve araştırma alanını temsil edebilecek 15 mahallede anket çalışması yapılmıştır. Her mahalleden yapılan anket sayısı ise mahallelerin nüfusuna orantılı olarak dağıtılmış ve aileler tesadüfi seçilmiştir. Tüketicilerden elde edilen veriler MS Excel ve SPSS programlarında analiz edilerek tablolar oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

Ki-kare testi kategoriksel veriler için uygundur. Bu test kullanılarak oranların eşitliği test edilir. Oran, belli bir yönde cevap verenlerin sayısının tüm cevap verenlerin sayısına bölünmesiyle bulunur (Baş, 2010).

Organik ürün tüketme durumuna göre bazı parametrelerdeki farklılıklar Ki-kare testi ile araştırılacaktır. Ki-kare testi parametrik olmayan bir istatistiksel yöntemdir. Ki-kare testine geçmeden önce verilerin olasılık dağılımlarının nominal olup olmadığını test etmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov Testi yapılacaktır. Kolmogorov-Smirnov Testine ait notasyon aşağıdaki gibi yazılabilir (Shahbazov, 2005).

$$Dn = \sup_{-\infty < x < \infty} |Fn(x) - F(x)|$$

Burada, Fn deneysel dağılım fonksiyonu, F teorik dağılım fonksiyonu, n ise örneklem hacmini gösterir. Hesaplanan p olasılık değerleri 0.05 değerinden küçük ise olasılık dağılımının nominal dağılmadığı kararına varılır ve Ki-Kare analizine geçilir. Ki-kare analizi Ki-kare testi parametrik olmayan testler içinde en yaygın kullanımı olan testlerdendir. Ki-kare bağımsızlık testi; a x b tipindeki çapraz çizelgelerde gözlenen frekansların (Gij), marjinal olasılıklar yaklaşımına göre hesaplanan teorik frekanslara (Tij) benzerliğini test etmeyi amaçlar (Bircan, 2003). Ki-kare test istatistiği aşağıda ifade edilen notasyon yardımıyla çözülmüştür (Çömlekçi, 2001);

$$\chi^2_{hesap} = \sum (Gij - Tij)^2 / Tij$$

Hesaplanan sonuç tablo değeri ile karşılaştırılmış ve aşağıda ifade edilen hipotezlere başvurulmuştur;

H0= Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

H1= Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

Araştırma kapsamında Isparta ili kent merkezinde yaşayan tüketicilerin, organik ürün algısı, organik ürünlere bakış açısı, organik ürün tüketme/ tüketmeme durumu ve organik ürün tüketimi üzerine etkili faktörlerin araştırılması amacıyla yüz yüze görüşme yöntemi ile 384 tüketici ile görüşme yapılmıştır.

Isparta ilinde görüşülen 384 tüketiciden %47.66'sının kadın, %52.34'ünün ise erkek olduğu saptanmıştır. Araştırmaya katılan tüketicilerin %17.70'inin 18-27 yaş aralığında, %38.53'ünün 28-37 yaş aralığında, %26.55'in 38-47 yaş aralığında, %12.48'inin 48-57 yaş aralığında, %4.68'inin ise 58 yaş ve üstünde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Sandallıoğlu (2014) yaptığı çalışmasında katılımcıların %41.5'inin kadın, %58.5'inin erkeklerden

oluştugu görülmektedir. İnci ve ark. (2017) çalışmalarında ankete katılan kişilerin %36'sının kadın %64'ünün erkek olduğunu belirlemişlerdir. Merdan (2018) yaptığı çalışmada katılımcıların %46.5 'i kadın, %53.5'ini erkek olarak bulmuştur. Avcı ve Yıldız (2019) çalışmalarında ankete katılan kişilerin %42.6'sının kadın, %57.4'ünün erkek olduğunu tespit etmişlerdir.

Görüşme yapılan kişilerin %76.04'ünün evli, %23.97'sinin ise bekâr olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Gürses (2014) yaptığı çalışmada katılımcıların %76.8'inin evli, %20.2'sinin ise bekâr olduğunu belirlemiştir. Varoğlu ve Turhan (2016) çalışmalarında katılımcıların %76.8'inin evli, %23.2'sinin ise bekâr olduğunu tespit etmişlerdir.

Tablo 1. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

		n	%
Cinsiyet	Kadın	183	47.66
	Erkek	201	52.34
	Toplam	384	100
Yaş	18-27 yaş	68	17.70
	28-37 yaş	148	38.53
	38-47 yaş	102	26.55
	48-57 yaş	48	12.48
	58 yaş ve üstü	18	4.68
	Toplam	384	100
Medeni Durum	Evli	292	76.04
	Bekâr	92	23.97
	Toplam	384	100
Öğrenim Durumu	İlkokul	38	9.90
	Ortaokul	32	8.33
	Lise	87	22.66
	Lisans	198	51.56
	Lisansüstü	29	7.55
	Toplam	384	100
Meslek	Serbest Meslek	149	38.80
	Memur	136	35.42
	İşçi	33	8.59
	Öğrenci	12	3.13
	Ev Hanımı	37	9.64
	Emekli	14	3.65
	İşsiz	3	0.78
	Toplam	384	100
Hanehalkı Genişliği	1-2 kişi	45	11.72
	3-4 kişi	267	69.53
	5 kişi ve üstü	72	18.75
Ortalama Hanehalkı Genişliği		3.73	
	Toplam	384	100
Doğum Yeri	Isparta Dışı	139	36.20
	Isparta Merkez	116	30.21
	Isparta-İlçe	98	25.52
	Isparta-Köy	31	8.07
	Toplam	384	100
Kırsalda Yaşama Durumu	Evet	216	56.25
	Hayır	168	43.75
Görüşme Yapılan Kişi	Baba	158	41.15
	Anne	136	35.42
	Aile Büyükleri	11	2.86
	Yetişkin Kız/Erkek çocuk	79	20.57
	Toplam	384	100
Isparta'da İkamet Yılı	1-10	111	28.91
	11-20	69	17.97
	21-30	79	20.57
	31-40	91	23.70
	41 ve üstü	34	8.85
	Toplam	384	100

Bireylerin öğrenim durumu incelendiğinde %9.90'nın ilkokul, %8.33'ünün ortaokul, %22.66'sının lise, %51.56'sının lisans, %7.55'inin ise lisansüstü düzeyinde öğrenime sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Çelik (2013) yaptığı çalışmada katılımcıların eğitim düzeylerinin %47.8'i üniversite mezunu, %27.4'ü lise mezunu, %10.9'u ilkokul mezunu, %8'i lisansüstü eğitimi almış, %4.5'i ortaokul mezunu, %1.5'i ise sadece okur-yazar olduğunu tespit etmiştir. Kaya ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada ankete katılan organik ürün tüketicilerinin %89.6'sının yükseköğrenim mezunu olduğunu belirlemiştir.

Araştırmaya katılan kişilerin meslek dağılımları incelendiğinde büyük bir çoğunluğunun serbest meslek sahibi (%38.80) ve memur (%35.42) oldukları belirlenmiştir. Bu iki meslek grubunun toplam meslekler içindeki payı %74.22 olarak bulunmuştur. Ev hanımları %9.64'lük pay ile üçüncü sırada yer almaktadır. Görüşülen kişilerin %0.78'i ise işsiz olduklarını belirtmişlerdir (Tablo 1).

Görüşme yapılan kişilerin hanede yaşayan kişi sayıları incelendiğinde çoğunluğunun (%69.53) 3-4 kişi aralığında olduğu belirlenirken, %18.75'inin 5 kişi ve üzeri olduğu, %11.72'sinin ise 1-2 kişi aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere göre araştırmaya katılan kişilerin ortalama hanehalkı genişliğinin 3.73 olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Araştırmaya katılan kişilerin doğum yerleri incelendiğinde %36.20'sinin Isparta dışı, %30.21'inin Isparta merkez, %25.52'sinin Isparta ilçe, %8.07'sinin ise Isparta köy olduğu belirlenmiştir. Görüşme yapılan kişilerin kırsalda yaşama durumu incelendiğinde %56.25'inin daha önce kırsalda yaşadığı %43.75'inin ise daha önce hiç kırsalda yaşamadığı tespit edilmiştir (Tablo 1).

Bireylerin Isparta ilinde ikamet etme yıllarına bakıldığında %28.91'inin 1-10 yıl, %19'unun 11-20 yıl, %20.56'sının 21-30 yıl, %23.69'unun 31-40 yıl, %8.84'ünün ise 41 yıl ve üzeri olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Araştırmaya katılan kişilerin ailedeki konumlarına ait bilgiler incelendiğinde %41.15'si baba, %35.42'inin anne, %20.57'sinin yetişkin kız/erkek çocuk, %2.86'sını ise aile büyükleri oluşturmaktadır (Tablo 1).

3.2. Tüketicilerin organik ürünleri tüketme durumu

Araştırmaya katılan ve Isparta ili kent merkezinde yaşayan tüketicilerin %72.40'ı organik ürün tükettiklerini %27.60'ı ise organik ürün tüketmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 2).

Ağır ve ark. (2013) Kayseri ilinde yapmış oldukları çalışmada tüketicilerin organik ürün tüketim durumu incelenmiş ve tüketicilerin %79'ünün organik ürün tükettiğini, %21'inin ise organik ürün tüketmediğini tespit

etmişlerdir. Organik ürün tüketim oranının yüksek çıkması tüketicilerin genelde köy ürünü, tanıdık manavdan alınan ürün veya güvenilir seyyar satıcıdan alınan ürünleri organik ürün olarak değerlendirmeleri olarak yorumlanmıştır. Sandallıoğlu (2014) yaptığı çalışmada Adana ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerin %68,5'inin organik ürün tükettiği %31,5'inin ise organik ürün tüketmediğini tespit etmiştir. Doğan ve Gürel (2016) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %80'inin organik gıda satın aldıklarını belirlemişlerdir. Çam ve Karakaya (2018) Siirt ilinde yapmış oldukları çalışmada tüketicilerin %84,3'ünün organik ürün tükettiğini tespit etmişlerdir.

Bahşi ve Akça (2019) tarafından Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde gerçekleştirilen çalışmada, Osmaniye ilinde organik ürün tüketen tüketici oranını %60, Şanlıurfa'da organik ürün tüketen tüketici oranını ise %70 olarak belirlemişlerdir. İki ilde de organik ürün pazarı bulunmamasına rağmen organik ürün tüketim oranının yüksek çıkması tüketicilerin köyde yetişen ürünleri de organik ürün olarak değerlendirdiği şeklinde yorumlanmıştır. Kadirhanoğulları ve ark. (2021), Iğdır ilinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmada tüketicilerin %82,7'sinin organik gıda ürünlerini satın alırken, %17,3'ünün organik gıda ürünlerini satın almadıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Tablo 2. Tüketicilerin organik ürünleri tüketme durumu

Organik ürün tüketme durumu	n	%
Tüketiyor	278	72.40
Tüketmiyor	106	27.60
Toplam	384	100

Tüketicilerin %4.68'inin aylık gelirleri 1000-2000 TL arasında, %23.95'inin 2001-3500 TL arasında, %30.72'si 3501-5000 TL arasında ve %40.62'sinin ise 5001 TL ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan kişilerin ortalama aylık gelirlerinin 5308.93 TL/ay olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Özkan (2019), yaptığı çalışmada katılımcıların %40'ünün 5000 TL ve üzeri aylık gelire sahip olduğunu tespit etmiştir.

Tablo 3. Tüketicilerin aylık gelir düzeyleri (TL/Ay)

Aylık Gelir Düzeyi	n	%
1000-2000	18	4.68
2001-3500	92	23.95
3501-5000	118	30.72
5001+	156	40.62
Toplam	384	100.00
Ortalama Aylık gelir (TL)	5308.93	

Tüketicilerin %9.11'inin aylık ortalama gıda harcaması 0-500 TL arasında, %45.05'inin aylık ortalama gıda harcaması 501-1000 TL arasında, %45.81'inin ise 1001 TL ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan tüm tüketicilerin aylık ortalama gıda harcaması 1255 TL/ay olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama gıda harcamasının

gelir içerisindeki payı %23.64 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Tüketicilerin aylık ortalama gıda harcaması (TL/Ay)

Aylık Ortalama Gıda Harcaması	n	%
0-500	35	9.11
501-1000	173	45.05
1001+	176	45.81
Toplam	384	100.00
Aylık ortalama gıda harcaması (TL)	1255	
Aylık ortalama gıda harcamasının gelir içindeki payı (%)	23.64	

Ailede gıda alışverişini çoğunlukla anne ve babanın birlikte (%51.04) yaptıkları tespit edilmiştir. Görüşülen tüketicilerin %20.05'i gıda alışverişinin sadece anne ve %18.75'i sadece baba tarafından yapıldığını belirtmişlerdir. Tüketicilerin %10.16'sının ise gıda alışverişini kendilerinin yaptığı belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Ailede gıda alışverişini yapan kişi/kişiler

Alışveriş Yapan Kişi/ Kişiler	n	%
Anne ve baba birlikte	196	9.11
Anne	77	45.05
Baba	72	45.81
Kendisi	39	10.16
Toplam	384	100.00

Araştırma kapsamında organik ürünler hakkında bilgi sahibi olduğunu ifade eden tüketicilerin organik ürünleri kendilerine göre tanımlama durumları sorulmuştur. Tüketiciler organik ürünleri genel olarak doğal ürün (%73.18), zirai ilaç ve gübre kullanılmayan ürün (59.64), sağlıklı ürün (59.38) ve hormonsuz ürün (49.74) olarak tanımlamaktadır. Ayrıca tüketicilerin %42.45'i GDO'suz ürün, %31.77'si sertifikalı ürün ve %11.20'si küçük bir çiftlikte yetiştirilmiş ürün cevaplarını vermişlerdir (Tablo 6).

Verilen cevaplara göre organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin bu tanımlamayı kendilerine göre değerlendirdikleri görülmektedir. Aynı şekilde Isparta İlinde organik ürün satışının yapıldığı özel organik satış mağazası ve pazarı bulunmamasına rağmen tüketim oranının yüksek çıkmasında bu tanımlamaların etkisi olduğu düşünülmektedir. Oysaki organik ürün tanımlaması yapılabilmesi için üretimin her aşamasının kontrol edilmesi ve ürün üzerinde organik olduğuna dair bilgi ve sertifika verilen kuruluşun adının mutlaka belirtilmesi gerekmektedir.

Gifford ve Bernard (2006) İngiltere'de yapmış oldukları bir çalışmada organik gıdaların yetiştirilmesi sırasında ilaç kullanılmaması nedeniyle tercih sebebi olduklarını belirlemişlerdir. Seçer ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada tüketicilerin organik ürünleri "kimyasal içermeyen ürün" (%31.1), "doğal ürün" (%30.2) ve "kimyasal kullanılmadan yetiştirilen doğal ürün" (13.8) olarak tanımladıklarını

belirlemişlerdir. Eti (2014) yapmış olduğu çalışmada tüketicilere organik gıda teriminin çağrıştırdığı anlamları %49.8 oran ile doğal gıda, %28 oran ile sağlıklı gıda ve üçüncü olarak ta %10.5 oran ile çevre dostu gıda olarak tespit etmiştir. Yüzbaşıoğlu (2018) Tokat ilinde yapmış olduğu çalışmada görüşülen bireylerin %78.85'inin ambalajsız satılan taze meyve-sebze için ve üzerinde hormonsuz, ilaçsız doğal ya da köy tipi yazan ürünleri organik ürün olarak düşündüklerini tespit etmişlerdir. Bunun ile birlikte bireylerin yarısından fazlasının (%66.32) organik ürün ile geleneksel ürünün arasındaki farkı bilmediği araştırma sonucunda belirlenmiştir. Özkan (2019) yaptığı çalışmada tüketicilerin organik ürünleri en çok doğal ürün (%24.5) ve hormonsuz yetişmiş ürün (%22.5) olarak tanımladıklarını saptamıştır. Kekeç ve Seçer (2020) Kahramanmaraş ilinde yapmış oldukları çalışmada tüketicilerin %48.5'i organik ürünleri kimyasal içermeyen ürün olarak nitelendirmiştir. Aynı çalışmada tüketicilerin diğer tanımlamalarına bakıldığında %24.8'i doğal ürün, %11.9'u sağlık açısından zarar vermeyen ürün, %10.9'u GDO'lu materyal kullanılmadan üretilen ürün ve %4.0'ü çevreye zarar vermeden üretilen ürün cevaplarını verdiklerini belirlemişlerdir.

Tablo 6. Tüketicilerin organik ürün tanımlamaları

Cevaplar	n	%
Doğal Ürün	281	73.18
Zirai İlaç ve Gübre Kullanılmayan Ürün	229	59.64
Sağlıklı Ürün	228	59.38
Hormonsuz Ürün	191	49.74
GDO'uz Ürün	163	42.45
Sertifikalı Ürün	122	31.77
Küçük Bir Çiftlikte Yetiştirilmiş Ürün	43	11.20

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Organik ürün tüketicisi olan kişilere hangi organik ürün gruplarını tükettikleri sorulmuştur. Tüketicilerin en çok tükettikleri organik ürünlerden ilk 5'inin yaş meyve ve sebze (%73.74), yumurta (%68.35), süt (%53.96), yoğurt (%38.13) ve peynir (%28.78) olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

İnci ve ark. (2017) tarafından Diyarbakır'da yapılan çalışmada tüketicilerin %43.4 ile en çok yaş sebze-meyve ürün grubunu tükettiklerini, bunu sırasıyla süt ve süt ürünleri, organik et, yumurta ve balın takip ettiğini tespit etmişlerdir. Merdan (2018) yaptığı çalışmada Tüketicilerin organik ürünlerin en çok hangi çeşidini satın aldıklarını değerlendirmiş ve %56'sının sebze ve meyveleri, %28.8'inin organik süt ve süt ürünlerini, %6.7'sinin de organik eti tercih ettiklerini saptamıştır. Sarıkaya (2007) yapmış olduğu çalışmada tüketicilerin en çok tercih ettiği organik ürün grubunun %61.2 ile organik yaş sebze ve meyve olduğunu belirlemiştir.

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere satın aldıkları ürünlerde organik ürün sertifikasının olup olmadığına bakma durumları sorulmuştur. Tüketicilerin

%50.36'sı organik ürün sertifikasına dikkat ettiklerini, %49.64'ü ise organik ürün sertifikasına dikkat etmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 8). Bu durumda denilebilir ki organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin bir kısmı bu ürünleri satın alırken sertifika bulundurmasını önemli bir kriter olarak görmemektedir. Karabaş ve Gürler (2012) yaptıkları çalışmada organik ürünlerin ürün sertifikasıyla satılması gerektiği konusunun tüketiciler tarafından bilinip bilinmediğini incelemişlerdir. Buna göre tüketicilerin %57.1'i organik ürünlerin sertifika ile birlikte satılması gerektiği konusunda bilgi sahibi iken, %42.9'unun bu konuda bilgi sahibi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Tablo 7. Tüketilen organik ürün grupları

Organik Ürün Türü	n	%
Yaş Meyve ve Sebze	205	73.74
Yumurta	190	68.35
Süt	150	53.96
Yoğurt	106	38.13
Peynir	80	28.78
Komposto ve Meyve Suyu	56	20.14
Kuru Meyveler /Kuruyemiş	52	18.71
Salça	50	17.99
Zeytinyağı	43	15.47
Bal	35	12.59
Baklagiller	34	12.23
Et (Kırmızı/Beyaz)	34	12.23
Turşu	28	10.07
Zeytin	20	7.19
Kaymak	18	6.47
Tarhana	14	5.04
Makarna	11	3.96
Reçel	10	3.60

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Görüşme yapılan kişilerden organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere satın almış oldukları ürünlerin sertifikalı olup olmaması sorulduğunda ise organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerden %43.17'si satın aldıkları ürünlerde organik ürün sertifikası olduğunu, %56.83'ü ise almış oldukları ürünlerin organik olduğunu düşündüklerini fakat ürünlerde sertifika bulunmadığını ifade etmişlerdir (Tablo 9). Tüketicilerin organik ürün satın alırken sertifikalara dikkat etme oranına paralel olarak satın alınan ürünlerde sertifika bulunma oranıda düşük çıkmıştır. Yani tüketicilerin organik ürünü tanımlama şekline de ulaşıldığı gibi doğal ürünlerin genel olarak organik olarak görülüp satın alındığı sonucuna ulaşılmıştır. Eti (2014) yaptığı çalışmada tüketicilerin %64.1'inin organik tarım logosunun ne anlama geldiğini bilmediğini ve logoya ilgili verilen tanımlamalarda "doğal gıda ürünü" tanımlamasının sıkça yapılmasına bağlı olarak tüketiciler tarafından "doğal" ve "organik gıda" arasındaki farklılıkların yeteri kadar bilinmediği tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürün sertifikasına ne ölçüde güven duydukları sorulmuştur. Buna göre tüketicilerin

%42.09'unun tükettikleri organik ürünlerin sertifikalı olduğunu ve bu yüzden kalitesine güvendiklerini ifade ederken %33.10'unun organik ürünlerde bulunan sertifikalara güvenmediğini ifade etmiştir. Tüketicilerin %24.82'si konu ile ilgili fikir sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 10). Tüketicilerin vermiş olduğu cevaplara bakıldığında satın alınan organik ürünlerde sertifika bulunmama durumu üzerinde tüketicilerin sertifikalara güven duymamasının ve sertifikalar hakkında yeterli bilgiye sahip olunmamasının etkili olduğu söylenebilir.

Sandalloğlu (2014) çalışmada tüketicilerin %54.6'sının kullanmakta oldukları organik ürünlerin kalitesine sertifikalı olduğu için güvendiklerini %29.5'inin organik ürün tükettiklerine rağmen organik ürünlerin kalitelerine sertifikalı olmasına rağmen güvenmediklerini %15.9'unun ise konu ile ilgili görüş bildirmediklerini tespit etmiştir.

Tablo 8. Tüketicilerin organik ürün sertifikasına bakma durumu

Organik Ürün Satın Alırken Sertifikasına Dikkat Eder Misiniz?	n	%
Evet	140	50.36
Hayır	138	49.64
Toplam	278	100.00

Tablo 9. Tüketicilerin satın aldığı organik ürünlerde sertifika durumu

Satın Aldığınız Organik ürünlerin Sertifikası Var mı?	n	%
Var	120	43.17
Yok	158	56.83
Toplam	278	100.00

Tablo 10. Organik ürün sertifikasına güven durumu

Sertifikalara Güven Durumu	n	%
Güveniyorum	101	36.33
Güvenmiyorum	79	28.42
Fikrim yok	69	24.82
Çok Güveniyorum	16	5.76
Hiç Güvenmiyorum	13	4.68
Toplam	278	100.00

Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürünleri satın alma sıklıkları sorulmuştur. Tüketicilerin %50'si haftada 1 kez, %24.10'u ayda 1 kez, %23.18'i haftada 2-3 kez, %19.42'si ise ayda 2-3 kez organik ürün tükettikleri belirlenmiştir (Tablo 11). Günlük, haftada 2-3 kez ve haftada bir kez birlikte değerlendirildiğinde tüketicilerin %79.85'inin her hafta organik ürün satın aldıkları söylenebilir. Seçer ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %75.1'inin organik ürün alımlarının düzenli olduğunu belirlemişlerdir. Böcükü (2016) yaptığı çalışmada tüketicilerin %5,7'sinin nadiren, %12.2'sinin ayda 1-2 kez, %19.6'sının ayda 3-4 kez ve %62'sinin her hafta organik gıda satın aldıklarını tespit etmiştir. Ceylan ve Başaran Alagöz (2020) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %28.4'ünün haftada bir defa,

%22.0'sinin ayda birkaç defa, %19.9'unun haftada birkaç defa ve %16.5'inin ayda bir defa organik gıda satın aldıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Tablo 11. Tüketicilerin organik ürün alma sıklığı

Satın Alma Sıklığı	n	%
Haftada 1 kez	139	50.00
Ayda 1 kez	67	24.10
Haftada 2-3 kez	65	23.38
Ayda 2-3 kez	54	19.42
Yılda 2-3 kez	26	9.35
Günlük	18	6.47
Yılda 1 kez	10	3.60

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürünleri kimler için satın aldıkları sorulmuştur. Tüketiciler genel olarak organik ürünleri tüm aile (%59.35) için satın aldıklarını ifade ederken tüketicilerin %35.61'i organik ürünleri daha çok çocuklarını düşünerek, %12.23'ü kendilerini düşünerek, %10.43'ü ise eşlerini düşünerek satın aldıklarını söylemişlerdir (Tablo 12).

Tablo 12. Organik ürünlerin kimler için satın alındığı

Aile Bireyi / Bireyler	n	%
Tüm Aile	165	59.35
Çocukları	99	35.61
Kendisi	34	12.23
Eşi	29	10.43
Aile Büyükleri	10	3.60

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere aylık ortalama organik ürün harcamaları sorulmuştur. Tüketicilerin %12.59'unun aylık ortalama organik ürün harcaması 0-100 TL arasında, %35.97'sinin 101-200 TL arasında, %51.45'inin ise 201 TL ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13). Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin aylık ortalama organik ürün harcaması 286 TL/ay olarak hesaplanmıştır. Tüketicilerin aylık ortalama organik ürün harcamasının aylık ortalama gıda harcaması içindeki payının %22.79 olduğu tespit edilmiştir. Böcükçü (2016) tarafından yapılan çalışmada tüketicilerin %45'inin organik gıda satın almak için aylık olarak 100-250 TL'lik bir bütçe ayırdıkları tespit edilmiştir.

Tablo 13. Tüketicilerin aylık ortalama organik ürün harcaması

Aylık Ortalama Organik Ürün Harcaması	n	%
0-100	35	12.59
101-200	100	35.97
201+	143	51.45
Toplam	278	100.00
Aylık Ortalama Organik Ürün Harcaması	286	

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin organik ürün satın alma yerleri incelendiğinde genel olarak köylerden (%51.44), semt pazarlarından (%46.04),

tanıdıkları üreticiden (%42.45) ve marketlerden/süpermarketlerden (%37.41) satın almayı tercih etmektedirler (Tablo 14). Anket çalışmasının gerçekleştirilmiş olduğu Isparta ili kent merkezinde organik ürün satış mağazası ve organik ürün pazarı bulunmamaktadır. Ancak haftanın belirli günlerinde semt pazarları kurulmakta ve bu pazarlarda köylerden getirilmiş ve üreticiler tarafından yapılmış gıda ürünlerine de yer verilmektedir. Ayrıca yine belirli yerlerde üreticiler tarafından kendi yetiştirdikleri ürünlerin satışı yapılmaktadır. Merdan (2018) yaptığı çalışmada tüketicilerin organik ürün ihtiyacını %55.8'i köylerden, %26'sı pazarlardan ve %6.9'unun organik ürün marketlerinden karşıladığı sonucuna ulaşmıştır. Çam ve Karakaya (2018) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %65.3'ünün organik ürünleri köylerden, %22.9'unun organik ürün satan marketlerden ve %11.8'inin ise süpermarketlerden satın aldıklarını tespit etmişlerdir.

Tablo 14. Tüketicilerin organik ürünleri satın alma yerleri

Alınan Yer	n	%
Köylerden	143	51.44
Semt Pazarından	128	46.04
Tanıdıkları Üreticiden	118	42.45
Marketlerden/Süpermarketlerden	104	37.41
Evde Kendim Yapıyorum	43	15.47
İnternet	26	9.35

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin organik ürünlerin özellikleri ile ilgili görüşleri sorulmuştur. Tüketicilerin ağırlıklı olarak organik ürünlerin sağlıklı (%85.61), katkısız (%66.91) ve lezzetli (%53.60) ürünler olduklarını belirtmişlerdir (Tablo 15). Tüketicilerin organik ürünleri tercih etmesinde organik ürünlerin sağlık açısından daha yararlı olduğunu düşünmeleri ve üretim aşamasında sağlığı tehdit edebilecek katkı maddelerinin kullanılmaması önemli kriterlerdir. Lea ve Worsley (2005) Avustralya'daki çalışmalarında tüketicilerin organik ürünleri geleneksel ürünlerden daha sağlıklı, lezzetli ve aynı zamanda çevre için faydalı buldukları sonucuna ulaşmışlardır. İnan ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada tüketicilerin organik ürünleri tercih etmesinde etkili olan faktörlerin; ürünlerin sağlıklı olması, kimyasal madde içermemesi ve kaliteli olması olduğu; bunun yanı sıra en az önem verilen faktörleri de ürün çeşitliliği ve güzel görünüme sahip olunmaması olarak belirlemişlerdir.

Tablo 15. Tüketicilerin organik ürünlerin özellikleri ile ilgili görüşleri

Görüşler	n	%
Sağlıklı	238	85.61
Katkısız	186	66.91
Lezzetli	149	53.60
Kaliteli	71	25.54
Pahalı	65	23.38
Raf ömürleri uzun	21	7.55
Hoş görümlü	19	6.83

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürünleri satın alırken nelere dikkat ettikleri sorulmuştur. Tüketiciler organik ürünleri çoğunlukla güvenilir yerlerden almaya (%85.45) dikkat ettiklerini ifade ederken, %51.80'i nerede üretildiğine, %31.29'u fiyatına, %28.06'sı ise sertifikasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. (Tablo 16). Tüketicilerin organik ürünlerde sertifika bulunmasına ve etiketine/ logosuna dikkat etme oranlarının düşük çıktığı görülmektedir. Bu durumda tüketicilerin kendilerine göre güven duydukları yerlerden aldıkları ürünlerin organik ürün olduğunu düşündükleri söylenebilir. Atalay (2016) tarafından yapılan çalışmada tüketicilerin %68.1'inin organik ürünleri güvenilir yerlerden almaya dikkat ettiğini tespit etmiştir.

Tablo 16. Organik ürünleri satın alırken dikkat edilen kriterler

Dikkat Edilen Kriterler	n	%
Güvenilir Yerlerden Almaya	232	83.45
Nerede Üretildiğine	144	51.80
Fiyatına	87	31.29
Sertifikasına	78	28.06
Etiketini /Logosuna	35	12.59
Ambalajına	16	5.76

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürünlerin fiyatları hakkında görüşleri sorulmuştur. Tüketicilerin büyük bir çoğunluğu (%89.57) organik ürünlerin pahalı olduğunu belirtmişlerdir (Tablo 17). Ağır ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada tüketicilerin %84.8'inin organik ürün fiyatlarını normal ürün fiyatlarından pahalı olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir. Koyuncu ve ark. (2014) üniversite öğrencilerinin organik süt tüketme olasılığı üzerine gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında öğrencilerin organik sütün pahalı olduğu konusundaki görüşlerinin organik süt tüketme olasılığını azalttığını ve organik süt tüketmeyen öğrencilerin %58'sinin ucuz olması durumunda organik süt tüketecekleri sonucuna ulaştıklarıdır. Akgül ve ark. (2020) Gıda Mühendisliği son sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada organik ürün fiyatlarının ucuz olması durumunda, büyük çoğunluğunun (%71) organik gıdaları daha fazla tüketeceklerini tespit etmişlerdir.

Tablo 17. Tüketicilerin organik ürün fiyatları ile ilgili görüşleri

Organik Ürünler Pahalı mıdır?	n	%
Evet	249	89.57
Hayır	29	10.43
Toplam	278	100.00

Araştırma kapsamında organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilerin sizce "Organik ürünler hakkında yeterince tanıtım yapılıyor mu?" sorusu sorulmuştur. Tüketicilerin %84.53'ü yeterince tanıtım yapılmadığını, %15.47'si ise yeterince tanıtım yapıldığını düşündüklerini ifade etmişlerdir (Tablo 18). Doğan ve Gürel (2016) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %83.78'inin organik ürünler hakkında yeterince tanıtım yapılmadığını düşündüklerini

tespit etmişlerdir. Kaya (2016) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %76.7'sinin organik ürünler hakkında yeterince tanıtım yapılmadığını belirttiklerini tespit etmiştir. Aydoğdu ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada tüketicilerin %77'sinin organik gıdalar ile ilgili yeterli tanıtım yapılmadığını düşündükleri sonucuna ulaştıklarıdır. Akgül ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada ankete katılan öğrencilerin %68.7'sinin organik gıdalarla ilgili basın-yayın kuruluşlarının halkı yeterince bilgilendirmediğini düşündükleri sonucuna ulaştıklarıdır.

Tablo 18. Organik ürünler hakkında tanıtım yapılma durumu

Organik Ürünler Hakkında Yeterince Tanıtım Yapılıyor mu?	n	%
Evet	43	15.47
Hayır	235	84.53
Toplam	278	100.00

Organik ürün tükettiğini ifade eden tüketicilere organik ürünlerden hangi yollar ile haberdar oldukları sorulmuştur. Tüketiciler organik ürünlerden genel olarak internet vasıtasıyla (%55.04), aile tavsiyesi (%42.09), doktorlar/uzmanlar önerileri (%36.69), TV programları (%35.61) ve arkadaş çevresinden aldıkları tavsiyeler (%33.09) ile haberdar olduklarını dile getirmişlerdir (Tablo 19). Tüketicilerin genel olarak organik ürünleri güvenilir yerlerden almayı tercih etmelerinin organik ürünlerden haberdar olma konusunda aile tavsiyesinin ön plana çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Kavalcı Hasaçoğlu (2010) tarafından yapılan çalışmada organik ürünlere ilişkin bilgi kaynağı olarak, tüketicilerin %82'si internet, %79'u televizyon ve %59'u gazete olduğunu belirtmişlerdir. Erbaşlar (2013) Uludağ Üniversitesi'nde gerçekleştirmiş olduğu çalışmada tüketicilerin organik ürünler ile ilgili gelişmeleri %45'inin medyadan, %12'sinin dergilerden ve %7'sinin ise kitaplardan takip ettiğini tespit etmiştir. Avcı ve Yıldız (2019) yaptığı çalışmada tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgileri sırasıyla ilk olarak internetten (95 kişi), sonra televizyondan (70 kişi) ve daha sonra aile üyelerinden (49 kişi) öğrendiklerini belirlemişlerdir.

Tablo 19. Tüketicilerin organik ürünlerden haberdar olma durumları

Görüşler	n	%
İnternet	153	55.04
Aile	117	42.09
Doktorlar/Uzmanlar	102	36.09
TV Programları	99	35.61
Arkadaş Çevresi	92	33.09
Dergiler	25	8.99
Gazeteler	21	7.55

3.3. Tüketicilerin organik ürün tüketimlerini etkileyen faktörler

Organik ürün tüketmediğini ifade eden tüketicilere organik ürünleri tercih etmeme nedenleri sorulmuştur.

Tablo 20. Tüketicilerin organik ürün tercih etmeme nedenleri

		1	2	3	4	5	Toplam	Ort.
Organik ürünlerin kolay bulunamaması	n	-	5	4	15	82	106	4.64
	%	-	4.72	3.77	14.15	77.36	100.00	
Piyasadaki organik ürünlerle ilgili bilgi kirliliğinin olması	n	-	-	10	36	60	106	4.47
	%	-	-	9.43	33.96	56.60	100.00	
Fiyat yüksekliği	n	1	19	2	23	61	106	4.17
	%	0.94	17.92	1.89	21.70	57.55	100.00	
Gelir düzeyindeki yetersizlikler	n	1	16	11	48	30	106	3.85
	%	0.94	15.09	10.38	45.28	28.30	100.00	
Sertifikalara güven duyulmaması	n	-	9	28	45	24	106	3.79
	%	-	8.49	7.29	42.45	22.64	100.00	
Yeterli bilgiye sahip olunmaması	n	-	19	5	63	19	106	3.77
	%	-	17.92	4.72	59.43	17.92	100.00	
Organik ürünlerin dış görünüşü	n	14	70	7	13	2	106	2.24
	%	13.21	66.04	6.60	12.26	1.89	100.00	

*1: Hiç önemli değil, 2: Önemli değil, 3: Kararsızım, 4: Önemli, 5: Çok önemli

Tüketicilerin organik ürünleri tüketmeme nedenleri olarak, organik ürünlerin kolay bulunmaması faktörünün çok önemli (4.64) olduğunu, piyasadaki organik ürünler ile ilgili bilgi kirliliğinin olması (4.47), fiyat yüksekliği (4.47), gelir düzeyindeki yetersizlikler (3.85), sertifikalara güven duyulmaması (3.79) ve organik ürünler ile ilgili yeterli bilgiye sahip olunmaması (3.77) faktörlerinin ise önemli olduğunu belirtmişlerdir (Tablo 20). Tüketiciler genel olarak organik ürünlere ulaşmakta zorluk çektiklerini ve organik olarak nitelendirilen ürünlere tam olarak güven duymadıkları için organik ürün tüketmediklerini söylemişlerdir. Organik ürünlerde bulunan sertifikalar konusunda da çeşitli görüşlerin olması ve bu konuda yeterli bilgiye sahip olunması da tüketimi olumsuz etkilemektedir. Ayrıca organik ürünlerde fiyat farkı olmasında tüketimi etkileyen sebepler arasındadır.

Bahşi ve Akça (2019) yaptıkları çalışmada tüketicilerin organik ürünü kullanmama nedenlerini önem derecesine göre birinci sırada temin etmenin zorluğu (%58.3), ikinci sırada fiyatın yüksek oluşu (%39.3), üçüncü sırada güvenmemeleri (%55.4) ve dördüncü sırada tat farkının olmaması (%52.6) şeklinde belirlemişlerdir. Kekeç ve Seçer (2021) yaptıkları çalışmada organik ürünlerin tüketimini engelleyen en önemli unsurları; gelir düzeyindeki yetersizlikler (%26.7), yeterli bilgiye sahip olunmaması (%23.8), organik ürünlerin belirli satış birimlerinde bulunması (%11.9) ve piyasada organik ürünlerle ilgili bilgi kirliliğinin olması olarak tespit etmişlerdir.

Organik ürün tüketmediğini ifade eden tüketicilerin gelecekte organik ürün tüketme durumları incelendiğinde tüketicilerin %82.08'i gelecekte organik ürünlerin fiyatlarının uygun olması ve güven duyabileceği organik ürünlere kolay ulaşabilmesi halinde organik ürün tüketmeyi tercih edeceğini belirtirken, %17.92'si ise piyasadaki organik ürünlere güven duymadığını ve fiyatların yüksek olduğunu belirterek gelecekte de tüketemeyeceklerini ifade etmişlerdir (Tablo 21).

Tablo 21. Organik ürün tüketmeyen tüketicilerin gelecekte tüketme durumu

Cevaplar	n	%
Evet	87	82.08
Hayır	19	17.92
Toplam	106	100.00

Yapılan çalışmada tüketicilerin öğrenim durumu ile sertifikalara güven duyulması, aylık gelir düzeyi ile satın alınan organik ürünlerde sertifika bulunması ve öğrenim durumu ile satın alınan organik ürünlerde sertifika bulunması arasındaki ilişkinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla Ki-kare (χ^2) bağımsızlık testi uygulanmıştır.

Tüketicilerin organik ürün tüketme durumu üzerinde, aylık gelir düzeylerinin etkili olup olmaması ile ilgili χ^2 testi uygulanmıştır. Organik ürün tüketen tüketiciler içinde aylık geliri 5000 TL'den yüksek olan tüketicilerin oranı %43.53 iken, bu oran organik ürün tüketmeyen tüketiciler

Tablo 22. Tüketicilerin aylık gelir düzeyi ve organik ürün tüketimi arasındaki ilişki

		Organik Ürün Tüketenler	Organik Ürün Tüketmeyenler	χ^2	P	
Aylık Gelir Düzeyi (TL)	1000-2000	n	17	1	18.345	0.000*
		%	6.12	0.94		
	2001-3500	n	52	40		
		%	18.71	37.74		
	3501-5000	n	88	30		
		%	31.65	28.30		
	5001+	n	121	35		
		%	43.53	33.02		

*0.01 düzeyinde önemli

Tablo 23. Tüketicilerin öğrenim durumlarına göre organik ürün sertifikasına güven durumu

		İlkokul	Ortaokul	Lise	Lisans	Lisansüstü	χ^2	P
Çok Güveniyorum	n	-	-	5	10	1		
	%	-	-	9.26	6.49	4.17		
Güveniyorum	n	5	6	16	57	17		
	%	18.52	31.58	29.63	37.01	70.83		
Fikrim Yok	n	12	7	12	36	2	28.170	0.030
	%	44.44	36.84	22.22	23.38	8.33		
Güvenmiyorum	n	9	6	19	42	3		
	%	33.33	31.58	35.19	27.27	12.50		
Hiç Güvenmiyorum	n	1	-	2	9	1		
	%	3.70	-	3.70	5.84	4.17		

*0.05 düzeyinde önemli

için %33.02 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde aylık geliri 3501-5000 TL arasında olan organik ürün tüketicilerin oranı %31.65 iken organik ürün tüketmeyen tüketicilerin oranı %28.30 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla tüketicilerin gelir seviyesindeki artışın organik ürün tüketimini olumlu etkilediği belirlenmiştir (Tablo 22). Yapılan χ^2 testi sonucunda tüketicilerin aylık geliri ile organik ürün tüketim durumu arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Tüketicilerin organik ürün sertifikasına güven durumu üzerinde, öğrenim durumlarının etkili olup olmaması ile ilgili χ^2 testi uygulanmıştır. Organik ürün sertifikasına en fazla lisansüstü (%70.83) ve lisans (%37.01) öğrenim durumuna sahip kişilerin güven duyduğu tespit edilmiştir. İlkokul ve ortaokul öğrenim durumuna sahip kişilerin genel olarak organik ürün sertifikasına güvenmedikleri ve bu konuda fikir sahibi olmadıkları belirlenmiştir (Tablo 23). Yapılan χ^2 testi sonucunda tüketicilerin öğrenim durumu ile organik ürün sertifikasına güven duyma durumu

arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Bahşi ve Akça (2019), yaptıkları çalışmada organik ürünlere güven düzeyinin eğitim durumuna göre farklılaşıp farklılaşmadığını görmek amacıyla yaptıkları karşılaştırmada, okuma yazma bilmeyen tüketicilerin tamamının organik ürünlere güven duymadıkları, lisans (%58.7) ve yüksek lisans (72.7) eğitim durumuna sahip tüketicilerin ise organik ürünlere güven seviyesinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Tüketicilerin satın almış oldukları organik ürünlerde sertifika olma durumu üzerinde, öğrenim durumlarının etkili olup olmaması ile ilgili χ^2 uygulanmıştır. En fazla lisans (%60) ve lise (%17.50) öğrenim durumuna sahip tüketicilerin satın almış oldukları organik ürünlerde sertifika olduğu görülmektedir (Tablo 24). Organik ürün tüketen tüketiciler arasında ilkokul ve ortaokul öğrenim durumuna sahip tüketicilerin tüketmiş oldukları organik

Tablo 24. Tüketicilerin öğrenim durumlarına göre ürünlerde sertifika olma durumu

			Sertifika Var	Sertifika Yok	χ^2	P
Öğrenim Durumu	İlkokul	n	4	23		
		%	3.33	14.56		
	Ortaokul	n	5	14		
		%	4.14	8.86		
	Lise	n	21	33		
		%	17.50	20.89		
	Lisans	n	72	82	22.170	0.000*
		%	60.00	51.90		
	Lisansüstü	n	18	6		
		%	15.00	3.80		

*0.01 düzeyinde önemli

Tablo 25. Tüketicilerin aylık gelir düzeylerine göre ürünlerde sertifika olma durumu

			Sertifika Var	Sertifika Yok	χ^2	P
Aylık Gelir Düzeyi (TL)	1000-2000	n	3	12		
		%	2.50	7.59		
	2001-3500	n	9	44		
		%	7.50	27.85	30.772	0.000*
	3501-5000	n	37	53		
		%	30.83	33.54		
	5001+	n	71	49		
		%	59.17	31.01		

*0.01 düzeyinde önemli

ürünlerde genel olarak sertifika bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu gruptaki kişilerde oranın düşük çıkması, organik ürünlerin daha çok köylerden ve semt pazarlarından temin edilmesinden kaynaklanmaktadır. Yapılan χ^2 testi sonucunda tüketicilerin öğrenim durumu ile satın alınan ürünlerde sertifika bulunması arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Tüketicilerin satın almış oldukları organik ürünlerde sertifika olma durumu üzerinde, aylık gelir düzeylerinin etkili olup olmaması ile ilgili χ^2 testi uygulanmıştır. Genel olarak aylık gelir düzeyi 5001 TL ve üzeri olan tüketicilerin satın almış oldukları organik ürünlerde sertifika olduğu görülmektedir. 1000-2000 TL ve 2001-3500 TL aylık gelire sahip tüketicilerin satın aldıkları organik ürünlerde sertifika bulunma oranının düşük olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak aylık gelir düzeyi yüksek olan tüketicilerin satın almış olduğu organik ürünlerde sertifika bulunma oranının daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 25). Yapılan χ^2 testi sonucunda tüketicilerin aylık gelir düzeyi ile satın alınan ürünlerde sertifika bulunması arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; tüketicilerin cinsiyet oranlarına bakıldığında %47.66'sının kadın, %52.34'ünün erkek olduğu, yaş dağılımlarının ağırlıklı olarak %38.53 ile 18-27, %26.55 ile 28-37 yaş aralığında genç ve orta yaşta olduğu, eğitim seviyeleri incelendiğinde %51.56 ile lisans mezunlarının ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin medeni durumuna bakıldığında %76.04 ile evli oldukları saptanmıştır. Tüketicilerin meslek dağılımlarında ise %38.80 ile serbest meslek ve %35.42 ile memur grubunun fazla olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların ortalama hanehalkı genişliğine bakıldığında 3-4 kişi hanehalkı genişliğinin %69.53 ile fazla olduğu ve ortalama hanehalkı genişliğinde 3.73 olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin genel olarak Isparta dışı (%36.20) ve Isparta merkez (%30.21) doğumlu olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin aylık ortalama gelirinin 5308 TL olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin %56.25'inin daha önce kırsalda yaşamış olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların genel olarak genç ve orta yaşta, evli, eğitim seviyesi ve gelir seviyesi yüksek kişiler olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin aylık ortalama gıda harcaması 1255 TL olarak hesaplanmış ve ailede genelde gıda alışverişini anne ve babanın birlikte yaptığı tespit edilmiştir. Tüketicilerin organik ürün kavramını tanımlamalarına bakıldığında ise organik ürünleri genel olarak doğal ürün (%73.18), zirai ilaç ve gübre kullanılmayan ürün (59.64), sağlıklı ürün (59.38) ve hormonsuz ürün (49.74) olarak tanımladıkları tespit edilmiştir. Seçenekler arasında sertifikalı ürün kavramı olmasına rağmen bu şekilde tanımlama yapan tüketici oranı ise yalnızca %31.77 olarak bulunmuştur. Organik ürünler hakkında bilgi sahibi olduğunu ve organik ürün tükettiğini belirten tüketicilerin %43.17'sinin satın

aldıkları ürünlerde sertifika olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin %42.09'u organik ürün sertifikalarına güven duymaktadır.

Diğer tüketicilerin organik ürün sertifikalarına güven duymadıkları hatta sertifikalar konusunda fikir sahibi olmayan tüketicilerin olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin genel olarak en çok tükettiği organik ürünler ise yaş meyve sebze, yumurta ve sütür. Tüketicilerin organik ürünleri köylerden (%51.44), semt pazarlarından (%46.04) ve tanıdık üreticiden (%42.45) aldıkları tespit edilmiştir. Tüketicilerin organik ürünleri daha çok güvenilir yerlerden almaya (%83.45) özen gösterdikleri belirlenmiştir. Organik ürünlerin alım sıklığına bakıldığında ise %79.85'inin her hafta organik ürün satın aldığı saptanmıştır. Tüketicilerin organik ürünleri tüm aile için satın aldığı saptanmıştır.

Tüketicilerin organik ürünleri geleneksel ürünlere göre daha sağlıklı bulduğu tespit edilmiştir. Organik ürünlerin tercih edilmesinde de yine en önemli faktörün sağlık olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin büyük bir kısmının organik ürünlerin fiyatını pahalı bulduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin organik ürünler hakkındaki bilgileri daha çok internet aracılığı ile edindikleri saptanmıştır. Tüketicilerin büyük çoğunluğunun organik ürünler hakkında yeterince tanıtım yapılmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Tüketicilerin organik ürünleri tüketmemesinde en önemli nedenlerden bir tanesinin organik ürünlerin kolay bulunamaması olduğu saptanmıştır. Organik ürünlerin geleneksel ürünlere göre daha pahalı olması, organik ürünler hakkında edinilen yanlış fikirler ve organik ürün sertifikalara karşı güven duyulmaması tüketiciler tarafından tüketimi engelleyen diğer nedenler olarak belirtilmiştir. Organik ürün tüketmeyen tüketicilerin gelecekte organik ürün tüketme durumuna olumlu baktıkları tespit edilmiştir. Tüketicilerin öğrenim durumu ile sertifikalara güven duyulması, aylık gelir düzeyi ile satın alınan organik ürünlerde sertifika bulunması ve öğrenim durumu ile satın alınan organik ürünlerde sertifika bulunması arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Tüketicilerin gelir düzeyinin artmasının organik ürün tüketimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Aynı şekilde eğitim seviyesi ve gelir düzeyi yüksek tüketicilerin satın aldıkları organik ürünlerde sertifika bulunma oranının da daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında; Isparta ili kent merkezinde organik ürünler satışı yapan organik ürün satış mağazası ya da pazar bulunmamasına rağmen tüketim oranı yüksektir. Tüketicilerin organik ürünleri daha çok "doğal ürün" olarak tanımlamaları ve köylerden, güvendikleri üreticilerden aldıkları ürünleri organik olarak nitelendirmesi bu oranın yüksek çıkmasında etkilidir. Katılımcılar arasında organik ürün sertifikası hakkında bilgi sahibi olmayan tüketicilerde bulunurken sertifikalar hakkında bilgi sahibi olmasına rağmen güven duymayan

tüketicilerde bulunmaktadır. Bu durumun sertifikalar hakkında piyasa da oluşan bilgi kirliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak tüketicilerin organik ürünleri tüketmemesinde ve tüketilen ürünlerinde tanımlanmasında yapılan yanlışlıklar bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun giderilmesi ve organik ürün kavramının doğru bir şekilde tanımlanması adına tüketicilerin dikkatini çekebilecek şekilde Üniversiteler, Sağlık Bakanlığı ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iş birliği çerçevesinde organik gıdalar ile ilgili yazılı ve görsel medyada tanıtıcı-bilgilendirici (televizyon, internet vb. ağlarda) kamu spotları oluşturularak organik ürünlere daha çok yer verilmelidir.

Organik ürünlerin üretiminin kontrollü olması ve daha az kimyasal kullanımından kaynaklı olarak verimde düşüş yaşanması çiftçilerin üretime yönelmesini engellemektedir. Üreticileri teşvik etmek ve üretimi arttırabilmek adına devlet tarafından üretim aşamalarında çeşitli destekler sağlanarak üretici üretime teşvik edilebilir.

Organik ürünlerin tüketimini etkileyen en önemli nedenlerden biri ürünlere kolay bir şekilde ulaşılamamasıdır. Bu noktada organik ürünlerin satışının yapıldığı merkezlerin artmasının tüketimi olumlu etkileyeceği görülmektedir. Bu konu belediyeler tarafından ele alınarak organik ürün pazarlarının daha fazla şehirde kurulabilmesi adına çalışmalar yürütülebilir. Bu şekilde organik ürünlere ulaşım daha kolay hale geleceği ve tüketimi artırma konusunda olumlu bir etki yaratacağı düşünülmektedir.

Organik ürün sertifikalarına karşı bilgi eksikliğinin giderilmesi ve yanlış bilinenlerin düzeltilmesi adına hem üreticinin hem de tüketicilerin bilgilendirilmesi önem taşımaktadır. Üniversiteler ve Tarım ve Orman Bakanlığı gibi kuruluşlar tarafından organik ürünler ve organik ürünlerde bulunması gereken sertifikalar hakkında üretici, tüketicilere ve öğrencilere verilen eğitimler arttırılmalıdır.

Yaklaşık olarak iki yıldır tüm dünyayı da etkisi altına alan Covid-19 süreci ile sağlıklı beslenme gündemde olan konular arasındadır. Organik ürünlerin tercih edilmesinde sağlık faktörünün ön planda olmasının bu dönemde organik ürün tüketimini olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

Ağır HB, Poyraz N, Yılmaz Hİ, Boz İ (2013). Tüketicilerin organik ürün algısı: Kayseri ili örneği. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun, 1434-1439.

Akgül E, Barın S, Başyigit Kılıç G, Bilecen Şen D (2020). Gıda mühendisliği bölümü öğrencilerinin organik gıda tüketim tercihleri ve algıları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1): 324-328.

Atalay C (2016). Yeni çevresel paradigma ölçeği ile organik gıda tüketicilerinin çevreye yönelik tutumlarının değerlendirilmesi: Ankara ili örneği. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi.

Atlı S (2005). Orgüder ve Dünya'da AB ülkelerinde organik ürün pazarları ve ihracatındaki gelişmeler. GAP 4. Tarım Kongresi, Eylül 21-23, Şanlıurfa, 667-683.

Avcı İ, Yıldız S (2019). Organik ürünlerde tüketici tutumunu etkileyen faktörler ve satın alma türleri: Gümüşhane ili örneği. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19(4): 933-956.

Aydoğdu MH, Kaya F, Eren ME, Parlakçı Doğan H (2017). Organik ürün tüketim nedenleri üzerine bir araştırma: Şanlıurfa örnekleme. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 64: 161-170.

Bahşi N, Akça A (2019). Tüketicilerin organik tarım ürünlerine bakış açılarının belirlenmesi üzerine bir araştırma: Osmaniye ve Şanlıurfa illeri örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(1): 26-34.

Baş T (2010). Anket. Seçkin Yayıncılık Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ankara, pp. 271.

Bircan H, Karagöz Y, Kasapoğlu Y (2003). Ki Kare ve Kolmogorov Smirnov uygunluk testlerinin simülasyon ile elde edilen veriler üzerinde karşılaştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4(1): 69-80.

Böcükçü A (2016). Ankara ili organik pazarlarından alışveriş yapan tüketicilerin organik gıdalar hakkındaki görüşleri ve bilgi durumları. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Ceylan E, Başaran Alagöz S (2020). Tüketicilerin karar tarzlarının alımı satın alma vermena planlamaya organik gıdaya yönelik bir çalışma. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 22(38): 148-163.

Ceylan Ş (2017). Organik tarıma genel bakış. <http://www.dunyagida.com.tr>. (Erişim tarihi: 20 Eylül 2018).

Collins M (1986). Sampling, in: Worcester R, Downham J (eds.), Consumer Marketing Research Handbook. Elsevier Science Company Inc.

- Çam O, Karakaya E (2018). Siirt il merkezindeki tüketicilerin organik ürün tüketim tercihleri ve tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Dergisi, 15(2): 33-41.
- Çelik S (2013). Kimler, neden organik gıda satın alıyor? Bir alan araştırması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 30: 93-108.
- Çömlekçi N (2001). Bilimsel araştırma yöntemi ve istatistiksel anlamlılık sınamaları. Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir.
- Demiryürek K (2004). Dünya ve Türkiye’de organik tarım. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(3/4): 63-71.
- Demiryürek K (2011). Organik tarım kavramı ve organik tarımın Dünya ve Türkiye’deki durumu. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 27-36
- Doğan HG, Gürel E (2016). Kırşehir ili merkez ilçede yaşayan tüketicilerin organik ürün tüketimindeki tutum ve davranışlarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(2): 147-156.
- Erbaşlar G (2013). Uludağ üniversitesi öğrencilerinin organik ürünler konusunda tüketici bilincinin ölçülmesi. Türkiye 2. Organik Hayvancılık Kongresi, 24-26 Ekim, Bursa.
- Eti HS (2014). Organik gıdaların pazarlanması ve organik gıdalara karşı tüketici tutum ve davranışları analizi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- ETO, (2016). Dünya’da ekolojik tarım. <http://www.eto.org.tr>. (Son erişim tarihi: 13 Ekim 2018)
- Gifford K, Bernard JC (2006). Influencing consumer purchase likelihood of organic food. International Journal of Consumer Studies, 30: 155-163.
- Gürses ST (2014). Organik ürünlerin tüketim eğilimleri ve tüketici profillerinin belirlenmesi: Sakarya ili örneği. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- İnan R, Bekar A, Urlu H (2021). Tüketicilerin organik gıda satın alma davranışları ve tutumlarına ilişkin bir değerlendirme. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 9(1): 220-235.
- İnci H, Karakaya E, Şengül AY (2017). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler: Diyarbakır ili örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20(2): 137-147.
- Kadirhanoğulları İH, Karadaş K, Özger Ö, Konu Kadirhanoğulları M (2021). Karar ağacı algoritmaları ile organik ürün tüketici tercihlerinin belirlenmesi: Iğdır ili örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1): 188-196.
- Karabaş S, Gürler AZ (2012). Organik ürün tercihinde tüketici davranışları üzerine etkili faktörlerin logit regresyon analizi ile tahminlenmesi. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10, 129-156.
- Kavalcı Hasaңebi EB (2010). Öğretmenlerin organik gıdaları tercih etme durumlarının saptanması. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya F (2016). Organik ürünlerin pazarlanması ve organik ürünlere karşı tüketici davranışları ve bu davranışları etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Şanlıurfa ili örneği). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kekeç U, Seçer A (2021). Tüketicilerin organik ürünleri tüketim alışkanlıkları ve satın almayı etkileyen unsurlar: Kahramanmaraş ili örneği. Mediterranean Agricultural Sciences, 34(1): 87-92.
- Koyuncu M, Uzmay A, Çınar G (2014). Gençlerin organik süt tüketme olasılığı; ege üniversitesi araştırması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51(3): 219-227.
- Kurt Z (2006). Organik tarım ürünleri pazarlaması ve uygulamalar. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Lea E, Worsley TT (2005). Australians organic food beliefs. demographics and values. British Food Journal, 107(11): 855-869.
- Merdan K (2018). Organik ürün tüketimine etki eden faktörler: tüketicilerin tutumlarının Gümüşhane ölçeğinde belirlenmesi. International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies, 4(8): 174-188.
- Orgüder, (2010). Organik ürün üreticileri ve sanayicileri derneği. <http://www.orguder.org.tr>. (Son erişim tarihi: 12 Ekim 2018).
- Özkan S (2019). Tüketicilerin organik gıdalara bakış açılarının değerlendirilmesi. İstanbul Bilgi Üniversitesi, Lisansüstü Programlar Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sandalloğlu A (2014). Adana ilinde organik tarım ürünleri tüketimi ve tüketici eğilimleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Sarıkaya N (2007). Organik ürün tüketimini etkileyen faktörler ve tutumlar üzerine bir saha çalışması. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2(14): 110-125.
- Seçer A, Emeksiz F, Kantar Davran M (2019). Tüketicilerin organik ürün tüketim kararlarında çevreye

duyarlılığın etkisi: Adana ili örneği. 9. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Ekim 2019, Şanlıurfa, 11.

Shahbazov A (2005). Olasılık teorisine giriş. Birsen Yayınevi, İstanbul.

Tunçtürk R, Çiftçi V (2009). Türkiye’ de organik tarımın uygulama ilkeleri, üretimi ve ihracat durumu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14(1): 58-63.

Varoğlu ST, Turhan Ş (2016). Organik ürünlerde tüketici eğilimlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma Sakarya ili örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3): 189-196.

Yüzbaşıoğlu R (2018). Bireylerin organik sebze-meyve tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Tokat ili merkezi örneği). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4): 4.

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Manisa Akselendi Ovası'nda Arazi Kullanım/Örtüsündeki Zamansal Değişiminin İzlenmesi

Kezban ŞAHİN TAYSUN^{*1}, Alaettin TAYSUN²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 169-177, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 169-177, 2021

Özet: Akselendi Ovası, Manisa'nın Akhisar, Gölarmara ve Saruhanlı ilçeleri içinde yer almaktadır. Ovada rüzgâr erozyonu sonucu kumul hareketleri meydana gelmiştir. Ovanın büyük çoğunluğunda rüzgar aşınım ve birikimleri ile kritik düzeyde sulak alan tahribatı gibi birçok önemli olay tespit edilmiştir. Bu çalışma, 1985 Landsat 5TM, 2016 Göktürk-2 uydu görüntüleri ve kartografik materyaller yardımıyla alandaki arazi kullanımı/örtüsündeki zamansal değişimleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. UA ve CBS teknikleri kullanılarak bu yıllara ait CORINE (Çevresel Bilginin Koordinasyonu) arazi kullanım/örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Arazi kullanımı/örtü sınıflandırması için 1985 yılında en çok benzerlik yöntemi kullanılırken, 2016 yılı için obje tabanlı sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Çalışma yapay alanların oranında %4.40'tan %5.18'e, tarım alanlarının oranında ise %45.33'ten %74.88'e yükseldiğini göstermiştir. Buna karşılık, doğal ve yarı doğal alanların oranının %22.85'ten %5.92'ye, az veya hiç bitki örtüsü içermeyen alanların ise %14.39'dan %6.16'ya düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca açık kumlu alanların %5.80'den %0.83'e düşmesi oldukça dikkat çekicidir. Bu azalışlar tarım alanlarındaki artışın kaynağını açıklamaktadır. Bu dönemde aşırı hareketli olan kumul alanları, devlete ait arazilerde yapılan ağaçlandırma çalışmaları ile kontrol altına alınmıştır. Bulgular sulak alanların %7.13'ten %0.00'a düştüğünü göstermiştir. Sonuç olarak, ovadaki bazı arazi kullanım/örtü sınıflarının 31 yılda önemli ölçüde değiştiği sonucuna varılmıştır. Ovada doğal ve yarı doğal alanlar ile Kumçay Nehri yatağının yüzeyinin korunumu tarımın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: CORINE, arazi kullanım/örtüsü, değişim belirleme, rüzgâr erozyonu, sulak alanlar

Monitoring Temporal Changes in Land Use/ Land Cover in Manisa Akselendi Plain using Remote Sensing and Geographic Information System

Abstract: Akselendi Plain is located among the districts of Akhisar, Gölarmara and Saruhanlı of Manisa. Dune movements have occurred in the plain as a result of wind erosion. Many severe cases were determined, such as wind erosion and accumulation and critical level wetland destruction in the vast majority of the plain. This study was carried out to assess the temporal changes in land use/cover in the area employing satellite images such as the 1985 Landsat 5TM, the 2016 Göktürk-2, and cartographic materials. CORINE (Coordination of Information on the Environment) land use / cover maps of these years were produced using RS and GIS techniques. For land use/cover classification, while the maximum likelihood method was used in 1985, the object-based classification method was applied for 2016. This study demonstrated an increase from 4.40% to 5.18% in the rate of artificial areas, from 45.33% to 74.88% in the rate of the agricultural areas. By contrast, it was determined the decreased from 22.85% to %5.92 in the rate of natural and semi-natural areas and from 14.39% to 6.16% in the rate of open spaces with little or no vegetation. Additionally, it is quite noteworthy that the open sandy areas dropped from 5.80% to 0.83%. These decreases explain the source of the increase in agricultural areas. During this period, the excessively active dune fields were taken under control by afforestation works on state-owned lands. The results indicated the rate of wetlands decreased from 7.13% to 0.00%. Consequently, it has been concluded that some land use/cover classes in the plain have changed significantly over the 31 years. Conservation of natural and semi-natural areas and the surface of the Kumçay Stream bed in the plain is of great importance for the sustainability of agriculture.

Keywords: CORINE, land use/cover, change detection, wind erosion, wetlands

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
kezban.sahintaysun@tarimorman.gov.tr

Alınış (Received): 10/08/2021
Kabul (Accepted): 19/10/2021

¹Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İklim Değişikliği ve Tarımsal Ekoloji Bölümü, Menemen-İzmir, Türkiye
²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü (Emekli), İzmir, Türkiye

1. Giriş

Dünya çapında gıda ürünlerine gereksinim ve bu yöndeki aşırı artış, tarım alanlarının bozulmadan kullanımı konusunu ön plana çıkarmaktadır. Arazilerin kullanımında doğaya ve doğal kaynakların özelliklerine zarar vermeden, maksimum fayda hedeflenirken, daha sonraki kullanımlar için arazi koruma ilkeleri göz ardı edilmektedir. Bu bağlamda doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve çevre dengesinin sağlanması için yapılan uygulamalarda çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Ülkemizde tarım alanları açmak amacıyla doğal alanların tahribatı ve bu alanlarda toprak koruma önlemleri alınmadan tarımsal üretim yapılması arazi bozulmasına sebep olmaktadır.

Arazi örtüsü/kullanımındaki zamansal ve konumsal değişimlerin tarım alanlarına ve ekosisteme etkisini belirlemek üzere dünyada ve ülkemizde uydu platformlarından alınan görüntüler ve sayısal analizler ile yapılan pek çok çalışma mevcuttur. Nitekim, Başayığıt (2004) tarafında yapılan CORINE arazi sınıflandırmasına göre Isparta-Merkez ilçesinin arazi kullanım haritası Landsat-7 ETM+ uydu görüntüleri, jeolojik, topoğrafik ve toprak haritaları ile uzaktan algılama ve CBS tekniklerinin yeteneklerinden faydalanarak hazırlanmış ve bu tekniklerin arazi örtüsünün izlenmesinde başarılı ve pratik bir şekilde kullanılabilir olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde NigeriaSat-1 uydu görüntüsü ile Nijerya - Kadawa bölgesinde sulanan alanlardaki arazi kullanımı üzerine yer gerçekleri ile doğrulaması yapılarak yürüten çalışma sonucu, kontrollü sınıflandırma algoritması ile tüm alanın %5'ini sulu tarım arazilerinin kapladığı belirlenmiştir (Raji, 2004).

Kesgin (2007), kıyı alan kullanımındaki değişimlerin UA tekniği yardımıyla izlenmesi ile ilgili yürüttüğü çalışmada Ege Bölgesi'nin kuzeyindeki Aliağa ve Çandarlı arasında bulunan ve Bakırçay deltasını da içeren kıyıda 1975-1990, 1990-2005 tarihleri arasında oluşan değişimleri belirlemiştir. Çalışmada uydu görüntüsü kullanarak yapılan sınıflandırma sonrası değişim tekniği uygulamasının çok faydalı bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Tağlı (2007), Landsat uydu görüntüleriyle Uluabat sulak alanındaki farklılaşmayı belirleme üzerine yürüttüğü araştırmasında 1975' ten beri oluşan kıyılardaki değişimi belirlemiştir. Analizlerinde Landsat MSS 1975, Landsat TM 1987 ve Landsat ETM+ 2000 çok bantlı sensör sitemleri kullanmıştır. Çalışmada 1975'ten 2000 yılına kadar su yüzeylerinin yaklaşık %17 oranında azaldığını belirlenmiştir.

Güre ve ark. (2009), UA ve CBS ortamında Landsat (2007) ve ASTER (2008) uydu görüntüleri kullanarak Çanakkale ilinin arazi örtü türlerini belirlemiştir. Arazi örtü

türlerinin CORINE sistemine göre yapılan sınıflandırmasında 1. düzeye ait 5 sınıf, 2. düzeye ait 15 sınıfın 13'ü ve 3. düzeye ait 44 sınıfın 30'u tanımlanmıştır. Araştırmada 5-10 yıllık sürelerle arazi örtüsü/arazi kullanımının belirlenmesinin gelecekte meydana gelebilecek değişimlerin izlenmesi bakımından önem taşıdığı ifade edilmiştir.

Şahin-Taysun ve ark. (2011), UA ve CBS teknikleri yardımıyla İzmir-Torbalı ve Kemalpaşa ilçeleri örnek alanında arazi bozulmasının zamansal ve konumsal olarak değişiminin 20 yıllık sürede izlenmesi üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada 1985 ve 2005 Landsat uydu görüntülerinde CORINE metodolojisine göre en çok benzerlik yöntemi kullanılarak eğitimli sınıflandırma yapılmıştır. Bunun yanı sıra alanın görüntü oranlama yöntemine göre arazi değişim katmanı ve NDVI haritaları hazırlanmıştır. Tüm verilerin görsel yorumlama tekniği ile CBS ortamında sorgulanması sonucunda alanın arazi bozulma haritası oluşturulmuştur.

Sertel ve ark. (2017), CORINE arazi örtüsü/kullanımı sınıflaması esas alınarak oluşturulan, 1:25000'lik ulusal arazi örtüsü sınıflandırma sistemi ve bu sınıflandırmanın farklı özelliklere sahip üç örnek bölgeye uygulanmasıyla elde edilen sonuçları değerlendirmişlerdir. Ulusal arazi örtüsü sistemi, ulusal ölçekte farklı kurum ve kuruluşların ihtiyaçları gözönüne alınarak 3. seviye CORINE sınıflarını 4. seviyeye genişletmişlerdir. Türkiye koşullarına uygun 75 adet arazi örtüsü/kullanımı sınıfı belirleyerek, bu sınıfların CORINE ile uygun olacak şekilde tanımlamalarını yapmışlardır.

Mısır Nil Deltası'nda arazi kullanımı/örtü değişiminin uzaktan algılama ile belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, sınıflandırma sonrası değişiklik tespiti yöntemi kullanılarak 1987-2015 döneminde bu alan için farklı arazi kullanım/arazi örtüsü sınıflarındaki değişiklikler ve kentsel yayılmanın etkisi değerlendirilmiştir. Bu alanda tarımsal, kentsel, balık çiftlikleri ve doğal bitki örtüsü alanlarında sürekli bir artış, su kütlelerinde ve kum alanlarında sürekli bir azalma tespit edilmiştir (Elagouz ve ark., 2020).

Çoklu senaryo analizine dayalı olarak Kuzey Çin'in yoğun tarım alanlarındaki arazi kullanımı değişikliğinin ekosistem üzerindeki etkileri üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmacılar Kuzey Çin'deki Qixia şehrinin yoğun tarım alanlarındaki arazi kullanımı ve ekosistemin üç farklı kurgu altında izlenmesi için senaryo analizi ve nicel değerlendirmeyi bir araya getirmişlerdir. Tarım ve doğal alanlarının birbirine dönüştürmek için GeoSoSFLUS ve InVEST modellerini kullanmışlardır. Entegre arazi kullanım değişikliği etki endeksini (ILUCII) ve teksele arazi kullanım değişikliği etki endeksini (SLUCII), farklı arazi kullanım değişikliği senaryolarının ekosistem üzerindeki etkisini niceliksel olarak göstermek için önermişlerdir (Sun ve ark., 2021).

Manisa Akselendi Ovası'nda Taysun ve ark. (2010a) tarafından yürütülen araştırmada toprak analizleri ile 1976 ve sonrası uydu görüntüleri yanı sıra diğer kartografik materyal yardımıyla yapılan değerlendirmede; tarım yapılan arazilerde, rüzgar aşınımına karşı çok hassas olan Kumçay yatağı üzerinde, kumul hareketleri ile örtülen arazilerin yanında, rüzgarla taşınan süspansiyon halindeki sedimentlerin verimli tarım arazilerinin yüzeyinde birikmesiyle toprak özelliklerinin değiştiğini belirlemişlerdir. Bu arazilerin büyük ölçüde rüzgarla aşınımına karşı çok hassas bir duruma geldiğini ortaya koymuşlardır. Şahin-Taysun ve ark. (2019a,) Akselendi Ovası'ndaki araştırmalarında rüzgar erozyonu sonucunda ortaya çıkan kumul hareketlerinin en fazla Akhisar'ın Beyoba, Sazoba, Akselendi köyleri, Göl marmara'nın Tiyenli, Değnekler ve Kayaaltı köyleri ile Saruhanlı'nın Kumkuyucak köyü civarında etkili olduğu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu alanlardan aldıkları toprak örneklerinin analiz bulgularına göre yüzey örneklerinin yarısından fazlasının WEG bakımından en tehlikeli gruba girdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca toprak kaybı toleransı değerleri açısından elde edilen toprak erodibilitesi (I faktörü) değerlerine göre kuru agregat analizi yapılan örneklerin %85,7'si rüzgar erozyonuna çok duyarlı olan topraklar durumunda olduğunu bildirmişlerdir. Taysun ve ark., (2010b) ovada öncelikle rüzgâr erozyonuna karşı önlemlerin yanı sıra diğer toprak koruma tedbirlerinin de alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Kumçay yatağında yüzeyde çok ince bir katman oluşturan ve rüzgarla sediment hareketine engel olan doğal vejetasyon tabakasının mutlaka tam korumaya alınmasının önemine dikkat çekmişlerdir.

Şahin-Taysun ve ark. (2019b), yürüttükleri başka bir çalışmada, hatalı tarımsal uygulamalar ile çevre zararları meydana gelen Akselendi Ovası'nda, 1948'ten günümüze arazi kullanım/örtüsündeki zamansal değişim ve arazi bozulmalarını belirlemişlerdir. Çalışmada alanın farklı yıllara ait NDVI haritası oluşturularak bitki örtüsündeki değişimler irdelenmiştir. Bunun yanı sıra arazi kullanım/örtüsündeki 1948'den 2016 yılına kadar olan 68 yıllık süreçteki değişimler ile 1985 ve 2016 CORINE haritaları oluşturularak 31 yıllık periyottaki değişimler incelenmiştir. Bu bağlamda 1948 yılı hava fotoğrafları ve 2016 yılı Göktürk-2 uydu görüntüleri kullanılarak CBS ortamında ekran sayısallaştırması yöntemi ile arazi kullanım türleri belirlenmiştir. Arazi kullanım/örtüsü değişim katmanı overlay analiz teknikleri yardımıyla oluşturulmuş ve arazi bozulumu açısından da irdelenmiştir. Araştırma bulgularına göre hem ağır sulak alan tahribatına ve hem de rüzgâr erozyonu sonucu oluşan kumul hareketlerine maruz kalan Akselendi Ovası'nda, rüzgârların yol açtığı aşınım ve birikim olayları mevcuttur. Bu çalışmada aynı araştırmada daha önce yayımlanmamış olan, ovada 1985 ve 2016 yılları arasında meydana gelen arazi kullanım/örtüsündeki zamansal değişimin irdelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma alanı

Akselendi Ovası, Manisa ilinin Akhisar, Göl marmara ve Saruhanlı ilçeleri ortak sınırları içerisinde yer almaktadır. Manisa Akselendi Ovası'nı temsil eden araştırma alanı 38°41'09" ve 38°52'01" kuzey enlemleri ile 27°45'05" ve 27°56'06" doğu boylamları arasında yer almakta olup yüzölçümü 225,31 km²'dir. Bu alan içinde 14 köy bulunmaktadır. Şekil 1'de araştırma alanının (Google Earth görüntüsü) coğrafi konumu ve rüzgar erozyonu etkisinde kalan arazi görüntüleri bulunmaktadır. Sağ üst resimde kumulların tarım alanlarını örttüğü bazı arazilerin durumu (1984), sağ alt resimde ise ağaçları örten bir kumul cephesi (1991) görülmektedir. Bu görüntüler geçmişte meydana gelen kumul aktivitesinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

1975-2006 yılları Akhisar verileri irdelendiğinde, araştırma alanında ortalama yıllık yağış 546.7 mm olmuştur (DMİ, 2008). Taysun ve ark.'ın (2010a) Akselendi Ovası'nda kumul hareket alanlarında etkili rüzgâr hızları ve yönlerini belirlemek amacıyla 01.12.2008-31.11.2009 tarihleri arasında bir yıl süreyle yerleştirdikleri meteoroloji istasyonunda, aylık en düşük sıcaklık ortalaması 6,5 °C ile ocak ayı iken, en yüksek aylık ortalama sıcaklık 26,4 °C ile temmuz ayı olmuştur. Bu çalışmada Kumçay'ın güneyinde kuzey yönlü esmenin daha çok olduğu belirlenmiştir. Aylık ortalama rüzgâr hızları mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında en yüksektir. Şubat ayında aylık ortalama rüzgâr hızı ocak ve marta göre daha fazladır. Yıllık ortalama rüzgâr hızları 6.4-9.2 km.sa⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ölçülen en düşük sıcaklık değeri aralık ayında -5,1 °C iken, en yüksek sıcaklık değeri ise 38,4 °C ile ağustos ayında gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu ve rüzgar erozyonu etkisinde kalan arazi görüntüleri

Alana ait 11 adet farklı jeolojik birim mevcuttur. Bunların büyük çoğunluğu Sedimanter Kayaçalardan oluşmaktadır. Alanın %68.03'ünde ayrılmamış Kuvaterner yapı hakimdir. Bunu sırasıyla %17.20'lik payla Karasal Kırıntılılar ve %5.58 payla Neritik Kireçtaşları izlemektedir (MTA., 2002).

2.2 Kartografik materyal

Araştırma alanına ait Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1948, 1971 ve 1995 hava fotoğrafları (HGK, 2007), 1/25000 ölçekli 1956, 1976 ve 2000 yıllarına ait sayısal ve baskı topoğrafik haritalar ile 1/25000 ölçekli jeoloji ve jeomorfoloji haritaları (MTA, 2002), Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü 1/25000 ölçekli sayısal toprak haritası (TOPRAKSU, 1974) veri tabanına yüklenmiştir. Hava fotoğraflarının yorumlanmasında 3D Viewer yazılımı kullanılmıştır. Kartografik materyal 1985 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü sınıflandırmasında eğitim setinin oluşturulmasında ve geçmiş arazi kullanımlarının yorumlanmasında yardımcı veri olarak kullanılmıştır.

2.3 Uydu görüntüleri

Uydu görüntüleri ile yapılan uzaktan algılama çalışmalarında ENVI 5.4.1, verilerin CBS ortamında irdelenmesi aşamasında ArgGis yazılımından yararlanılmıştır.

Alanının CORINE arazi kullanım/örtüsü haritalarının elde edilmesinde 2 Ağustos 1985 tarihli Landsat-5TM ve Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 3 Şubat 2016 tarihli iki parçalı 5m çözünürlüğe sahip Göktürk-2 görüntüleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan alana ait hızlı biçimlendirilmiş şekilde temin edilen uydu görüntülerinde sahte renkte (RGB) birleşik görüntü oluşturulması, konum düzeltme, kesme işlemleri, zenginleştirme, filtreleme vb. görüntü işleme aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Landsat -5 Thematic Mapper (TM) 1984 yılından beri kullanılan TM görünür NIR ve SWIR bölgede 30m çözünürlüklü 6 adet band ve 120m çözünürlüğe sahip Termal Band'a sahip bir uydu görüntüsüdür (Anonim, 2018).

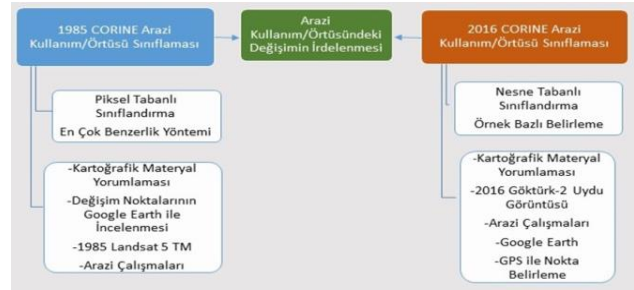
Göktürk-2 uydu görüntüsü TÜBİTAK Uzay'ın tasarlayıp geliştirdiği ve TAI ile entegrasyonu sağlanan yer gözlem uydusudur. Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yerli uydusudur. Teknik özellikleri Tablo 1'de açıklanmıştır.

2.4. Arazi kullanım/örtüsündeki değişimin belirlenmesi

Çalışmanın başlıca aşamaları aşağıdaki akış şeması içinde açıklanmıştır (Şekil 2).

Tablo 1. Göktürk-2 uydusunun teknik özellikleri (Atak ve ark., 2015)

Yörünge	Güneş Eş Zamanlı Yörünge ve 98,2° Eğimli Yörünge
Yörünge Yüksekliği	~ 685 km
Periyodu	~ 98 dakika 20 saniye
Yükseliş Yerel Zamanı	10.30 (yerel zaman)
Günlük Yer İstasyonu Temas Süresi	~ 60 dakika (gündüz+gece)
Uydu Kütleli	< 409 kg
Mekansal Çözünürlük	Siyah – Beyaz : 2.5 m Renkli (RGB) : 5 m NIR : 5 m
Radyometrik Çözünürlük	11 Bit
Zamansal Çözünürlük	+/- 5° çekim açısı 11 gün, +/- 30° çekim açısı 2-3 gün,
Spektral Çözünürlük	Pan :0,42-0,75 µm Red :0,596-0,75 µm Green :0,5-0,584 µm Blue :0,422-0,512 µm NIR :0,762-0,894 µm SWIR :0,8-1,7 µm



Şekil 2. Çalışma akış şeması

2.5 Piksel tabanlı sınıflandırma

1985 yılı arazi kullanım/örtüsünün belirlenmesinde piksel tabanlı sınıflandırma metodlarından biri olan en çok benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde algoritma, veri tabanındaki spektral varyasyondan alınmaktadır. Spektral varyasyonlar sadece objenin farklı yansımasından değil ayrıca uydu görüntüsünün çözünürlüğünün düşük olması, topoğrafik etkiler, atmosferdeki su moleküllerinden kaynaklanan sis ve gürültüden kaynaklanır. Uzaktan algılamada, sadece dijital numara değerlerinden bir objenin kesin spektral sınıflarını ayırt etmek imkânsızdır. Bunun nedeni o objenin dijital numara (DN) değeri topoğrafya, atmosferik şartlara ve farklı aydınlatma koşullarına bağlıdır. Bundan dolayı, belirli değişkenlik içerir. Bu sınıflama algoritması sınıfların uyumsuzluklarındaki olasılıkların hesaplamasında kullanılır. Elde edilen ortalamalar tanıtılan örneklerde kullanılır. Ortalamaların hesaplanması normal olarak bölünmüş sınıfların ve tanıtılan örneğin her ikisinin birden üstlenmesi esasına dayanmaktadır (Altınbaş ve ark., 2003).

2.6 Nesne (obje) tabanlı sınıflandırma

Nesne tabanlı sınıflandırmanın ilk adımında segmentasyon aşaması bulunmaktadır. Bu aşamada görüntüde benzer ve komşu olan piksellerin bir araya getirilmesi ile belirli poligonların ya da görüntü nesnelerinin oluşturulması hedeflenir. Böylece benzer değere sahip pikseller, seçilen bir piksel ile başlayarak en ufak heterojenlik değerini ortaya koyacak şekilde, ayrıntının geometrisi ve spektral değişimine göre tanımlanan bir görüntü nesnesini oluşturacak şekilde gruplara ayrılır (Benz ve ark., 2004). Tüm eğitim alanları görüntünün farklı bölgelerinden seçilerek en yakın komşu yöntemi ile komşuya yakınlıklarına göre segmentler gruplandırılmaktadır. Bir ölçek göstergesine göre seçilen pikselin yayılımı sınırlandırılmaktadır (Anonim, 2008).

ENVI Zoom (yakınlaştırma), Robinson ve ark. (2002) tarafından oluşturulan Tam Lambda Programı (Full Lambda Schedule) algoritmasını kullanmaktadır. Burada algoritma, spektral ve mekânsal bilgi kombinasyonuna dayanarak bitişik segmentleri yinelemeli olarak birleştirmektedir.

Örnek tabanlı sınıflandırma, kimliği bilinmeyen nesnelere bir veya daha fazla bilinen özelliğe atamak için eğitim verilerini kullanma sürecidir (Anonim, 2021). Bu aşamada ne kadar çok özellik ve eğitim örneği seçilirse, denetimli sınıflandırmadan o kadar iyi sonuçlar alınması mümkündür. Segmentasyon aşamasının ardından sınıflandırma aşamalarına geçilmektedir.

2.7 CORINE arazi kullanım/ örtüsü sınıflaması

Arazi örtüsü sınıflaması LCC-Alan kullanımı (CORINE, 1997) sınıflamasına göre yapılmıştır. GPS ile elde edilen yersel bilgiler, kartografik yardımcı veriler yardımıyla arazi kullanım sınıfları belirlenerek 1985 ve 2016 için arazi örtüsü/kullanım haritaları elde edilmiştir. Sınıflandırma aşamasında sınıflar arasında birleştirme yapılmamıştır. CORINE arazi kullanım/örtüsü sınıflama çalışmaları şu aşamalar izlenerek yapılmıştır; araştırma alanı sınırlarının belirlenmesi, görüntülerin sağlanması, görüntülerin işlenmesi, yardımcı verilerin toplanması, çalışma alanının görüntüden kesilmesi, eğitim veri setlerinin oluşturulması için arazi etütleri, eğitim setlerinin oluşturulması, yardımcı veriler ile doğruluğun araştırılması, GPS ile yersel veri karşılaştırması, sınıflandırma sonuçlarının yorumlanması ve değerlendirilmesi, CORINE sınıfları belirleme ve kodlama, sınıflandırmanın yapılması ve CORINE haritasının hazırlanması.

2.8 1985 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü haritasının oluşturulması

02.08.1985 tarihli Landsat 5TM uydu görüntüsü üzerinde ENVI 5.4.1 yazılımı yardımıyla 5 (R)-4 (G)-3 (B) birleşik

görüntüsü elde edilmesi, konum düzeltme, görüntü kesme ve diğer görüntü işleme aşamaları gerçekleştirilmiştir. Yerleşim yerleri ve havalimanı alanı, araştırma alanına alana ait büyük ölçekli 1948, 1971 ve 1995 hava fotoğrafları(1/35000, 1/20000) , 1956, 1976 ve 2000 yıllarına ait topoğrafik haritalar (1/25000), sayısal toprak haritası (1/25000) arazi kullanım bilgileri ve 1985 yılı Landsat-5TM uydu görüntüsü yardımıyla görsel yorumlama ve ekran sayısallaştırması yöntemiyle belirlenmiştir. Sınıflandırma esnasında görüntü üzerinde yerleşim yerleri ve havalimanı alanı maskelenmiştir. Kartografik materyalin yorumlanması ve arazi çalışmaları yardımıyla eğitim seti oluşturulmuş ve en çok benzerlik yöntemi ile arazi kullanım /örtüsü haritası elde edilmiştir.

2.9 2016 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü haritasının oluşturulması

Alanın 2016 yılı CORINE arazi örtüsü haritası elde edilmesi için 03.02.2016 tarihli iki parçalı 5m. çözünürlüğe sahip Göktürk-2 görüntülerinde 1-2-3-4 bantlı birleşik görüntülerin oluşturulması, konum düzeltme, görüntü kesme işlemleri ve diğer görüntü işleme aşamaları gerçekleştirilmiştir. Her iki Göktürk-2 görüntüsünün renk farkı giderilmiş ve birleştirilerek tek parçalı mozaik görüntüsü elde edilmiştir. Havalimanı ve mera (eski sulak alan kalıntısı) alanları Goggle Earth görüntüsü, 2016 Göktürk-2 uydu görüntüsü, arazi çalışmaları, 1948, 1971 ve 1995 hava fotoğrafları, 1956, 1976 ve 2000 yıllarına ait topoğrafik haritalar yardımıyla görsel yorumlama ve ekran sayısallaştırması yöntemi ile belirlenmiş ve bu alanlar sınıflandırma aşamasında maskelenerek tarım alanlarından ayırt edilmiştir.

ENVI yazılımının Feature Extraction (özellik çıkarımı) modülü yardımıyla eğitim seti oluşturularak nesne tabanlı örnek bazlı sınıflandırma yöntemi ile 2016 CORINE arazi kullanım/örtüsü haritası oluşturulmuştur. Nesne oluşturma paneli aşamasında segment ayarlarında segmentasyon için Kenar-Edge algoritması 50'li bir ölçek seviyesi seçilmiştir. Çokgen birleştirme için R, G, B, NIR için 50.30 birleştirme parametresiyle Tam Lambda Programı- Full Lambda Schedule(FLS) algoritması kullanılmıştır. Segment görüntüsünün oluşturulmasından sonra eğitim verileri oluşturulmuştur. Temel gerçeklik verilerinin içe aktarımı yapıldıktan sonra sınıflandırma için seçilen niteliklerle eğitimi sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır.

2.10 Doğruluk analizi

Araştırma alanında durum tespiti, sulak alan artıkları, yapay yüzeyler, kum ocakları, kumluk alan ve diğer kullanımlara dair bilgi edinmek amacıyla rastgele belirlenmiş 259 adet noktadan GPS ile kontrol verisi elde edilmiş ve bu veriler CBS ortamına aktarılmıştır. Bu konumlara ait sınıflar ve bu kategorilere karşılık gelen

kontrol referansları ile hata matrisleri oluşturulmuştur (Foody, 2002). 2016 arazi kullanım/örtüsü sınıflamasının genel doğruluk değeri ve Kappa katsayısı hata matrisinden hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

1985 yılı CORINE sınıflamasında maskelenen yapay alanlar (yerleşim ve havalimanı) dahil 5 ana grup, 1 alt grup ve 1 seri düzeyinde olmak üzere toplam 7 sınıf oluşturulmuştur (Şekil 3). Düşük çözünürlüklü 1985 yılı Landsat uydu görüntüsü ile sınıflandırma çalışmaları esnasında araştırma alanının 1948, 1971 ve 1995 yıllarına ait stereoskopik çekilmiş büyük ölçekli hava fotoğrafları, büyük ölçekli 1956, 1976 ve 2000 yıllarına ait topoğrafik haritaları ve geçmişe ait arazi kullanım bilgileri içeren sayısal toprak haritasının birlikte irdelenmesi sonucunda araştırma alanının arazi kullanım/örtüsü bilgilerine olabildiğince detaylı ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda geçmiş tarihli detaylı bilgilere sahip büyük ölçekli kartografik materyal yardımı ile eğitim seti oluşturularak düşük çözünürlüklü bir uydu görüntüsü ile edilen arazi kullanım/örtüsü verilerinin doğruya yakın olması sağlanmıştır.

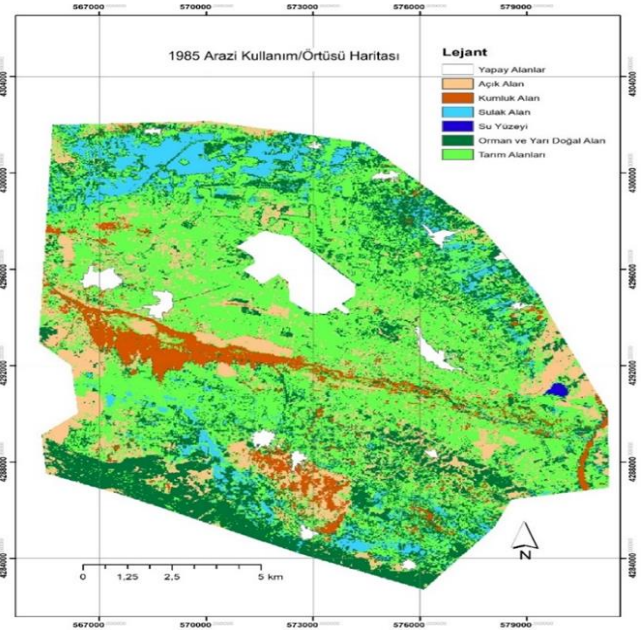
1985 yılı CORINE sınıflarının dağılımına göre tarım alanları % 45.33'lük payla ilk sırada bulunmaktadır (Tablo 2). Tarım alanlarını sırasıyla %22.85'lik payla orman ve yarı doğal alanlar, %14.39'luk payla az veya hiç bitki örtüsü içermeyen açık alanlar, %7.13'lik payla ise sulak alanlar izlemektedir. Kumluk alanların kapladığı alanın payı ise %5.80'dir. Su yüzeyleri % 0.10'luk bir dilimle yok denecek kadar az yer kaplamaktadır.

Tablo 2. 1985 CORINE arazi kullanım/örtüsü sınıfları

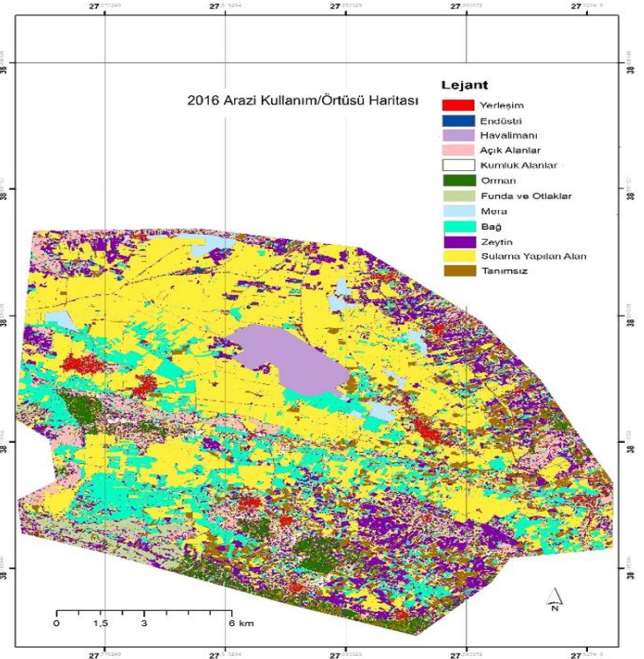
Arazi örtüsü Sınıfları	Alan (km ²)	Alan (%)
Yapay Alanlar	9.92	4.40
Tarım Alanları	102.10	45.33
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5.48	22.85
Az veya Hiç Bitki Örtüsü İçermeyen	32.42	14.39
Açık Alanlar		
Kumluk Alanlar	13.06	5.80
Sulak Alanlar	16.06	7.13
Su Yüzeyi	0.23	0.10

2016 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü haritası alt grup düzeyinde 6 sınıf, seri düzeyinde 5 sınıf, toplam 11 sınıf içerecek şekilde hazırlanmıştır. 2016 yılı arazi kullanım/örtüsü sınıfları değerlendirildiğinde (Şekil 4, Tablo 3), tarım alanlarının (sulama yapılan alanlar, bağ, zeytin, mera) %74.88'lik payla araştırma alanında ilk sırada olduğu görülmektedir. Yapay alanların (yerleşim, endüstri, havalimanı) payı %5.18'tir. Orman ve yarı doğal

alanların (orman, funda ve otlaklar, açık alanlar, kumluk alanlar) payı %13.91'dir. Yapılan eğitimli sınıflandırmada alanın %6.02'i tanımlanamamıştır. Bu alanlar haritada tanımsız olarak gösterilmiştir. Tarım alanları içinde sulama yapılan alanlar 94.92 km² olup araştırma alanında %42.13'lük yer kaplamaktadır. Bunu 36.35 km² alan kaplayan ve %16.13'lük paya sahip zeytin alanları izlemektedir. 3.sırada 34.43 km²lik alan ve %15.28 payla bağ alanları izlemektedir. Mera alanları ise 3.02 km² alan ile araştırma alanının %1.34'ünü oluşturmaktadır. Kumluk alanlar 1.87 km² olup araştırma alanının %0.83'ü kadardır.



Şekil 3. 1985 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü haritası



Şekil 4. Araştırma alanı 2016 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü haritası

Tablo 3. 2016 yılı CORINE arazi kullanım/örtüsü sınıfları

Arazi Kullanım/Örtüsü Sınıfları	Alan (km ²)	Alan (%)
Yerleşim	4.98	2.21
Endüstri	0.71	0.31
Havalimanı	5.99	2.66
Sulama Yapılan Alanlar	94.92	42.13
Bağ	34.43	15.28
Zeytin	36.35	16.13
Mera	3.02	1.34
Orman	8.11	3.60
Funda Otlaklar	7.48	3.32
Az veya Hiç Bitki Örtüsü İçermeyen Açık Alanlar	13.87	6.16
Kumluk Alan	1.87	0.83
Tanımsız Alan	13.57	6.02

Tablo 4'te görüldüğü üzere 2016 yılı arazi örtüsü haritasının doğruluk analizinde arazide GPS ile alınan 259 adet konum bilgisi kullanılmıştır. Genel sınıflandırma doğruluğu %84.55 olmuştur. Kappa katsayısı 0.81 bulunmuş ve bu değer çok iyi performans kategorisine girmiştir.

Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle araştırma alanının 2016 yılı arazi kullanım/örtüsüne dair ayrıntılı bilgiler elde edilmiştir. CORINE alt ve seri düzeylerindeki 2016 yılı sayısal verileri, 1985 Landsat-5TM piksel tabanlı sınıflandırma ile tespit edilen ana grup düzey düzeyine indirgenerek iki yıla ait arazi kullanım/örtüsü sınıflarının kıyaslaması yapılabilmektedir.

1985 ve 2016 yıllarındaki arazi kullanım/örtüsü sınıfları ana grup düzeyinde karşılaştırıldığında (Tablo 2,3), yapay alanların %4.40'dan, %5.18'e, tarım alanlarının %45.33'ten %74.88'e çıktığı belirlenmiştir. Doğal ve yarı doğal alanların %22.85'ten %5.92'e, az veya hiç bitki örtüsü içermeyen açık alanların ise %14.39'dan %6.16'a düştüğü görülmektedir. Özellikle açık kumul yüzeyleri dahil tüm kumluk alanların %5.80'den %0.83'e inmesi dikkat çekicidir. Bu alanlarda yapılan ağaçlandırma ve bitkilendirme uygulamasıyla kumul yüzeylerinin kontrol

altına alındığı belirlenmiştir. Nitekim Şahin-Taysun ve ark. (2020) bu ovada yaptıkları NDVI değerlendirmesinde araştırma alanına ait çıplak kaya, kumluk ve bitkisiz alanların 1985'de %44.66 olduğunu, 2005'de yarıya indiğini ve 2017'de %0.58'e kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu duruma ağaçlandırılarak ıslah edilen arazilerin haricinde kumullarla kaplı alanlarda yoğun olarak damla sulamalı tarımsal uygulamaların yaygınlaşmasının da etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Sulak alanların %7.13'ten %0.00 düzeyine inmesi, alanda bu süreçte gerçekleşen sulak alan tahribatının büyüklüğünü ortaya koymuştur. Aynı şekilde 1985 öncesi kurutma ve tarıma açma nedeniyle yok olan Rahmiye Gölü ve Eğrigöl'e (Kumkuyucak Gölü) ilave olarak 1985 yılı sonrası kalan son göl olan ve %0.10'luk bir alana sahip küçük Selendi Gölü'nün de kurutulmasıyla, bu alanda su yüzeyi kalmamıştır. Sonuç olarak, mevcut üç göle ait su yüzeyleri diğer sulak alanlarla birlikte ortadan kalkmıştır.

4. Sonuç

Akselendi Ovası'nda 1985 ve 2016 yıllarındaki 31 yıllık süreçte yapay alanlar %0.78, tarım alanları %29.55 artmıştır. Doğal ve yarı doğal alanlar %16.93, az veya hiç bitki örtüsü içermeyen açık alanlar ise %8.23 azalmıştır. Kumluk alanlar %5.05'e gerilemiştir. Bunun nedeninin kumul hareketlerinin fazla olduğu alanlarda yapılan ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmaları olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında yer alan sulak alanların oranı %7.13 iken günümüzde tümüyle yok olmuştur. Bu bulgular ovadaki sulak alan tahribatını açık bir şekilde ortaya koymuştur. 1985 yılı öncesinde Rahmiye Gölü kurutma sebebiyle, suçlanan uvala olan Eğrigöl ise aşırı içme ve sulama suyu çekimi nedeniyle tamamen yok edilmiştir. Bu çalışma süreci içinde, kurutulmuş tarıma açma nedeniyle Selendi Gölü yanı sıra Pınarcık Bataklığı, Sarıçalı Bataklığı, İllicasu Bataklığı, Akselendi Kovalığı vb. birçok sulak ve yarı sulak alanın da ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Diğer bir anlatımla bu yok oluş sürecinde alanda kalan son su yüzeyi olan küçük Selendi Gölü'nde 1985 yılında su bulunuyorken, burasının da

Tablo 4. 2016 yılı nesne tabanlı eğitimli sınıflandırma için yersel doğruluk testi

	S	B	Z	Y	E	O	F	A	K	Toplam	%
S	78	5	4					3	2	92	84.78
B	3	29	2						2	36	80.56
Z	3	3	18				2			26	69.23
Y				20	1					21	95.24
E				1	11					12	91.67
O		1	1			20				22	90.91
F	1	1	1				28	2		33	84.85
A	1							10		11	90.91
K								1	5	6	83.33
Toplam	86	39	26	21	12	20	30	16	9	259	

Genel Sınıflandırma Doğruluğu: %84.55 Kappa Katsayısı: 0.81

S: Sulama Yapılan Alanlar, B: Bağ, Z:Zeytin, Y:Yerleşim E:Endüstri, O:Orman F: Funda ve Otlaklar A: Az veya hiç bitki örtüsü içermeyen açık alanlar K:Kumluk Alanlar

kurutulmasıyla ovadaki su yüzeyleri tamamen yok olmuştur. Bu bağlamda ovada doğal ve yarı doğal alanların bozulmasının önlenmesi ve geniş alanları kaplayan Kumçay yatak yüzeyini koruyan doğal olarak oluşmuş ince vejetasyon katmanının özenle korunması gerekmektedir. Bu durum rüzgar erozyonu kontrolü ve tarımın sürdürülebilirliği açısından çok önemlidir

Teşekkür

Araştırma TAGEM/TSKAD/14/A13/P05/01 nolu proje kapsamında TAGEM tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Altınbaş Ü, Kurucu Y, Bolca M, Esetlili T, Özden N, Özen F, Türk T (2003). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi uygulamalı temel kursu ders notları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 09-14 Haziran, Bornova/İzmir.
- Anonim (2008). L3Harrisgeospatial Company, geospatial software and technology data, ENVI, feature extraction module user's guide, feature extraction module version 4.6 december, 2008 edition. http://www.harrisgeospatial.com/portals/0/pdfs/envi/feature_extraction_module.pdf (erişim tarihi: 18. 11.2018)
- Anonim (2018). NİK İnşaat Tic. Ltd. Şti., NİK sistem, uydu görüntüleme, uydu verileri. http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=20 (erişim tarihi: 11.11. 2018)
- Anonim (2021). L3Harrisgeospatial company, geospatial software and technology data, ENVI. https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/example_based_classification.html#Selectin2 (erişim tarihi: 6.10.2021)
- Atak VO, Erdoğan M, Yılmaz A (2015). Göktürk-2 uydu görüntü testleri (Gokturk-2 Satallite imagery tests). Harita Dergisi, Sayı: 153, s.18-33
- Başayığıt L (2004). CORINE Arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre arazi kullanım haritasının hazırlanması: Isparta örneği. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4) 366-37.
- Benz U, Hofmann P, Willhauck G, Lingenfelder I, Heynen M (2004), Multi-resolution, nesect-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. ISPRS, Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 58, 239-258.
- CORINE (1997). CORINE land cover Project. Coordination of Information on the Environment Commission European.
- DMİ (2008). Akhisar (17184) Meteoroloji Bülteni
- Elagouz MH, Abou-Shleel SM, Belal AA, El-Mohandes, MAO (2020). Detection of land use/cover change in Egyptian Nile Delta using remote sensing. Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 23(1), 57–62.
- Foody GM (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. Remote Sensing of Environment, 80,185–201.
- Güre M, Özel ME, Özcan H (2009). CORINE arazi kullanımı sınıflandırma sistemine göre Çanakkale ili. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(3): 37 – 48
- HGK (2007). Harita Genel Komutanlığı 1948, 1971 ve 1995 yılları hava fotoğrafları
- Kesgin B (2007). Kıyı alan kullanımlarındaki değişimin uzaktan algılama teknikleri ile izlenmesi (monitoring) üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- MTA (2002). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü verileri.
- Raji BA (2004). Agricultural land use planning and management in kadawa irrigation schema. The Journal of African History, 45,2, pp:333-334.
- Robinson DJ, Redding NJ, Crisp DJ (2002). Implementation of a fast algorithm for segmenting SAR imagery. Scientific and Technical Report, Australia: Defense Science and Technology Organization.
- Sertel E, Algan IY, Alp G, Musaoğlu N, Kaya Ş (2017). Yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak 1:25000 ölçekli ulusal arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma sisteminin geliştirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı, s.232-241
- Sun Q, Qi W, Yu X (2021). Impacts of land use change on ecosystem services in the intensive agricultural area of North China based on Multi-scenario analysis. Alexandria Engineering Journal, 60(1), 1703–1716.
- Şahin- Taysun K, Özden N, Yılmaz G., Acar O., Nurlu E, Taysun, A (2011). UA ve CBS Teknikleri Yardımıyla İzmir ili Torbalı ve Kemalpaşa ilçeleri örnek alanında arazi bozulmasının zamansal ve konumsal değişiminin izlenmesi ve değerlendirilmesi. Mülga Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, TAGEM-BB-TOPRAKSU-2011/116.
- Şahin-Taysun, K, Taysun A, Özden, N (2019a). Manisa-Akselendi ovasında rüzgar erozyonu etkisi altındaki arazilerin potansiyel toprak kaybı değerleri ve rüzgarla aşınabilme grupları (WEG) dağılımı. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1), 58–67.

Şahin-Taysun K., Taysun A, Özden N, Aruğaslan L, Çolak Mİ, Uysal H, Nurlu E (2019b).Rüzgâr erozyonu etkisindeki Manisa Akselendi Ovası'nda arazi bozulununun değişimi, etkileri ve çevresel değerlendirilmesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Ekim, TAGEM/TSKAD/14/A13/P05/01.

Şahin-Taysun K, Taysun A (2020). Investigation of temporal changes in vegetation cover in Manisa-Akselendi Plain under wind erosion effect using NDVI Data. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 15, Sayı 2, 100–105.

Tağlı Ş (2007). Landsat görüntüleri kullanarak ulubat sulak alanda değişimin yönünü ölçme. Ekoloji Dergisi, Sayı:16-64, s.9-20

Taysun A, Özden N, Yılmaz G (2010a). Çevresel teknolojiler ve çölleşme olayı. TÜBİTAK ÇAYDAG, Uluslararası Proje (Bilateral) Sonuç Raporu, Haziran.

Taysun A, Özden N, Şahin-Taysun K, Okur M, Okur O (2010b). Manisa Akselendi Ovasında rüzgar erozyonunun etkileri, alınan önlemlerin durumu ve etkinliği ile geleceğe yönelik çözüm önerileri. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran, s: 361-370, Çorum.

TOPRAKSU (1974). Gediz havzası toprakları. Köy İşleri Bakanlığı Yayını, Raporlar Serisi:86

Burdur Ekolojik Şartlarında Farklı Azotlu Gübre Çeşit ve Dozlarının Şeker Mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) Koçanın Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 178-186, 2021

Abdullah KOCABAŞ¹, İlnur AKGÜN*²

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 178-186, 2021

Özet: Araştırmada farklı azotlu gübre çeşit [Nitropower 33 (%33 N), üre (%46 N) ve UTEC (%46 N)] ve dozlarının (15, 20 ve 25 kg/da) Vega F1 mısır çeşidinde taze koçan ağırlığı ve koçan özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme planına uygun olarak 3 tekerrürlü kurulmuş ve ekimle beraber 10 kg fosfor (P₂O₅) uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, gübre çeşitlerinin koçan sayısına, dozların ise koçan boyu ve koçanda tane sayısına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, gübre çeşit ve dozlarının bitki boyu hariç, incelenen diğer özellikler (koçan çapı, kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı ile koçanda sıra sayısı) üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, taze koçan ağırlığı dikkate alındığında Burdur ekolojik koşullarında Vega F1 tatlı mısır çeşidine UTEC (yavaş salımlı) gübre çeşidi ve dekara 20 kg azot uygulandığında en yüksek verim elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şeker mısır, azotlu gübre, doz, koçan özellikleri

The Effect of Different Nitrogenous Fertilizer Types and Doses on Some Agricultural Properties of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) In Burdur Ecological Conditions

Abstract: This study was carried out to determine the effects of different nitrogenous fertilizer types [Nitropower 33 (33% N), urea (46% N) and UTEC (46% N)] and doses (15, 20 and 25 kg/da) on the fresh ear weight, ear characters in Vega F1 sweet corn cultivar. The research was established in randomized bloc split plots with 3 replications and 10 kg of phosphorus (P₂O₅) was applied with sowing. According to results, effects of fertilizer types on ear number and effects of doses on ear length and kernel number per ear were found to be statistically significant. In addition, it was determined that the effects of fertilizer types and doses on other characteristics (ear diameter, husked and unhusked ear weight and numbers of row per ear) were found to be statistically insignificant except for plant height. As a result, considering fresh ear weight, the highest yield was obtained when UTEC (slow release) fertilizer variety and 20 kg/da nitrogen were applied to Vega F1 sweet corn variety in Burdur ecological conditions.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
ilknurakgun@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 30/09/2021
Kabul (Accepted): 14/11/2021

¹Burdur İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
Burdur, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

Keywords: Sweet corn, nitrogen fertilizer, dose, ear characters

1. Giriş

Mısır, yetiştirme süresinin kısa olması, veriminin yüksek olması ve çok fazla kullanım alanının bulunması nedeniyle, sanayinin vazgeçilmez ürünlerinden birisidir (Kırtok, 1998). Ülkemizde tahıllar içerisinde üretim miktarı bakımından üçüncü sırada yer almakta olup, ilk iki sırada buğday ve arpa gelmektedir. Türkiye’de 2020 yılında mısır

ekim alanı 691.632 ha, üretim 6.5 ton ve dekara verim ise 941 kg/da olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021a). Ülkemizde son yıllarda şeker mısırının üretim ve tüketimde önemli artışlar görülmesine rağmen, şeker mısırının ekim alanı ile ilgili istatistiki bilgi de bulunmamaktadır. Ancak Türkiye’de toplam mısır ekim alanının %1-2 kapsayan alanda şeker mısırı yetiştiriciliğinin yapıldığı tahmin edilmektedir (Stansluos ve ark., 2020;

Aslan ve Williams, 2015). Şeker mısırı alternatif bir ürün olması yanında, kaliteli beslenme ve üretim çeşitliliği açısından da önemlidir. Bu nedenle yeni geliştirilen şeker mısırı çeşitlerinin farklı üretim alanlarında denemeye alınması ve üreticilere tanıtılması ekim alanlarının artmasına katkı da sağlayabilir.

Mısırın tane özelliklerine göre farklı alt türleri bulunmakta ve bunlar arasında sert, şeker ve cin mısırlar doğrudan insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Şeker mısırı (tatlı mısır) tanelerindeki kimyasal içerik yönünden diğer mısırlardan ayrılmaktadır. Süt olum döneminde hasat edilen şeker mısırında, diğer alt türlerinden daha fazla şeker, yağ, protein ve B vitamin gruplarını içerdiği bildirilmiştir (Tracy, 2001). Yine şeker mısırının her kilogramında 10 g yağ, 221 g karbonhidrat 3.35 g protein, 1.11 g fosfor, 2.8 g potasyum içerdiği ileri sürülmüştür (Çetinkol, 1989). Genel olarak hasat olgunluğuna gelen şeker mısırında %70 su, %3 suda çözülebilir polisakkaridler, %10-11 nişasta ve %5-6 şeker bulunmaktadır. Son yıllarda şeker mısırında şeker içerikleri artırılmış süper tatlı olarak adlandırılan çeşitler (sh-2 geni içeren) geliştirilmiştir (Walker, 2020).

Şeker mısırı taze tüketime yönelik olarak pazarlandığından, pazarlanabilir koçan sayısının yüksek olması tercih edilmektedir. Dekara toplam koçan sayısı ile bitki başına koçan sayısı arasında olumlu ve önemli bir ilişki bulunmaktadır. Şeker mısırında dekara pazarlanabilir koçan sayısına yıl, lokasyon, çeşit (Sakin ve ark., 2011) ekim sıklığı ve gübre uygulamalarının (Turgut, 2000) etkisinin önemli olduğunu tespit edilmiştir.

Tarımda en pahalı girdilerden birisi olan azotlu gübrenin, dünyada yılda maliyeti yaklaşık 50 milyar dolar olduğu ileri sürülmüştür (Ladha ve Chakraborty, 2016). Azotlu gübreler tarımda ne yazık ki çok etkin bir şekilde kullanılmamaktadır. İdeal koşullarda bile toprağa uygulanan azotlu gübrelerin ancak %50'sinin bitkiler tarafından kullanıldığı, %2-20'sinin buharlaşma yoluyla kaybedildiği, %15-25'inin killi toprakta bulunan organik bileşikler ile birleştiği ve geri kalan %2-10'luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığı ifade edilmektedir (Korkmaz, 2007).

Yavaş salımlı gübre kullanımı, azotun yarayışlılar süresini artırarak bitkilerin azot ile dengeli beslenmesini, sonuç olarak da verim ve kalite üzerinde artış sağlamaktadır. Ayrıca azotun yıkanmasını önleyerek, çevre kirliliğini de azaltmaktadır. Azot yıkanmanın haricinde, denitrifikasyon, toprak erezyonu, volatilyasyon ve immobilizasyon ile kayıplara uğramaktadır. Bu nedenle azot kayıplarını azaltmak ve amonyum azotunun nitrata dönüşümünü yavaşlatmak için özel tip gübreler geliştirilmiştir (Trenkel, 2010). Bu özel tip gübreler, sahip oldukları besin maddelerine ve salınım süreçlerine göre farklı (Peletlenmiş yavaş salımlı gübreler, Suda çözünürlüğünü

azaltmak için belli bir bölümü kimyasal olarak değiştirilmiş gübreler, Kaplanmış yavaş salımlı gübreler) sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2020).

Farklı ekolojik koşullarda mısır üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, optimum azot dozu ile ilgili sonuçlar farklı olmakla birlikte, 30 kg/da kadar öneriler (Turgut, 2000) mevcuttur. Karagöz, (2018) tarafından mısır üzerinde yapılan çalışmada, gübre çeşitleri bakımından en yüksek kuru ot veriminin inhibitörlü gübrelerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, farklı azotlu gübre çeşit (ürea inhibitörlü UTEC, Nitropower 33 ve Üre) ve dozlarının (15, 20, 25 kg/da) Vega F1 tatlı mısırı çeşidinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Burdur ilinin Suludere köyüne ait deneme alanında 2020 yılında yürütülmüştür. Araştırmada tohum materyali olarak Vega F1 tatlı mısır çeşidi, azotlu gübre kaynağı olarak Nitropower 33 (%33 N), üre (%46 N) ve UTEC (yavaş salımlı gübre) (%46 N), fosfor kaynağı olarak ise triple süper fosfat (TSP) kullanılmıştır.

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada ana parsellere gübre çeşidi (Nitropower 33, üre ve UTEC), alt parsellere ise azot dozları (15, 20, 25 kg/da) yerleştirilmiştir. Her parselde 5 m uzunluğunda 6 sıra yer almıştır (sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm). Parsellerin arasında 1 m, blokların arasında 2 m mesafe bırakılmıştır. Her bir blok toplam 9 parselden oluşmuştur. Ekim işlemi Mayıs'ın ikinci haftasında tohumlar markörle çizilen sıralara belirtilen sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde el ile açılan ocaqlara ekilmiştir. Her ocağa 2 tohum atılmıştır. Uygulanan azotlu gübre dozlarının yarısı ve 10 kg fosfor (P₂O₅) ekimle beraber, azotlu gübrelerin diğer yarısı ise bitki boyu 30-40 cm ulaşıncaya verilmiştir. Çimlenme tamamlandıktan sonra elle yapılan çapalama işlemi ile hem yabancı ot mücadelesi, hem de her ocağa 1 bitki bırakılmıştır. Sulama için basınçlı damla sulama yöntemi uygulanmıştır. Çıkışların homojen bir şekilde olması için ekimle beraber ilk sulama yapılmıştır. Daha sonraki sulama işlemleri toprak nem düzeyine göre verilmiştir.

Bitki süt olum döneminde (döllendikten yaklaşık 21 gün sonra) parsellerin baş kısmından 0.5 m, kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak atıldıktan sonra parselin ortasındaki sıradan hasat edilen 10 bitkide ve bu bitkilerden elde edilen koçanlarda Bitki boyu (cm), bitkide koçan sayısı (adet), koçan çapı (cm), koçan boyu (cm), koçanda sıra sayısı (adet), koçan ağırlığı (g) [kavuzlu (koçan yaprakları ile birlikte) ve kavuzsuz (koçan yaprakları alınmış)] incelenmiştir (Anonim, 2010; Küçükyağcı, 2010).

Çalışma elde edilen verilerin varyans analizi tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine, uygun olarak TOTEM-STAT paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (Açıkgöz, 1993). Uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir.

2.1. Denemede kullanılan gübre materyallerinin özellikleri

Nitropower 33 gübresi, granül formlu olup, bu azotlu bir gübrenin içeriğinde %20 oranında S₂O, %25 üre azotu ve %8 NH₃ azotu olmak üzere toplamda %33 azot bulunmaktadır. Nitrat formunda azot içermeyen bu gübre, içerdiği kükürt ile bitkilerin azot yönünden daha iyi faydalanmalarına katkı sağlamaktadır (Anonim, 2021b).

Üre (%46) gübresi, suda kolay çözülebilme özelliğine sahip olan bu gübre, beyaz renkli ve kokusuz olup, %46 oranında azot içermektedir. En fazla azot içeriğine sahip olan üre gübresi, birim azot bakımından daha uygun fiyata mal olmaktadır. Üre gübresi bitkilere, azot kaynağı olarak direkt etkili olup, kaliteli ve yüksek ürün alınmasını sağlamaktadır. Üre gübresi, toprağa uygulanmasının yanında, sulama suyunda veya püskürtme yöntemleri ile de başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Anonim, 2021c).

UTEC 46 gübresinde, %45 oranında azot ve %0,108 oranında üreaz inhibitörü bulunmaktadır. UTEC gübresi üre azotu içermekte olup, üre azotunun tamamı N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT) ile inhibe (engelleme), yavaşlatıcı) edilerek üretilmiş bir gübredir. NBPT içermesi sebebiyle üre azotunun hidrolizi geciktirilerek, NH₃ gazı halindeki azot kayıpları engellenmektedir. Bu inhibitör sayesinde ürenin NH₄'a dönüşümü yavaşlamakta ve yağmur yağmadığı ya da sulama yapılmadığı şartlarda azotun NH₃ halindeki kaybı 10-15 gün süreyle geciktirilebilmektedir (Anonim, 2021d).

2.2. Deneme alanının toprak özellikleri

Deneme alanından 0-30 cm derinlikteki alınan toprak örneklerinde yapılan analizi sonucunda, araştırma alanının toprağı, killi-tınlı bir yapıya sahip olup, tuzsuz, hafif alkalin (pH 8.00), kireç oranı yüksek (%38.78), organik madde (%1.86) ve azot içeriğı (%0.09) düşük, fosfor içeriğı ise (239 kg/da) orta sınıfta yer almaktadır.

2.3. Deneme alanının iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü 2020 yılında Mayıs-Eylül aylarına ilişkin toplam yağış miktarı 170.2 mm olup, uzun yıllar toplam yağış miktarı ise 114.5 mm olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde ortalama sıcaklık 2020 yılında 22.5 °C olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasının (21.4 °C) üzerindedir. 2020 yılı ortalama nispi nem oranı % 36.9 olup, uzun yıllar nispi nem oranı ise % 46.6 olmuştur (Tablo 1).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki boyu

Vega F1 tatlı mısır çeşidinde bitki boyu üzerine gübre çeşidi ve gübre dozlarının etkisi önemli, gübre çeşidi x doz etkileşimi ise önemsiz olarak bulunmuştur. Gübre çeşitlerine göre ortalama bitki boyu 167.31-172.19 cm; gübre dozlarına göre ise 166.84-172.22 cm arasında değişmiştir. UTEC adlı yavaş salımlı gübre uygulamasında, diğer gübre çeşitlerine göre her üç dozda da en yüksek bitki boyları elde edilmiştir. Gübre dozları yönünden ise 15 kg dozunda her üç gübrede de en düşük, 20 kg dozunda ise en yüksek bitki boyları tespit edilmiştir. Yavaş salımlı gübre uygulaması (UTEC) bitki boyunu önemli seviyede arttırmıştır (Tablo 2).

Karagöz, (2018), farklı azotlu gübre çeşidi ve dozlarının mısırdaki ot verimi ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 7.5 kg/da saf azot ekimle birlikte uygulandıktan sonra üst gübre olarak 0, 7.5, 15 ve 22.5 kg/da saf azot içerecek şekilde amonyum nitrat, üre, 3,4-dimetilpirazol fosfat (DMPP) inhibitörlü amonyum sülfat nitrat ve üreaz inhibitörlü üre gübreleri uygulanmıştır. Araştırmada bitki boyunu 182-229 cm arasında değiştiğini, en yüksek bitki boyunu DMPP inhibitörlü ASN ve üreaz inhibitörlü üre uygulamalarından, en düşük ise üre ve amonyum nitrat gübrelerinden elde edildiğini bildirilmiştir. Liu ve ark. (2013), mısırdaki toprak üstü bitki aksamının inhibitör kullanılan parsellerde üre kullanılan parselde kıyasla %13 arttığını belirtmişler, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Diez-Lopez ve ark. (2008) mısır bitkisine farklı dozlarda azotlu gübre ve nitrifikasyon inhibitörü uygulamışlardır. Araştırma sonucunda artan azot dozu ile birlikte mısırın topraktan kaldırdığı azot miktarının ve nitrifikasyon inhibitörü

Tablo.1. Çalışmanın yapıldığı yıla ve uzun yıllara (1970-2019) ait iklim verileri*

İklim faktörleri	Yıllar	Aylar					Toplam / Ortalama
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Toplam yağış (mm)	2020	102.2	36.2	4	22	5.8	170.2
	Uzun Yıllar	44.17	28.84	13.82	9.63	15.03	114.5
Ortalama sıcaklık (°C)	2020	16.7	20.4	26.9	25.4	23.4	22.5
	Uzun Yıllar	16.39	21.05	24.73	24.50	20.26	21.4
Ortalama nispi nem (%)	2020	43.8	41.6	30.6	32.4	36.2	36.9
	Uzun Yıllar	55.05	48.63	41.0	41.74	46.44	46.6

*Burdur Meteoroloji İstasyonu iklim verileri

Tablo 2. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde bitki boyuna (cm) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	163.57	170.97	167.40	167.31 B ¹
Üre	167.83	169.10	168.13	168.36 B
UTEC	169.13	176.60	170.83	172.19 A
Ortalama	166.84 C ¹	172.22 A	168.79 B	
CV (a) % 1.47; CV (b) % 1.01; Gübre (a) 9.644 *; Doz (b) 22.720 **; A x B 3.680 ns				

¹Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli değildir. ns= Önemsiz, *% 5 seviyesinde önemli, *** 1 seviyesinde önemli

Tablo 3. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde koçan sayısına (adet) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	1.13	1.17	1.23	1.18 B ¹
Üre	1.30	1.30	1.30	1.30 A
UTEC	1.33	1.37	1.30	1.33 A
Ortalama	1.26	1.28	1.28	
CV (a) % 6.6; CV (b) % 5.46; Gübre (a) 8.579 *; Doz (b) 0.308 ns; A x B 1.000 ns				

¹Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli değildir. ns= Önemsiz, *% 5 seviyesinde önemli

uygulanmasıyla da bitkinin azot alımının arttığı belirlenmiştir. Yine mısırdaki azot dozu artışı ile birlikte bitki boyunun arttığı farklı çalışmalarda bildirilmiştir (Çelebi ve ark., 2010; Gökmen ve ark., 2004; Turgut, 2000).

Sonuç olarak, yavaş salımlı gübre uygulamasının bitki gelişmesine istatistiksel olarak önemli seviyede olumlu etki yaptığı ve 20 kg/da dozuna kadar bitki boyunun arttığı belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, incelenen literatür çalışmalarına benzerlik göstermektedir.

3.2. Bitkide koçan sayısı

Araştırmada gübrelere göre ortalama koçan sayısı 1.18 – 1.33 adet arasında değişmiş ve bu farklılık önemli bulunmuştur. Gübre dozları yönünden de 15 kg dozunda en düşük, 20 ve 25 kg dozunda ise 1.28 adet ile en yüksek koçan sayısı tespit edilmiş, ancak bu istatistiksel olarak önemli olmamıştır. UTEC adlı yavaş salımlı gübre uygulaması sonucunda her üç dozda da en yüksek koçan sayısı elde edilmiştir. Yine genel ortalama olarak üre ve yavaş salımlı gübre uygulamaları arasında koçan sayısı yönünden farklılık önemli değildir (Tablo 3).

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, Akbar ve Muhammed (2002), azot dozlarındaki (0, 10, 15 ve 20 kg/da) artışa bağlı olarak, bitki başına koçan sayısının arttığını bildirmişlerdir. Can ve Akman (2014), farklı azot dozları uyguladıkları çalışmada, bitkide koçan sayısını 1.10 ile 0.77 arasında değişim gösterdiğini, ancak dozlar arasında artış görülmesine rağmen dozlar arasındaki farkın önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada bitkide koçan sayısı, Nitropower gübre çeşidinde 25 kg /da N dozuna, diğer gübre formlarında ise 20 kg /da N dozuna kadar artmıştır.

Sonuç olarak, üre ve yavaş salımlı gübre uygulaması koçan sayısını arttırmış, ancak gübre dozlarının etkisi

önemli bulunmamıştır. Bitkide koçan sayısı çeşidin genetik yapısına bağlı olabildiği gibi, iklim ve çevre koşullarına, kültürel uygulamalara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir.

3.3. Koçan çapı

Araştırma sonucunda, uygulanan gübrelere göre ortalama kavuzsuz koçan çapının 4.53 – 4.58 cm; gübre dozlarına göre ise 4.53 – 4.59 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Azot kaynağı yönünden UTEC adlı yavaş salımlı gübre uygulamasında en yüksek koçan çapı elde edilmiştir. Ülger ve ark. (1996), mısıra 10, 20, 30 kg/da azot uygulamalarının koçan kalınlığına önemli bir etkisinin olmadığını, ancak kontrol uygulamasına göre koçan kalınlığının arttığını bildirmişlerdir. Altıparmak (2001), mısıra farklı azot dozları uyguladığı çalışmada, 20 kg/da azot uygulaması ile en yüksek koçan çapına ulaştığını bildirmiştir. Can ve Akman (2014), 21 kg/da azot uygulamasında en fazla koçan çapı (4.69 cm) değeri tespit etmişlerdir.

Araştırma sonucuna göre, istatistiksel olarak önemli bulunmasa da yavaş salımlı gübre uygulamasının koçan büyümesine olumlu etki yaptığı ve 20 kg /da N dozuna kadar koçan çapını artırdığı belirlenmiştir.

3.3. Koçan boyu

Araştırmada gübrelere göre ortalama koçan boyu 22.08 – 22.27 cm; gübre dozlarına göre ise 22.0 – 22.43 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek koçan boyu UTEC adlı yavaş salımlı gübrenin 20 kg/da N uygulamasında elde edilmiştir. Gübre dozları yönünden de 15 kg dozunda en düşük, 20 kg dozunda ise en yüksek koçan boyu tespit edilmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gübre çeşitleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş olsa da üre ve yavaş salımlı gübre uygulamasında koçan boyu daha uzun olmuştur (Tablo 5).

Tablo 4. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde koçan çapına (cm) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	4.56	4.54	4.58	4.56
Üre	4.51	4.55	4.51	4.53
UTEC	4.56	4.70	4.49	4.58
Ortalama	4.54	4.59	4.53	

CV (a) % 2,82; CV (b) % 2,32; Gübre (a) 0,441 ns; Doz (b) 0,979 ns; A x B 1.109 ns

ns = Önemsiz

Tablo 5. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde koçan boyuna (cm) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	21.73	22.23	22.29	22.08
Üre	22.09	22.40	22.32	22.27
UTEC	22.17	22.67	21.97	22.27
Ortalama	22.0 B ¹	22.43 A	22.19 AB	

CV (a) % 2.67; CV (b) % 1.27; Gübre (a) 0.287 ns Doz (b) 5.335*; A x B 1.983 ns

¹Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli değildir. ns = Önemsiz, *% 5 seviyesinde önemli

Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde, en uzun koçan boyu Anjeneyulu Naik (2019), 25 kg/da, Alp (2000) 14 kg/da, Turgut (2000), Merit şeker mısırdaki çeşidinde 28 kg/da, Çokkızgın (2001), Kahramanmaraş ekolojik koşullarında ise 25 kg/da azot uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Can ve Akman (2014), azot dozlarının koçan boyuna etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu, ancak en iyi sonucun 19.8 cm ile 21 kg/da azot uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, yavaş salımlı gübre uygulamasının koçan boyuna olumlu etki yaptığı ve 20 kg/da N dozuna kadar koçan boyunun arttığı (22.67 cm) belirlenmiştir.

3.4. Kavuzlu koçan ağırlığı

Ortalama kavuzlu koçan ağırlığı gübre çeşitlerine göre 355.93 – 366.74 g; gübre dozlarına göre ise 356.04 – 369.50 g arasında değişim gösterdiği, ancak gübre çeşitleri ve dozları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gübre çeşidi yönünden en yüksek kavuzlu tek koçan ağırlığı (393.20 g), UTEC adlı yavaş salımlı gübre uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 6).

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde kavuzlu tek koçan ağırlığının kullanılan çeşide ekolojik koşullara ve uygulamalara göre değiştiği belirlenmiştir. Nitekim, Eşiyok ve ark. (2004) şeker mısırdaki çeşitlerinde ortalama kavuzlu tek koçan ağırlığının 271 - 342 g; Eşiyok ve Bozokalfa (2005), tatlı mısırdaki 213.6-279.4 g arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Albayrak (2013), Diyarbakır koşullarında kavuzlu tek koçan ağırlığının 204.43 g olduğu tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar, incelenen çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Diğer koçan özelliklerinde olduğu gibi, yavaş salımlı gübre uygulamasının koçan ağırlığı üzerine olumlu etkisi belirlenmiştir.

3.5. Kavuzsuz koçan ağırlığı

Şeker mısırdaki genel olarak taze tüketimde kullanıldığından, kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı tüketim ve pazarlama açısından önem arz etmektedir. Ortalama kavuzsuz tek koçan ağırlığı gübre çeşitlerine göre 260.24 – 270.67 g; dozlarına göre ise 258.69 – 273.77 g arasında değişim göstermiş, gübre çeşitleri ve dozlar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak sayısal olarak en yüksek kavuzsuz tek koçan ağırlığı UTEC adlı yavaş salımlı gübrenin 20 kg azot uygulamasında (293.30 g) elde edilmiştir. Gübre çeşidi x doz interaksyonu önemli olmasa da üre ve UTEC gübre çeşitlerinde 25 kg/da azot uygulamasında kavuzlu koçan ağırlığına benzer olarak, kavuzsuz tek koçan ağırlığı da azalmıştır (Tablo 7). Nitropower gübre çeşidinde ise artış devam etmektedir.

İnhibitörlü gübrelerin koçan ağırlığına etkisinin olumlu yönde olduğu araştırmacılar tarafından da ortaya konmuştur. Boğa (2018), mısır bitkisine üre (%46 N) ve inhibitörlü azot gübrelerini (%45 N) iki farklı dozda (6.3 ve 12.6 kg/da) uyguladığı çalışmada, inhibitörlü gübrenin, üre gübresine göre mısırdaki yaş koçan ağırlığının arttığını ancak, bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Ortalama kavuzsuz koçan ağırlığının Eşiyok ve ark., (2004), şeker mısırdaki çeşitlerde 201.3-236.6 g, Tuncay ve ark., (2005), 114.25-199.67 g arasında değiştiğini, Alan ve ark., (2011), 304 g, Akgün ve ark., (2017) Batem tatlı mısır çeşidinde 216.62 g olduğunu bildirmişlerdir. Sönmez ve ark. (2013), en yüksek kavuzsuz tek koçan ağırlığını 28 kg/da azot uygulamasında (365.5 g) belirlemişlerdir. İlgili çalışmalar incelendiğinde, kavuzsuz koçan ağırlığına genetik faktörlerin yanında, uygulanan kültürel işlemler, ekim zamanı, çevre koşulları gibi faktörlerin etkili olabildiği görülmektedir.

Tablo 6. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde kavuzlu koçan ağırlığına (g) ait ortalamaları

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	348.47	362.20	367.27	359.32
Üre	361.97	353.10	352.73	355.93
UTEC	358.90	393.20	348.13	366.74
Ortalama	356.44	369.50	356.04	

CV (a) % 3.59; CV (b) % 5.21; Gübre (a) 1.640 ns; Doz (b) 1.493 ns A x B 2.123 ns

ns = Önemsiz

Tablo 7. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde kavuzsuz koçan ağırlığına (g) ait ortalamaları

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	253.60	260.33	267.07	260.33
Üre	255.73	267.67	257.33	260.24
UTEC	267.10	293.30	251.67	270.67
Ortalama	258.81	273.77	258.69	

CV (a) % 4.24; CV (b) % 6.15; Gübre (a) 2.596 ns Doz (b) 2.567 ns; A x B 1.935 ns

ns = Önemsiz,

Bu konuda yapılan araştırma sonuçlarına benzer olarak, yavaş salımlı gübre uygulamasının kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığını arttırmada olumlu etkisi belirlenmiştir. Doz uygulaması önemsiz bulunmuş olmasına rağmen, 20 kg/da azot dozuna kadar kavuzsuz tek koçan ağırlığı artmıştır.

3.6. Koçanda sıra sayısı

Araştırmada gübre çeşidi ve dozlarının Vega F1 çeşidinde koçanda sıra sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Ortalama koçanda sıra sayısı gübrelere göre 14.88 – 15.27 adet; dozlara göre ise 14.81–15.21 adet arasında değişmiştir. UTEC adlı yavaş salımlı gübrede en yüksek koçanda sıra sayısı (15.80 adet) 20 kg/da azot dozunda elde edilmiş ve azot dozundaki artış, koçanda sıra sayısını azaltmıştır. Ancak dozlar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 8).

Koçanda sıra sayısı genetik yapı tarafından belirlenmesine rağmen, iklim ve çevre koşulları yanında kültürel uygulamalara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Nitekim Çokkızgın (2001), Kahramanmaraş koşullarında mısıra farklı azot dozu (20, 25, 30, 35 kg/da N) ile farklı sıra üzeri mesafesi (15, 20, 25 cm) üzerine yaptığı çalışmada, azot dozlarının artması koçanda sıra sayısını dolayısıyla verimi olumlu yönde etkilediği ve optimum azot dozunun 25 kg/da olarak tespit etmiştir. Sönmez ve ark. (2013), Eskişehir koşullarında 6 mısır çeşidi üzerinde 28 kg/da azot uygulaması ile yaptıkları çalışmada, ortalama koçanda sıra sayısını 18.2 adet olarak belirlemişlerdir. Yine koçanda sıra sayısını Bozokalfa ve ark. (2004), 14.5-16.3 adet, Eşiyok ve ark. (2004) ise 15.6-17.6 adet olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak Can ve Akman (2014), azot uygulamasının koçanda sıra sayısına etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmiştir. En yüksek koçanda sıra sayısı (16.4 adet) 21 kg/da azot dozu uygulamasında elde etmişlerdir.

Araştırmada yavaş salımlı gübre uygulamasının koçanda sıra sayısı üzerine olumlu etkisi belirlenmiştir. Doz uygulaması önemsiz bulunmuş olmasına rağmen, 20 kg/da dozuna kadar koçanda sıra sayısını artırmıştır.

3.7. Koçanda tane sayısı

Çalışmada koçanda tane sayısına gübre çeşitlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz, dozların etkisi ise önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Gübre çeşitlerine göre ortalama koçanda tane sayısı 550.56 – 559.22 adet arasında değişmiştir. Genel ortalama olarak gübre dozlarına göre en yüksek koçanda tane sayısı 20 kg/da azot dozunda (571.00 adet) belirlenmiş, azot dozu arttıkça koçanda tane sayısı azalmıştır. En düşük koçanda tane sayısı 15 kg/da azot dozundan elde edilmiş ve 25 kg/da azot dozu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 9). Faktörlerin interaksyonu önemli çıkmamasına rağmen, Nitropower gübre çeşidinde azot dozu artışına bağlı olarak koçanda tane sayısı artarken, diğer gübre çeşitlerinde 25 kg/da azot dozunda azalmıştır. Bu durum yavaş salımlı gübrelerin bitki tarafından daha etkin kullanıldığının göstergesi olabilir.

Koçanda tane sayısının incelendiği çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum koçanda tane sayısı üzerine çeşidin genetik yapısı yanında, çevre koşulları ve kültürel uygulamaların etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim Turgut (2000), şeker mısırdaki koçanda tane sayısını 584.7 – 661.9 adet arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Yine şeker mısırdaki azot dozunun artırılması ile koçanda tane sayısının arttığını bildirmiştir (Alimohammadi ve ark., 2011; Oktem ve ark., 2010;). Can ve Akman (2014), Uşak koşullarında, şeker mısırdaki farklı dozlarda (0, 7, 14 ve 21 kg/da) azot uyguladıkları çalışmada, 573.9 adet ile koçanda tane sayısını 14 kg/da azot dozu uygulamasında elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 8. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde koçanda sıra sayısına (adet) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	15.23	14.97	14.60	14.93
Üre	14.87	14.87	14.90	14.88
UTEC	15.07	15.80	14.93	15.27
Ortalama	15.06	15.21	14.81	

CV (a) % 3,44; CV (b) % 2,54; Gübre (a) 1,491 ns Doz (b) 2,508 ns; A x B 2,028 ns

ns = Önemsiz, *% 5 seviyesinde önemli, **% 1 seviyesinde önemli

Tablo 9. Farklı azotlu gübre çeşidi ve dozları uygulanan Vega F1 mısır çeşidinde koçanda tane sayısına (adet) ait ortalamalar

Gübreler	Dozlar			Ortalama
	15 kg/da	20 kg/da	25 kg/da	
Nitropower	553.00	555.00	569.67	559.22
Üre	536.00	576.00	559.00	557.00
UTEC	539.67	582.00	530.00	550.56
Ortalama	542.89 B	571.00 A	552.89 AB	

CV (a) % 4.53; CV (b) % 3.49; Gübre (a) 0.288 ns Doz (b) 4.855*; A x B 2.557 ns

¹Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark önemli değildir. ns=Önemsiz, *% 5 seviyesinde önemli

Akgün ve ark., (2017) koçanda tane sayısına ekim zamanı ve sıra üzeri mesafenin etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

4. Sonuç

Vega F1 tatlı mısır çeşidi genel olarak taze tüketimde kullanıldığından kavuzlu ve kavuzsuz tek koçan ağırlığı tüketim ve pazarlama açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle kavuzlu ve kavuzsuz tek koçan ağırlığı dikkate alındığında en yüksek değerler 20 kg/da N ve UTEC gübre çeşidinde belirlenmiştir. Özellikle yavaş salımlı gübre çeşitleri tercih edildiğinde, bitkinin N kullanım etkinliğinin artmasına bağlı olarak koçan ağırlığında ve tane sayısındaki artış, birim alan verimini artıracaktır. Ayrıca incelenen birçok koçan özelliği, çevre koşulları ve kültürel uygulamalardan etkilenmiş olsa da, genetik yapının daha çok etkili olduğu söylenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Abdullah KOCABAŞ tarafından sunulan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Açıkgöz N (1993). Tarımda araştırma ve deneme metodları (III.Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 478, Bornova-İzmir.

Akgün İ, Burcu Y, Karaman R, Kaya M (2017). Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan ağırlığı ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26: 23-30.

Alan Ö, Sönmez K, Budak Z, Kutlu İ, Ayter NG (2011). Eskişehir ekolojik koşullarında ekim zamanının şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) verim ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 34-41.

Albayrak Ö (2013). Diyarbakır koşullarında uygun şeker mısır (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. Dicle Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Alimohammadi M, Yousefi M, Zandi P (2011). Impact of nitrogen rates on growth and yield attributes of sweet corn grown under different Phosphorus levels. Journal of American Science, 7(10): 201-206.

Anjaneyulu Naik A (2019). Effect of plant density and nitrogen management on yield and quality of sweet corn (*Zea mays var. saccharata*). Agricultural University, Krishikosh Institutional Repository, Department of Agronomy Agricultural College, Master Thesis.

Alp R (2000). Şeker mısırdaki azot ve potasyumun verim ve verim unsurlarına etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Akbar HM, Muhammad TJ (2002). Yield potential of sweet corn as influenced by different levels of nitrogen and plant population. Asian Journal of Plant Sciences, 631-633.

Altıparmak S (2001). Şeker mısırdaki farklı azot dozlarının verim ve verim ve Verim öğeleri etkisi. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Anjaneyulu Naik A (2019). Effect of plant density and nitrogen management on yield and quality of sweet corn (*Zea mays var. saccharata*). Agricultural University, Department of Agronomy Agricultural College, Doctoral dissertation.

- Anonim (2010). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Taliimatlar/S%C4%B1cak%20%C4%B0klım%20Tah%C4%B1lar%C4%B1/MISIR_TEKNIK_TALIMATI.pdf (son erişim tarihi: 01 Nisan 2020)
- Anonim (2020). Ünalı Organik Likid Gübre Sanayi ve Ticaret A.Ş. <https://www.unaldi.com.tr/yavas-salinimli-gubreler-hakkinda-gorus-yazisi/> (son erişim tarihi: 02 Nisan 2020).
- Anonim (2021a). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (son erişim tarihi: 05 Mayıs 2020).
- Anonim (2021b). Gübretaş A.Ş. <https://www.gubretas.com.tr/ure-ve-amonyak-azotu-iceren-yeni-gubre-nitropower-33>. (son erişim tarihi: 05 Mayıs 2021).
- Anonim (2021c). Gemlik Gübre Sanayi A.Ş. <http://www.gemligubre.com.tr/Product-48-ure-46-n.html>. (son erişim tarihi: 05 Mayıs 2021).
- Anonim (2021d). Toros Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş. <https://www.toros.com.tr/documents/TARIMSAL/%C3%9Cr%C3%BCnler/Bitki%20Besleme/Klasik%20OG%C3%BCbre/Anlat%C4%B1m/U%CC%88re.pdf>. (son erişim tarihi: 05.05.2021).
- Arslan ZF, Williams MM (2015). Türkiye ve Dünya tatlı mısır üretiminde sorunlar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Dergisi. 224: 64-68.
- Boğa H (2018). Mısır tarımında azot nitrifikasyon inhibitörünü kullanarak azot kullanımının azaltma olanaklarının araştırılması. Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozokalfa MK, Eşiyok D, Uğur A (2004). Ege bölgesi koşullarında ana ve ikinci ürün bazı hibrit şeker mısır (*Zea mays L.var. saccharata*) çeşitlerinin verim kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 11-19.
- Can M, Akman Z (2014). Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) verim ve kalite özelliklerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 93-101.
- Çelebi R, Çelen AE, Çelebi ŞZ, Şahar AK (2010). TTM-815 Mısır (*Zea mays L.*) çeşidinde azotlu gübre form ve dozlarının silaj verimine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(1): 61-69.
- Çetinkol M (1989). Tatlı mısır üretimi. Hasad Aylık Tarım ve Hayvancılık Dergisi, 4(46):20-23.
- Çokkızgın A (2001). Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozları ile sıra üzeri ekim mesafelerinin II. ürün mısır (*Zea mays L*) bitkisinde verim, verim unsurları ve fizyolojik özelliklere etkisi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Tekirdağ, 215-219.
- Diez-Lopez JA, Hernaiz-Algarra P, Arauzo-Sanchez M, Carrasco-Martin I (2008). Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons. Journal of Agricultural Research, 6: 294-303.
- Eşiyok D, Bozokalfa MK (2005). Ekim ve dikim zamanlarının tatlı mısırdaki (*Zea mays L. var. saccharata*) verim ve koçanın bazı agronomik karakterleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(1):35-46.
- Eşiyok D, Bozokalfa MK, Uğur A (2004). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır çeşitlerinin verim, kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 1-9.
- Gökmen S, Alp R, Sakin M (2004). Şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) azot ve potasyumun verim ve verim unsurlarına etkileri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, 11-13 Ekim, Tokat, 269-276,
- Karagöz ŞM (2018). Farklı azotlu gübre ve dozlarının silajlık mısırdaki verim ve kalite özelliklerine etkisi. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Kırtok Y (1998). Mısır üretimi ve kullanımı. Kocaoluk Yayıncılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şirketi. 1-445.
- Korkmaz K (2007). Tarım girdi sisteminde azot ve azot kirliliği. http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarım_girdi.html. (son erişim tarihi: 05 Mayıs 2021).
- Küçükyağcı Ş (2010). Bazı yeni şeker mısırdaki tiplerinin Tokat-Kazova koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Ladha JK, Charckraborty D (2016). Nitrogen and cereal production: Opportunities for enhanced efficiency and reduced N losses. Proceeding of the International Nitrogen Initiative Conference, "Solutuin to improve nitrogen use efficiency for the World", 4-8 December, Melbourne, Australia, pp. 1-7.
- Liu C, Wang K, Zheng X (2013). Effects of nitrification inhibitors (DCD and DMPP)on nitrous oxide emission, crop yield and nitrogen uptake in a wheat-maize cropping system. Biogeosciences, 10: 711-737.
- Oktem A, Oktem G, Emeklier HY (2010). Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41(7): 832-847.

- Sakin MA, Düzdemir O, Gözübenli H, Kapar H, Küçükyağcı Ş, Sayaslan A (2011). Bazı yeni şeker mısırdaki tiplerinin farklı çevrelerde verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Bursa, 349-354.
- Sönmez K, Alan Ö, Kınacı E, Kınacı G, Kutlu İ, Budak Başçiftçi Z, Evrenosoğlu Y (2013). Bazı şeker mısırdaki çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) bitki, koçan ve verim özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 28-40.
- Stansluos AAL, Öztürk A, Kodaz S (2020). Agronomic performance of different sweet corn cultivars in the highest plain of Turkey: Plant growth and yields. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 13(1): 13-22.
- Trenkel ME (2010). Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. IFA, International fertilizer industry association.
- Tracy WF (2001). Sweet Corn. In Speciality Corns, 2nd Editions, Edited by Arnel Hallauer, CRC Press, Boca Raton.
- Tuncay Ö, Bozokalfa MK, Eşiyok D (2005). Ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı tatlı mısırdaki çeşitlerinde koçanın agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 79-91.
- Turgut İ (2000). Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 341-347.
- Ülger AC, Tansı V, Sağlamtimur T, Kızıllımsık M, Çakır B, Yücel C, Baytekin H, Öktem A (1996). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ikinci ürün mısırdaki, bitki sıklığı ve azot gübrelemesinin tane ve hasıl verimi ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi GAP Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi Kesin Sonuç Raporu, Proje No: 94, 45s.
- Walker S (2020). Home and Market Garden Sweet Corn Production. https://aces.nmsu.edu/pubs/_h/H223.pdf. (son erişim tarihi: 05 Mayıs 2021).

Biyokömür Uygulamalarının Karadeniz Bölgesi Toprağının pH'sına ve Bazı Biyolojik Aktivite Parametrelerine Etkileri

Abdullah ARIN¹, Ali COŞKAN*²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 187-199, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 187-199, 2021

Özet: Türkiye’de çay yetiştiriciliği sadece mikroklima özelliklere sahip Fatsa ilçesi ile Gürcistan sınırı arasında bulunan sahil şeridinde yapılmaktadır. İklim ve insan faktörleriyle birlikte uzun yıllar monokültür bir şekilde yetiştiricilik yapılması toprakların verimliliğinin azalmasına ve pH'nın düşmesine neden olmuştur. Bu çalışmada, çay budama artıklarının biyokömür olarak değerlendirilmesi ve biyokömür uygulamalarının Karadeniz bölgesi topraklarının pH'larına ve biyolojik aktivitelerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Rize ili Merkez ilçe Yeni Kale köyünde bulunan çay bahçelerinden toprak ile çay budama artıkları temin edilmiş ve laboratuvar ortamında 4 aylık inkübasyon denemesi kurulmuştur. Budama artıklarının 300 °C, 400 °C ve 500 °C oksijensiz ortamda prolizi gerçekleştirilmiş ve %0, %0.5 ve %1 dozlarında deneme topraklarına uygulanmışlardır. Deneme topraklarında 30 günde bir olmak üzere toprak solunumları (CO₂ üretimi), üreaz, proteaz, amilaz, beta glukozidaz enzim aktiviteleri, mineral azot (NH₄⁺, NO₂⁻ ve NO₃⁻) konsantrasyonları ve toprak pH değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, çay budama artıklarından elde edilen biyokömür uygulamalarının ortalama değerler itibarıyla toprak pH'sını proteaz ve beta glukozidaz enzim aktivitelerini ve mineral azot formlarından NH₄⁺, ve NO₃⁻ konsantrasyonlarını arttırdığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay bitkisi, mineral azot, toprak enzim aktivitesi, toprak pH'sı

The Effect of Biochar Applications on The pH of The Black Sea Region Soil and The Biological Activity Parameters

Abstract: Tea plant cultivation in Turkey is carried out only on the coastline located between the town of Fatsa and the Georgian border which has microclimatic features. For many years, monoculture cultivation, together with climate and human factors, soil fertility has been threatened and caused a decrease in soil pH. In this study, it was aimed to evaluate the effects of biochar that obtained from tea pruning residues on soil pH and biological activities of the soils of the Black Sea region. Experimental soil and tea pruning residues were obtained from the tea gardens in the central district of Rize, Yeni Kale village, and a 4-month incubation experiment was established as the laboratory experiment. The pruning residues were subject to pyrolysis at 300 °C, 400 °C, and 500 °C in an oxygen-free environment and incorporated into the soil at 0, 0.5% and 0.1% rates. Every 30 days, soil samples were taken and soil respiration rate (CO₂ formation), urease, protease, amylase, beta glucosidase enzyme activities, mineral nitrogen (NH₄⁺, NO₂⁻ and NO₃⁻) concentrations and soil pH were determined. The results of the study revealed that biochar applications obtained from tea pruning residues may increase soil pH, protease and beta glucosidase enzyme activities, and mineral nitrogen forms as NH₄⁺, and NO₃⁻ concentrations, in terms of average values.

Keywords: Tea plant, mineral nitrogen, soil enzyme activity, soil pH

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
alicoskan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 29/09/2021
Kabul (Accepted): 11/11/2021

¹Antalya Tohum Sertifikasyon Test
Müdürlüğü, Antalya, Türkiye.
²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Bölümü,
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Genel olarak dünyada birçok içeceği geride bırakıp birincil ihtiyaç olan su tüketiminden sonra ikinci içecek olan çay nemli ve ılıman iklimlere sahip tropikal ve subtropikal bölgelerde yetişen bir bitkidir. Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) yetişebilmesi için yağışın sağanak şeklinde değil, sürekli ve düzenli olması gereklidir. İliman iklim isteği ve asit reaksiyonlu (pH 4.5-6.0) toprak tercihi dikkate alındığında çay bitkisi, ülkemizde sadece Doğu Karadeniz Bölgesinde, Gürcistan sınırı - Fatsa (Ordu) arasında kalan sahil şeridinde yetiştirilebilmektedir. Türkiye'de 1930'lu yıllarda başlayan ve günümüzde 848 801 dekarlık bir alana yayılan çaylıkların %65.13'ü Rize, %21.92'si Trabzon, %10.54'ü Artvin ve %2.4'ü Giresun-Ordu illerinde bulunmaktadır (TUİK, 2019). Dünya ve Türkiye kültüründe önemli bir değere sahip olan çay bitkisinin her bitkide olduğu gibi ekonomik bir ömrü bulunmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda ortalama bir asırlık ömre sahip bu bitkilerin 1930 yıllarından itibaren üretimde kullanıldığı düşünüldüğünde önemli bir sorunla karşı karşıya olduğu dikkate alınması gereken bir gerçektir (Alikılıç, 2016). Çay bahçelerinin yenilenmesi veya kültürel önlemlerle bu sürenin uzatılması için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu sebeple, çay bahçelerinin ıslahını amaçlayan Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü 1993 yılında budama projesi uygulamayı ortaya koymuştur (Torun ve Taluğ, 2005). Budama neticesinde bitkinin gençleştirilmesiyle birlikte toprakta bakım ve kültürel işlemler de yapılabilmektedir. Yapılan gençleştirme budaması üreticilerin maddi olarak kaybına da neden olmaktadır. Çay bahçelerinde dekarın 1/5'i alanın komple gençleştirme budaması ile işlenmesi nedeniyle büyük miktarda vejetatif aksam ya yakılarak imha edilmekte ya da budanan alana aynı şekilde bırakılarak ayrışmaya uğraması beklenilmektedir. Yanarak kül haline gelen veya ayrışan budama artıkları kısa sürede yok olmaktadır. Dünyada artan çevre bilincinin etkisiyle, son zamanlarda organik atıkların geri kazanımına verilen önem hızla artmış ve biyokütlenin dönüşümüne yönelik çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Bu nedenle biyokütlenin termokimyasal etkilerle dönüşüm tekniklerinden birisi olan piroliz, artan kullanım alanıyla birlikte araştırmacılar tarafından ilgi görmekte ve çeşitli yönleriyle farklı amaçlar için araştırılmaktadır (Sümer ve ark., 2016). Bu nedenle bu budama artıklarının biyokömür hammaddesi olarak değerlendirilebileceği görüşünden hareketle bu araştırma yürütülmüştür. Biyokömürün toprak pH'sında düzenleyici bir etkisi olabileceği ve toprak biyolojik aktivitesine olumlu etki sağlayacağını düşünülmektedir. Zira Özyazıcı ve ark. (2013) çay yetiştirilen alanlarda amonyum sülfat gübresinin kullanımı neticesinde Karadeniz bölgesi topraklarının pH değerlerinde düşme eğilimi olduğunu bildirmişlerdir. Benzer biçimde Eyüpoğlu (1999) da bölge topraklarının pH'larının kuvvetli asit ile hafif asit arasında olduğunu rapor etmiştir. Biyokömürün pH değerlerinin yüksek olması (Erdal ve ark. 2019) nedeniyle, toprak

pH'sının artabileceği, bu yolla toprakların biyolojik verimliliklerinin iyileşebileceği öngörülmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı nedenlerle pH'sı düşük olan ancak kalsifüj bir bitki olması nedeniyle de kireç uygulanamayan çay yetiştirilen alanlara yapılacak biyokömür uygulamalarının, pH ve toprağın bazı biyolojik aktivite parametreleri üzerine etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Deneme Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Bitki Besleme Bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan biyokömür hammaddesi olarak çay bitkisi budama artıkları Rize ili Merkez İlçe Yeni Kale köyünde (N41.05934 E40.63774) bulunan çay bahçesinden temin edilmiştir. Temin edilen budama artıkları laboratuvara getirilmiş kül fırınına uygun hazırlanan kapalı kapta 300, 400, 500 °C sıcaklıkta 10 saatte piroliz işlemine tabi tutulmuştur. Denemede kullanılan biyokömür için dozlar %0.5 ve %1 olarak seçilmiştir. Doz seçiminde birim alandan elde edilen budama artığı ile ileride olası kullanımı halinde göz önünde bulundurulması gereken maliyetler dikkate alınmıştır. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, değerler Tablo 1'de sunulmuştur.

Deneme inkübasyon denemesi şeklinde kurulmuş olup denemede uygulanacak materyaller toprağa karıştırıldıktan sonra toprakta belirli zamanlarda analizi yapılarak toprak pH'sına ve enzim aktivitesine etkisi belirlenmiştir. Deneme için plastik kaplara 1.5 kilogram, Rize ili Merkez İlçe Yeni Kale köyünden temin edilen toprak konulmuş, deneme planına uygun olarak hesaplanan dozlar karıştırılmıştır. Bundan sonra topraklar 28 °C'de ve tarla kapasitesinin %75 düzeyinde tutularak inkübe edilmiş, 8 tane plastik kutudan 3 paralel olacak şekilde 30 günde bir, toplam 4 kez örnek alınarak analizler yapılmıştır. Biyokömürün toprak pH'sı üzerine etkilerinin nispeten yavaş olması nedeniyle örnekleme zaman aralıklarının uzun olması istenmiş, bu nedenle 30 gün aralık seçilmiştir.

Toprakta oluşan CO₂, ortamdaki baryum hidroksit ile tutularak nötralize edilmesi ve arta kalan baryum hidroksitin HCl ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Isermayer, 1952). Üreaz, substrat olarak kullanılan ürenin, üreaz enzimi ile amonyağa hidrolize olması ve oluşan amonyumun analiz edilmesi yoluyla analiz edilmiştir (DEV, 1983). Proteaz enzimi, substrat olarak kullanılan kazeinin, proteaz enzimi ile hidrolize edilerek amino asit oluşturulması, kullanılmayan kazeinin Folin & Ciocalteu ile renklendirilmesi yoluyla tespit edilmiştir (Ladd ve Butler, 1972). Amilaz enzimi ortama ilave edilen nişastanın amilaz enzimi ile hidrolize olarak maltoza parçalanması ve oluşan maltozun renklendirme çözeltisi ile boyanması yoluyla belirlenmiştir (Bernfeld, 1955). Beta glukozidaz substrat olarak kullanılan 4-

Tablo 1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz adı	Açıklama	Sonuç	Yorum	Analiz adı	Açıklama	Sonuç	Yorum
Bünye		73.7	Killi	Kalsiyum		190	Çok Az
Tuzluluk	Saturasyon Çamuru (%)	0.036	Tuzsuz	Magnezyum	A.Asetat-ICP (ppm)	45	Çok Az
pH		3.2	Kuvvetli Asit	Sodyum		17.16	-
Kireç	Kalsimetrik (%)	4.64	Az	Demir		113.57	Yeterli
Org. Mad.	Walkley Black (%)	5.56	Yüksek	Bakır	DTPA-ICP (ppm)	0.65	Yeterli
Fosfor	Olsen (ppm)	156	Çok Fazla	Mangan		12.57	Yeterli
Potasyum	A.Asetat-ICP (ppm)	26	Çok Az	Çinko		0.65	Orta

nitrophenyl β -D glucopyranoside'in p-nitrofenol'e hidroliz olması ve oluşan p-nitrofenol'ün fotometrik olarak belirlenmesi esasına göre analiz edilmiştir (Naseby ve Lynch, 1997; Arcak ve ark., 1997). Mineral azot formlarından amonyum nitroprossid salicylat ile amonyum iyonunun oluşturduğu yeşil renkli kompleksin spektrofotometrik olarak okunması esasına dayanarak (DEV, 1983), nitrit çözeltiye geçen nitritin sulfanilik asit ve naphthylamine ile birleşmesi sonucu oluşan kırmızı/pembe rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile (Tsikas, 2007), nitrat ise çözeltiye geçen nitrat ile salicylat'ın oluşturduğu sarı renkli kompleksin spektrofotometrik olarak okunması yöntemleriyle (Fabig ve ark., 1978) belirlenmiştir. pH 1:2.5 toprak/su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir. Denemeden elde edilen sonuçlar Minitab 17 paket programı ile tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, Tukey testi ile $P \leq 0.05$ önem düzeyinde gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. CO₂ üretimi

Farklı sıcaklıklarda üretilen biyokömür uygulamasının CO₂ üretimi üzerine etkileri tablo 2'de sunulmuştur. Değerler incelendiğinde, 500 °C %1.0 dozu 1. analiz döneminden 2.

analiz dönemine geçişinde hafif bir azalma gözlemlenirken, 3. analiz döneminde ortalama 3 kat fazla düşüş gözlemlenmiş, 4. analiz dönemine geçişte hafif artış eğilimine girdiği görülmüştür. Aksine kontrol dâhil olmak üzere diğer tüm uygulamalar 2. analiz dönemine geçişte artarken 3. analiz döneminde ciddi düşüşler görülmüş, 4. analiz döneminde 400 °C %1.0 dozu düşüşe devam ederken kontrol dâhil diğer uygulamalarda hafif artışlar gözlemlenmiştir. En düşük CO₂ değeri 0.45 mg CO₂/100 gram kuru toprak (gkt).24 h, en yüksek değer ise 10.51 mg CO₂/100 gkt.24 h olarak tespit edilmiştir.

Ölçüm zamanları arasında en yüksek değer 8.34 mg CO₂/100 gkt.24 h ile ikinci ayda belirlenmiştir. Ortalama değerler itibariyle sıcaklık uygulamaları karşılaştırıldığında sıcaklıklar arasında istatistikî farklar olduğu görülmüş, en yüksek değer 5.07 mg CO₂/100 gkt.24 h olarak 500 °C'de üretilen biyokömür uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakta solunum değerleri incelendiğinde CO₂ oluşum parametreleri nitrat oluşum parametresiyle paralellik gösterdiği görülmüştür. Toprakta CO₂ emisyonunu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Toprak solunumuna toprak nemi, sıcaklığı (Evans ve Burke, 2013; Rastogi ve ark., 2002), toprak vejetatif varlığı (Lee ve ark., 2009; Rastogi ve ark., 2002), toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri (Haddaway ve ark., 2016) gibi birçok

Tablo 2. İnkübasyon denemesinde biyokömürün CO₂ üretimine etkisi (mg CO₂/100 gkt.24 h)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	4.44 b-f	10.37 a	1.54 ef	4.62 b-f	5.24 AB
	%0.5	4.32 b-f	7.00 a-d	1.36 ef	4.60 b-f	4.32 BC
	%1.0	1.07 ef	10.51 a	1.38 ef	3.14 c-f	4.02 BC
	Ortalama	3.27 DE	9.29 A	1.43 E	4.12 CD	4.53 AB
400	0	4.44 b-f	10.37 a	1.54 ef	4.62 b-f	5.24 AB
	%0.5	2.98 c-f	4.61 b-f	0.45 F	4.72 b-f	3.19 C
	%1.0	2.15 ef	7.50 a-c	1.64 ef	0.94 ef	3.06 C
	Ortalama	3.19 DE	7.49 AB	1.21 E	3.43 DE	3.83 B
500	0	4.44 b-f	10.37 a	1.54 ef	4.62 b-f	5.24 AB
	%0.5	4.15 b-f	5.55 b-e	1.13 ef	3.26 c-f	3.52 BC
	%1.0	10.32 a	8.75 ab	2.29 d-f	4.46 b-f	6.45 A
	Ortalama	6.30 BC	8.22 AB	1.65 E	4.11 CD	5.07 A
Ortalama		4.26 B	8.34 A	1.43 C	3.89 B	
	0	4.44 bc	10.37 a	1.54 de	4.62 bc	5.24 A
	%0.5	3.82 bcd	5.72 b	0.98 E	4.19 bc	3.68 B
	%1.0	4.51 bc	8.92 a	1.77 de	2.85 cde	4.51 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksyonlar arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlıdır.

faktör etkili olurken toprak reaksiyonu mikrobiyal aktiviteyi doğrudan etkilediği için önemli bir paya sahiptir. Birçok araştırmacı toprak solunumu ile oluşan CO₂'in asidik reaksiyona sahip topraklardan nötr reaksiyona sahip topraklara doğru yapılan incelemelerde, CO₂ üretiminin katlanarak arttığını (Sitaula ve ark., 1995) ve pH 7'nin üzerine çıktığında ise artışın negatif etkilendiğini belirtmişlerdir (Kowalenko ve Ivarson, 1978). Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde; elde edilen bulguların kontrollü laboratuvar koşullarında CO₂ üretim değerleri olan, genellikle 5 ile 50 mg CO₂ /100 gkt.gün referans değerlerinin alt sınır değerleriyle uyumludur (Haktanır ve Arcak, 1997). Bunun neticesinde toprak reaksiyon değerlerinin yüksek asidik pH derecesine sahip olması mikroorganizma faaliyetlerini etkilemiş, toprak solunumu genel olarak referans değerlerin alt sınır değerinden az olmasını sağlamış olabilir. Persson ve Wiren (1989), orman topraklarında toprak reaksiyon değerlerinin 3.8'den 3.4 pH'ya düşmesi sonucunda CO₂ oluşumu %83 oranında ve 4.8'den 4 pH'ya düşmesi sonucunda ise CO₂ oluşumu %78 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

3.2. Enzim aktiviteleri

Araştırmada farklı sıcaklıklarda üretilen biyokömürün üreaz, proteaz, amilaz ve beta glukozidaz enzimleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Üreaz enzimine olan etki Tablo 3'te yer almaktadır.

Uygulamaların kontrol dâhil olmak üzere üreaz enzimi üzerine etkileri düşük seviyede belirlenmiştir. İkinci analiz döneminde kontrol ve tüm uygulamalarda hafif azalmalar görülmüştür. 3. analiz döneminde tüm uygulama değerleri en az seviyeye inerken, 4. analiz döneminde yeniden artışlar gözlemlenmiştir. En düşük üreaz aktivitesi değeri 0.75 µg NH₄-N/g.h, en yüksek değer ise 8.17 µg NH₄-N/g.h olarak tespit edilmiştir. İnkübasyonun tüm zamanları

arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiş, en yüksek üreaz enzim aktivitesinin diğer zamanlara kıyasla 1. ayda ve 7.44 µg NH₄-N/g.h olduğu görülmüştür. Üreaz enzim aktivitesi üzerine biyokömür üretim sıcaklıkları arasındaki farklılıklara bakıldığında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Uygulama dozlarının üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisine bakıldığında ise istatistiki olarak öneme sahip farklar görülmüş ve en yüksek değer 5.19 µg NH₄-N/g.h ile %0 dozunda olduğu tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi ve sıcaklıklar arasındaki interaksiyonun üreaz enzim aktivitesine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek değer 7.71 µg NH₄-N/g.h 300 °C sıcaklıkta 1. ayda elde edilmiştir. Üreaz enzim aktivitesinin ideal toprak reaksiyonu hakkında çeşitli görüşler olmakla beraber birçok araştırmacı bu değerlerin 6.5-7.0 arası ile 8.8-9.0 arası olduğunu bildirmektedir (Liu ve ark., 2008; Kızılkaya ve ark., 1998; May ve Douglas, 1976; Pettit ve ark., 1976). Toprağa uygulanan organik materyaller mikroorganizmalar için karbon kaynağı olarak yararlı olsa da C/N oranı dar olsa bile yeterli azota sahip değilse üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi azalmaktadır (Durmuş ve ark., 2020). Bu çalışmada kullanılan biyokömürün yüksek C/N değerlerine sahip olmasının yanında toprağın sahip olduğu yüksek asidik pH değerleri; uygulamaların üreaz enzim aktivitesi değerlerinin, Hofmann ve Hoffmann (1966)'ın üreaz enzim aktivitesi referans değerlerine göre düşük seviyelerde olmasının nedeni olabilir. Durmuş ve ark. (2020) asit topraklarda, 0.11-0.85 mg N 100 gr⁻¹ fkt h⁻¹ 37 °C ile bu çalışmada belirlenen değerlerin de çok altında değerleri ölçmüşlerdir.

Uygulamaların proteaz enzimi üzerine etkileri (Tablo 4) belirgin bir yönelim göstermemekle beraber bazı uygulamalarda ikinci ölçüm döneminde hafif artışlar meydana gelmiş, bazı uygulamalarda ise azalma gözlemlenmiştir. Ancak üçüncü ölçüm döneminde tüm

Tablo 3. İnkübasyon denemesinde biyokömürün üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (µg NH₄-N/g.h)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	7.16 a-e	6.30 a-f	1.98 ij	5.30 e-h	5.19 A
	%0.5	8.17 a	3.43 hi	1.10 j	5.40 d-g	4.53 A
	%1.0	7.81 Ab	4.39 gh	1.17 j	5.74 c-g	4.78 A
	Ortalama	7.71 A	4.71 C	1.42 D	5.48 BC	4.83 A
400	0	7.16 a-e	6.30 a-f	1.98 ij	5.30 e-h	5.19 A
	%0.5	7.49 a-c	5.41 d-g	0.75 j	5.37 e-h	4.76 A
	%1.0	7.30 a-d	4.79 f-h	1.38 j	5.20 f-h	4.67 A
	Ortalama	7.32 A	5.50 BC	1.37 D	5.29 BC	4.87 A
500	0	7.16 a-e	6.30 a-f	1.98 ij	5.30 e-h	5.19 A
	%0.5	7.33 a-c	6.07 b-g	1.47 j	5.66 c-g	5.13 A
	%1.0	7.43 a-c	6.03 b-g	1.18 j	5.26 e-h	4.98 A
	Ortalama	7.31 A	6.13 B	1.54 D	5.41 BC	5.10 A
Ortalama	0	7.16 Ab	6.30 bc	1.98 e	5.30 d	5.19 A
	%0.5	7.67 A	4.97 d	1.10 e	5.48 cd	4.80 B
	%1.0	7.51 A	5.07 d	1.24 e	5.40 cd	4.81 B
	Ortalama	7.44 A	5.45 B	1.44 C	5.39 B	

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksiyonlar arasında p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

değerler belirgin biçimde azalmış ve nihayet son ölçüm gününde yeniden artışlar kaydedilmiştir.

En düşük proteaz aktivitesi değeri 5.3 µg tyrosine/g.h ile 500 °C sıcaklıkta üretilen biyokömürün % 0.5 dozundan elde edilirken, en yüksek değer 100.0 µg tyrosine/g.h ile aynı sıcaklıkta üretilen biyokömürün %1.0 dozunda tespit edilmiştir. İnkübasyonun tüm zamanları arasındaki interaksyon incelendiğinde zamanlar arasında proteaz enzim aktivitesini etkileyen istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuş ve en yüksek değer 56.1 µg tyrosine/g.h değere sahip olarak 4. ayda elde edilmiştir. Sıcaklıklar proteaz enzim aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmamıştır. Denemeye uygulanan biyokömür dozlarının interaksyonuna bakıldığında, proteaz enzim aktivitesine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek 48.6 µg tyrosine/g.h değere sahip %0 dozunda gerçekleşmiş, 48.2 µg tyrosine/g.h değere sahip %1.0 dozunda istatistiksel öneme sahiptir. İnkübasyon süresi ile biyokömür üretim sıcaklıkları arasındaki interaksyona bakıldığında, proteaz enzim aktivitesi üzerine istatistiksel olarak anlamlı farklar elde edilmiş olup en yüksek değer 73.7 µg tyrosine/g.h olarak 500 °C sıcaklığa sahip uygulamanın 4. ayında gerçekleşmiştir. İnkübasyon süresi ile biyokömür uygulama dozları arasındaki interaksyona bakıldığında en yüksek 73.3 µg tyrosine/g.h değer uygulamanın % 0 dozunda 4. ayında bulunmuş inkübasyon ve uygulama dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Biyokömür üretim sıcaklığı ve uygulama dozları arasındaki interaksyona bakıldığında en yüksek 52.7 µg tyrosine/g.h değere sahip 300 °C sıcaklığa sahip uygulamanın %1.0 dozunda bulunmuş parametreler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir. Proteaz enzim aktivitesi ile pH arasında yakın ilişki varlığı birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Watanabe ve Hayano, 1994; Ladd ve Buttler, 1972). Genel olarak proteaz

aktivitesinin asit pH'da daha düşük olması beklenir çünkü birçok toprak türü nötr pH derecesinde aktivite gösteren proteazlara sahip olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Toprak proteazları ile ilgili çalışmalarda proteaz aktivitesinin; mera topraklarında (Watanabe ve Hayano 1994; Ladd 1972), domates tarla topraklarında (Hayano ve ark., 1987), pirinç tarla topraklarında (Hayano ve ark., 1995; Watanabe ve Hayano 1996; Takeuchi ve Hayano 1994), ser tipi orman topraklarında (Mayaudon ve ark., 1975) tespit edilen optimum pH'larının nötr alkali topraklarda olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada toprağın pH'sı asit olmasına rağmen yüksek proteaz aktivitesi belirlenmiştir. Bu durum büyük olasılıkla uygulanan biyokömürün rhizosfer bölgesindeki pH'yı kısmen artırmış olması ile ilgili olabilir. Ayrıca bu çalışma sonuçları Das ve ark. (2021) asit reaksiyona sahip topraklara uyguladıkları biyokömürlerden elde edilen 10.56 µg tyrosine ve 30.26 µg tyrosine aralığında tespit edilen değerlere göre yüksek proteaz enzim aktivite değerlerine sahiptir. Kamimura ve Hayano (2000) asidik reaksiyon özelliğine sahip çay tarlalarından ekstrakte ettikleri proteazların özelliklerini ve optimum pH isteklerini tespit ettikleri çalışmada elde ettikleri proteaz aktivitesinin pH 5 ve 9 olmak üzere iki pH'da optimum seviyede olduklarını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2015) farklı piroliz sıcaklıklarına sahip mısır biyokömürünün özellikleri ve fluvo-aquic toprağa ilave edildikten sonra organik karbon, azot ve enzimatik aktivitelere etkilerini inceledikleri çalışmada, farklı piroliz sıcaklıklarında (300, 450 ve 600 °C) üretilen mısır biyokömürünün proteaz enzim aktivitesine etkisi artan piroliz sıcaklıklarıyla belirgin bir şekilde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Cao ve ark. (2017), sürekli karpuz ekimi yapılan toprağa biyokömür ve kompost uygulamalarının toprağın kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 5.8 pH'ya sahip toprağın proteaz enzim

Tablo 4. İnkübasyon denemesinde biyokömürün proteaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (µg tyrosine/g.h)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	59.0 a-e	32.5 b-g	29.8 b-g	73.3 ab	48.6 A
	%0.5	30.9 b-g	32.7 b-g	6.5 fg	8.8 e-g	19.7 B
	%1.0	54.8 a-g	65.0 a-c	33.9 b-g	57.0 a-f	52.7 A
	Ortalama	48.3 B-D	43.4 B-D	23.4 DE	46.4 B-D	40.4 A
400	0	59.0 a-e	32.5 b-g	29.8 b-g	73.3 ab	48.6 A
	%0.5	61.3 a-d	51.6 a-g	39.9 b-g	44.6 b-g	49.3 A
	%1.0	57.5 a-f	69.3 ab	16.3 c-g	27.1 b-g	42.6 A
	Ortalama	59.3 AB	51.1 A-C	28.7 C-E	48.3 B-D	46.8 A
500	0	59.0 a-e	32.5 b-g	29.8 b-g	73.3 ab	48.6 A
	%0.5	37.1 b-g	66.2 a-c	5.3 g	47.7 b-g	39.1 AB
	%1.0	59.3 a-e	26.1 b-g	12.2 d-g	100.0 a	49.4 A
	Ortalama	51.8 A-C	41.6 B-D	15.7 E	73.7 A	45.7 A
Ortalama		53.1 A	45.4 A	22.6 B	56.1 A	
Dozlar	0	59.0 ab	32.5 c-f	29.8 def	73.3 a	48.6 A
	%0.5	43.1 b-e	50.2 a-d	17.2 f	33.7 c-f	36.1 B
	%1.0	57.2 abc	53.5 a-d	20.8 ef	61.4 ab	48.2 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksyonlar arasında p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

aktiviteleri en düşük 61.14 µg tyrosine/g.h ve en yüksek 77.19 µg tyrosine/g.h olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Biyokömür uygulamalarının amilaz enzim aktivitesi üzerine etkileri incelendiğinde (Tablo 5) bazı uygulamalarda 2. analiz döneminde artışlar gözlenirken 3. analiz döneminde ise tam ters yönde azalmalar görülmüş, 4. analiz döneminde ise hafif artışlar gözlenmiştir. Ancak 500 °C %0.5 uygulaması 4 analiz döneminde istikrarlı artış gösterirken 300 °C %1.0 uygulaması 2. analiz döneminde hafif artış göstermiş, 3. ve 4. analiz dönemlerinde azalmıştır. En düşük amilaz aktivitesi değeri 5.9 BAU/gkt en yüksek değer ise 31.1 BAU/gkt olarak tespit edilmiştir. İnkübasyonun tüm zamanları amilaz enzim aktivitesi üzerine etkisi incelendiğinde zamanlar arasında istatistiki olarak önemli farklar tespit edilmiş olup en yüksek 22.4 BAU/gkt değeri 2. ayda görülmüştür. İnkübasyon denemesinde uygulanan biyokömürün üretim sıcaklıkları arasında, uygulama dozları arasında ve biyokömür üretim sıcaklığının ile uygulama dozları arasındaki etkileşimde amilaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki olarak anlamlı farklar bulunamamıştır. İnkübasyon süresi ile biyokömür üretim sıcaklıkları arasındaki etkileşim incelendiğinde, uygulamalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklar görülmüş ve en yüksek 26.7 BAU/gkt değerinin 400 °C sıcaklıkta 2. ayda olduğu görülmüştür. İnkübasyon süresi ile uygulama dozları arasındaki etkileşim incelendiğinde, uygulamalar arasında istatistiki farklar görülmüş ve en yüksek 22.6 BAU/gkt değeri %1.0 dozunda ve 2. ayda tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi, biyokömür üretim sıcaklıkları ve uygulama dozları arasındaki etkileşime bakıldığında uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli farklar görülmüş, en yüksek 31.1 BAU/gkt değere sahip 400 °C %0.5 dozunda ve 2. ayda tespit edilmiştir.

Uygulamaların beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri (Tablo 6) incelendiğinde tüm uygulamalarda 2. analiz döneminde azalmalar ve 3. analiz döneminde bazı uygulamalarda yavaş bazı uygulamalarda hızlı artışlar gözlemlenmiştir. Ancak 4. analiz döneminde sözü edilen artış yavaşlamıştır. 500 °C % 1.0 uygulamasında ise 4. analiz döneminde diğer uygulamaların tersine hafif azalma gözlemlenmiştir. En düşük beta glukozidaz enzim aktivitesi değeri 0.61 µg pNP gkt.h, en yüksek değer ise 1.93 µg pNP gkt.h olarak tespit edilmiştir. İnkübasyon deneme süresinde tüm zamanlar ele alındığında zamanlar arasında beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki olarak önemli farklar bulunmuş, en yüksek değerleri 1. ay ve 4. ay paylaşmış, ikisinin de 1.64 µg pNP gkt.h değere sahip olduğu görülmüştür. İnkübasyona uygulanan biyokömürün üretim sıcaklıkları arasındaki farklar incelendiğinde, beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki olarak anlamlı farklara rastlanmamıştır. Uygulama dozları incelendiğinde dozlar arasında beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki olarak anlamlı farklar görülmüş olup en yüksek değer %1.0 dozunda 1.40 µg pNP gkt.h olarak tespit edilmiştir. Uygulama süresi ile biyokömür üretim sıcaklıkları arasındaki etkileşime bakıldığında uygulamalar arasında beta glukozidaz enzim aktivitesi üzerine istatistiki olarak anlamlı farklar görülmüş, en yüksek değerleri ise 1.72 µg pNP gkt.h değerlere sahip 1. ve 4. ayda 300 °C'de tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi ve uygulama dozları arasındaki etkileşime bakıldığında istatistiki olarak anlamlı farklar görülmüş ve en yüksek değerler 1. ve 4. ayda %0 dozunda 1.70 µg pNP gkt.h şeklinde tespit edilmiştir. Biyokömür üretim sıcaklıkları ile uygulama dozları arasındaki etkileşime bakıldığında en yüksek değer 1.55 µg pNP gkt.h olarak 300 °C sıcaklıkta ve %1.0 dozunda görülmüş, istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Biyokömür üretim sıcaklığı, inkübasyon

Tablo 5. İnkübasyon denemesinde biyokömürün amilaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (BAU/gkt)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	10.7 Cd	22.0 a-c	10.1 cd	20.5 a-c	15.8 A
	%0.5	10.3 Cd	23.6 a-c	11.5 cd	13.7 b-d	14.8 A
	%1.0	12.2 Cd	17.9 a-d	9.7 cd	5.9 d	11.4 A
	Ortalama	11.1 E	21.1 AB	10.4 E	13.3 C-E	14.0 A
400	0	10.7 Cd	22.0 a-c	10.1 cd	20.5 a-c	15.8 A
	%0.5	11.5 Cd	31.1 a	10.0 cd	13.9 b-d	16.6 A
	%1.0	11.7 Cd	26.9 ab	9.7 cd	13.1 b-d	15.4 A
	Ortalama	11.3 E	26.7 A	9.9 E	15.8 B-E	15.9 A
500	0	10.7 Cd	22.0 a-c	10.1 cd	20.5 a-c	15.8 A
	%0.5	10.6 Cd	12.8 b-d	14.9 b-d	17.7 a-d	14.0 A
	%1.0	11.2 Cd	22.9 a-c	11.4 cd	17.6 a-d	15.8 A
	Ortalama	10.9 E	19.2 BC	12.1 DE	18.6 B-D	15.2 A
Ortalama		11.1 C	22.4 A	10.8 C	15.9 B	
Dozlar	0	10.7 C	22.0 a	10.1 c	20.5 ab	15.8 A
	%0.5	10.8 C	22.5 a	12.2 c	15.1 bc	15.1 A
	%1.0	11.7 C	22.6 a	10.3 c	12.2 c	14.2 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise etkileşimler arasında p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

süresi ve uygulama dozları arasındaki interaksiyon incelendiğinde en yüksek değerler 1.93 µg pNP gkt.h olarak 1. ve 4. ayda 300 °C sıcaklıkta %1.0 dozunda tespit edilmiş olup istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Beta glukozidaz enzim aktivitesinin ideal toprak reaksiyon değerleri için çeşitli görüşler mevcut olmakla birlikte, beta glukozidaz ideal reaksiyon değerlerinin, pH 4.8 üzerinde (Hayano, 1973), pH 5.6 (Anonim, 2020) ve pH 5.9-6.2 aralığında (Markosyan ve Galstyan, 1963) olduğu bildirilmiştir. Beta glukozidaz enzim aktivitesi referans değerleri için de çeşitli görüşler bulunmaktadır. Hofmann ve Hoffmann (1966), beta glukozidaz enzim aktivitesi referans değerleri için düşük (<20), normal (20-40) ve yüksek (40>) olarak belirtilmiş ancak Tosun ve ark. (1975) beta glukozidaz enzim aktivitesi referans değerlerini düşük (<50), normal (50-100) ve yüksek (100>) olarak bildirmiştir. Bu referans değerlerle karşılaştırma yapıldığında bu çalışma sonucu ortaya çıkan beta glukozidaz enzim aktivitesinin düşük olduğu tespit edilmektedir. Ancak Turner ve ark. (2002) İngiltere ve Galler'e ait pH değerleri 4.4 ile 6.8 değerleri arasında değişen 29 farklı mera toprağının beta glukozidaz enzim aktivitesinin 1.12 ile 6.12 µg pNP g/toprak arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar bildirilen bu sınır değerlerinin oldukça altında tespit edilmiştir.

3.3. Mineral azot

Farklı sıcaklıklarda üretilen biyokömür uygulamasının toprak mineral azot formlarından olan amonyum, nitrit ve nitrat üzerine olan etkileri sırasıyla Tablo 7, 8 ve 9'da sunulmuştur. Uygulamaların amonyum üzerine etkileri tüm uygulamalarda farklı düzeylerde olmuştur. Ortalama değerler itibarıyla biyokömür üretim sıcaklıkları arasında istatistiki anlamlı farklar belirlenmemiştir (P>0.05). Yine

ortalama değerler itibarıyla örnekleme yapılan aylar arasında anlamlı farklar belirlenmiş (P<0.05), ikinci örneklemede 44.6 µg NH⁺₄-N / gkt olan değer %32'lik artışla 58.9 µg NH⁺₄-N / gkt düzeyine kadar artmıştır. Bundan sonra azalmaya başlayan amonyum içeriği son örnekleme zamanı olan dördüncü ayda başlangıca göre yaklaşık %22 oranında azalarak 34.7 µg NH⁺₄-N / gkt değerine düşmüştür. Dozlara ait ortalama değerler incelendiğinde biyokömür dozlarının amonyum kapsamını kontrole göre artırdığı, ancak dozlar arasında fark bulunmadığı belirlenmiştir. İnteraksiyonlar incelendiğinde en düşük amonyum değerinin 29.1 µg NH⁺₄-N / gkt ile son örnekleme zamanında alınan ve biyokömür uygulanmayan varyantta, en yüksek değer ise 68.7 µg NH⁺₄-N / gkt ile ikinci örnekleme zamanında, 300 °C üretilen %1.0 biyokömür dozunda olduğu belirlenmiştir. İnteraksiyon değerleri ayrıca biyokömür uygulamasının amonyum azotunun azalmasını engellediğini göstermiştir. Zira son örnekleme gününde belirlenen amonyum içerikleri göz önüne alındığında, biyokömür üretim sıcaklığından bağımsız olarak, tüm biyokömür dozlarında kontrole göre daha yüksek amonyum azotu miktarı belirlenmiştir. Bu durum nitrifikasyonun azalması nedeniyle ortaya çıkabileceği gibi, mineralizasyonun hızlanarak toprak organik maddesinden azot serbestleşmesi şeklinde de açıklanabilir.

Araştırmada belirlenen nitrit değerleri tüm uygulamalarda belirgin biçimde düşük bulunmuştur. En yüksek değer olan 0.614 µg NO₂-N / gkt değeri dekara yaklaşık 0.15 kg gibi oldukça düşük nitrit azotu miktarına karşılık gelmektedir. Genel olarak Türkiye topraklarında nitrifikasyon sürecinde yer alan nitritasyon ve nitratasyon basamaklarının hızlarının birbirine yakın olması, topraklarda nitrit birikimini engellemektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında esas etken toprak pH'sı olup, alkali topraklarda

Tablo 6. İnkübasyon denemesinde biyokömürün Beta Glukozidaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (µg pNP gkt.h)

Sıcaklık	Doz	Aylar			Ortalama
		1	2	3	
300	0	1.70 ab	0.72 d-f	1.15 b-f	1.19 A
	%0.5	1.52 abc	0.67 ef	1.03 b-f	1.07 A
	%1.0	1.93 a	0.69 d-f	1.65 ab	1.42 A
	Ortalama	1.72 A	0.70 D	1.28 BC	1.23 A
400	0	1.70 ab	0.72 d-f	1.15 b-f	1.19 A
	%0.5	1.52 abc	0.61 F	1.42 a-e	1.18 A
	%1.0	1.69 ab	0.70 d-f	1.45 a-d	1.28 A
	Ortalama	1.64 AB	0.68 D	1.34 BC	1.22 A
500	0	1.70 ab	0.72 d-f	1.15 b-f	1.19 A
	%0.5	1.58 ab	0.77 c-f	1.13 b-f	1.16 A
	%1.0	1.40 a-e	0.79 c-f	1.43 a-e	1.21 A
	Ortalama	1.56 A-C	0.76 D	1.24 C	1.19 A
Ortalama		1.64 A	0.71 C	1.29 B	
Dozlar	0	1.70 a	0.72 d	1.15 c	1.19 B
	%0.5	1.54 ab	0.68 d	1.19 bc	1.14 B
	%1.0	1.68 a	0.73 d	1.51 a-c	1.31 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksiyonlar arasında p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 7. Biyokömür uygulamalarının toprağın amonyum azotu içeriğine etkisi ($\mu\text{g NH}_4\text{-N / gkt}$)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	40.5 c-f	55.3 a-e	56.3 a-d	29.1 f	45.3 A
	%0.5	45.9 a-f	58.7 a-d	48.7 a-f	40.1 c-f	48.4 A
	%1.0	47.9 a-f	68.7 a	59.9 a-d	37.0 d-f	53.3 A
	Ortalama	44.8 BC	60.9 A	55.0 AB	35.4 CD	49.0 A
400	0	40.5 c-f	55.3 a-e	56.3 a-d	29.1 f	45.3 A
	%0.5	45.9 a-f	54.3 a-e	57.7 a-d	39.7 c-f	49.4 A
	%1.0	47.4 a-f	67.0 ab	59.8 a-d	39.1 c-f	53.3 A
	Ortalama	44.6 BC	58.9 A	58.0 A	36.0 CD	49.3 A
500	0	40.5 c-f	55.3 a-e	56.3 a-d	29.1 f	45.3 A
	%0.5	49.5 a-f	61.5a-c	60.1 a-d	37.5 c-f	52.1 A
	%1.0	43.7 b-f	53.9 a-e	47.1 a-f	31.5 ef	44.0 A
	Ortalama	44.6 BC	56.9 A	54.5 AB	32.7 CD	47.2 A
Ortalama		44.6 B	58.9 A	55.8 A	34.7 C	
Dozlar	0	40.5 De	55.3 abc	56.3 abc	29.1 e	45.3 B
	%0.5	47.1 Bcd	58.2 ab	55.5 abc	39.1 de	50.0 A
	%1.0	46.3 Cd	63.2 a	55.6 abc	35.9 de	50.2 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksiyonlar arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 8. Biyokömür uygulamalarının toprağın nitrit azotu içeriğine etkisi ($\mu\text{g NO}_2\text{-N / gkt}$)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	0.418 ab	0.498 ab	0.161 b	0.266 ab	0.336 A
	%0.5	0.402 ab	0.451 ab	0.149 b	0.410 ab	0.353 A
	%1.0	0.376 ab	0.292 ab	0.076 b	0.302 ab	0.261 A
	Ortalama	0.399 A	0.414 A	0.129 B	0.326 AB	0.317 A
400	0	0.418 ab	0.498 ab	0.161 b	0.266 ab	0.336 A
	%0.5	0.348 ab	0.465 ab	0.095 b	0.425 ab	0.333 A
	%1.0	0.245 ab	0.406 ab	0.149 b	0.270 ab	0.267 A
	Ortalama	0.337 AB	0.456 A	0.135 B	0.321 AB	0.312 A
500	0	0.418 ab	0.498 ab	0.161 b	0.266 ab	0.336 A
	%0.5	0.358 ab	0.614 a	0.149 b	0.314 ab	0.359 A
	%1.0	0.201 ab	0.385 ab	0.183 b	0.336 ab	0.276 A
	Ortalama	0.326 AB	0.499 A	0.164 B	0.305 AB	0.324 A
Ortalama		0.354 B	0.456 A	0.143 C	0.317 B	
Dozlar	0	0.418 ab	0.498 a	0.161 cd	0.266 bcd	0.336 AB
	%0.5	0.369 abc	0.510 a	0.131 d	0.383 ab	0.348 A
	%1.0	0.274 bcd	0.361 abc	0.136 d	0.303 a-d	0.268 B

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksiyonlar arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlıdır.

nitrit birikiminin olmadığı bilinmektedir. Karadeniz topraklarında yürütülen bu denemede ise toprak pH'sının asidik olmasına rağmen nitrit birikmiyor olması büyük olasılıkla yağmurlar nedeniyle toprak havalanmasının nispeten daha az olması sonucu nitrifikasyonda gerilemeden kaynaklanmaktadır. Belirlenen değerlerin önemli bölümü istatistiki olarak anlamlı farklar oluşturmuştur ancak değerlerin çok küçük olması nedeniyle bu farklar üzerinde durulmamıştır. Diğer yandan genel olarak biyokömür uygulamalarının toprakta nitrit birikimini daha da azalttığı Tablo 8'de yer alan değerlerde açıkça görülmektedir.

Belirlenen azot formları karşılaştırıldığında en yüksek değerlerin nitrat içeriğinde olduğu görülmüştür (Tablo 9).

Dekara 25 kilogramı aşan nitrat varlığı oldukça yüksek bir miktar olup, çevresel yönden etkilerinin de göz önüne alınarak bu durumun incelenmesi gerektiği söylenebilir. Sıcaklıklar yönünden ortalama değerler karşılaştırıldığında 400 °C sıcaklık uygulamasının nitrat içeriğinde artışa neden olduğu, 500 °C uygulamasında ise azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Yine ortalama değerler bakımından örneklem zamanları incelendiğinde, ikinci örneklemede 95.6 $\mu\text{g NO}_3\text{-N / gkt}$ ile en yüksek nitrat içeriğine ulaşıldığı, bundan sonra daha düşük değerlerin elde edildiği görülmüştür. İnteraksiyonlar bakımından tablo 9 incelendiğinde, en yüksek değer 108.8 $\mu\text{g NO}_3\text{-N / gkt}$ ile 400 °C uygulanarak elde edilen biyokömürün %1.0 dozunun uygulandığı ikinci örnekleme gününde olduğu görülmüştür. En düşük değer ise 49.0 $\mu\text{g NO}_3\text{-N / gkt}$ ile

Tablo 9. Biyokömür uygulamalarının toprağın nitrat azotu içeriğine etkisi ($\mu\text{g NO}_3\text{-N / gkt}$)

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	74.6 c-h	93.8 a-e	58.9 gh	62.5 gh	72.4 AB
	%0.5	63.2 gh	93.4 a-f	58.2 gh	76.2 b-h	72.8 A
	%1.0	56.9 gh	102.8 a-c	64.3 gh	62.8 gh	71.7 AB
	Ortalama	64.9 CD	96.7 A	60.5 D	67.2 CD	72.3 AB
400	0	74.6 c-h	93.8 a-e	58.9 gh	62.5 gh	72.4 AB
	%0.5	74.6 c-h	99.4 a-d	63.2 gh	70.4 d-h	76.9 A
	%1.0	79.6 b-g	108.8 a	62.0 gh	71.6 d-h	80.5 A
	Ortalama	76.3 BC	100.6 A	61.4 D	68.2 CD	76.6 A
500	0	74.6 c-h	93.8 a-e	58.9 gh	62.5 gh	72.4 AB
	%0.5	71.0 d-h	105.1 ab	60.1 gh	55.2 gh	72.8 A
	%1.0	64.5 f-h	70.0 e-h	49.0 h	61.0 gh	61.1 B
	Ortalama	70.0 CD	89.6 AB	56.0 D	59.5 D	68.8 B
Ortalama		70.4 B	95.6 A	59.3 C	65.0 BC	
Dozlar	0	74.6 b	93.8 a	58.9 c	62.5 bc	72.4 A
	%0.5	69.6 bc	99.3 a	60.5 bc	67.2 bc	74.2 A
	%1.0	67.0 bc	93.9 a	58.4 c	65.1 bc	71.1 A

* Birbirinden farklı büyük harflerin işaret ettiği değerler faktörler arasında, küçük harfler ise interaksiyonlar arasında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlıdır.

500 °C sıcaklık, %1.0 doz uygulamasının üçüncü örneklemeinden elde edilmiştir.

Bazı araştırmacılar bitkilerin azotu en optimum kullanabildiği toprak reaksiyonu 6-8 pH aralığı olduğunu ve yüksek asit reaksiyona sahip topraklarda asit karakterli hüminler artarken mikrobiyal faaliyetlerin yavaşladığını, dolayısıyla nitrifikasyonun azaldığını bildirmişlerdir (Bilen ve Sezen, 1993). Nitrifikasyon faaliyetlerinde görevli mikroorganizmalar pH 5.5-10 sınırları içerisinde aktiftirler (Ögüş, 1970; Morrill ve Dowson, 1962). Asidik reaksiyona sahip topraklarda azalan nitrifikasyon faaliyetlerinin toprağın sahip olduğu pH değerleri ve Ca^{+2} iyonlarının artması sonucu arttığını belirtmiştir (Sezen, 1991). Bunun aksine Ross ve Hales (2003), NH_4^+ mevcudiyetindeki bir artışın asidik bir toprakta nitrifikasyonu hızla uyardığını bildirmişlerdir. Buna ek olarak asidik bir tarım toprağındaki NH_4^+ girdisi nedeniyle nitrifikasyon oranı arttığını bildirmişlerdir (Zhao ve Xing, 2009). Başka bir çalışmada ise, pH'sı 5.2-7.8 aralığında 50 farklı toprak örneği üzerinde çalıştıkları inkübasyon denemelerinde pH'nın azot mineralizasyonunu önemli derecede etkilemediğini belirtmişlerdir (Ünal ve Başkaya, 1981). Tuncer (2016), Batı Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren bazı orman topluluklarının topraklarında azot mineralleşme potansiyelleri üzerine yaptıkları araştırmalarda, araştırılan toplulukların topraklarında mineral azot üretiminin toprak pH'sı ve su tutma kapasitesi ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ortaya konan su tutma kapasitesinin, iklim şartlarına bağlı olarak oksijen konsantrasyonunu değiştirerek nitrifikasyon bakterilerinin aktivitesini değiştirdiği ve organik azotun mineralleşme süreci üzerine etkisi olduğunu bildirmişlerdir (Chapin ve ark., 2002). Bazı araştırmacılar düşük pH derecesinin Nitrit (NO_2^-)

fiksasyonunu kolaylaştırabileceğini (Smith ve Chalk, 1980) ancak bu sürecin toprağın organik maddesinin miktarından ziyade sahip olduğu özelliklerine bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Smith ve Chalk, 1979). Bunun aksine asidik toprak reaksiyonuna sahip topraklarda Nitrit (NO_2^-)'in kimyasal olarak çok kararsız olduğunu, kaybının Azot dioksit (NO_2)'e dönüşmesiyle bununda genel olarak Nitrik oksit (NO)'a ayrışması şeklinde gerçekleştiğini veya N_2O ve N_2 olarak denitrifikasyon kaybına karşı hassas olduğunu ve uçarak kaybolabildiğini bildirmişlerdir (Samater ve Van Cleemput, 1999; Chalk ve Smith, 1983; Prather ve Myamoto, 1974). Biyokömürün NO_3^- , NH_3 , NH_4^+ ve organik-N'u (Bai ve ark., 2015) ve ayrıca nitrifikasyonu engelleyebilecek fenolikler gibi engelleyici bileşikleri absorbe edebilmesi nedeniyle, N döngüsündeki biyokömürün neden olduğu değişikliklerin, potansiyel kirecin neden olduğu değişikliklerden önemli ölçüde farklı olduğunu bildirmiştir (DeLuca ve ark., 2006). Bunun yanında Wang ve ark. (2015), fıstık kabuğu biyokömürünün, nitrifikasyon mikroorganizmaları için mevcut olan azalmış $\text{NH}_4^+\text{-N}$ içeriği nedeniyle asitli bir toprakta nitrifikasyonu gerçekten azalttığını ve amonyak oksitleyen bakteriler bolluğunu azalttığını bulmuştur. Bu tutarsız biyokömür etkileri, özellikle yüksek N-gübre girdilerinden elde edilen asitli topraklarda, biyokömürle değiştirilmiş tarım topraklarında nitrifikasyona daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Yao ve ark. (2012) biyokömür uygulamalarının kumlu bir toprakta nitrat, amonyum ve fosfatın absorpsiyonu ve sızması üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, Brezilya biber ağacı ve fıstık kabuğundan 600 °C'de üretilen biyokömürler, kumlu bir toprakta besin elementlerini tutma yeteneklerini değerlendirmek için bir kolon sızıntı deneyi kurmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, biber ağacı biyokömürü sızıntı sularındaki toplam nitrat ve amonyum miktarını kontrole göre sırasıyla %34.0 ve %34.7 oranında

Tablo 10. Biyokömür uygulamalarının toprak reaksiyonuna etkisi

Sıcaklık	Doz	Aylar				Ortalama
		1	2	3	4	
300	0	3.03	3.54	3.49	3.45	3.37
	%0.5	3.06	4.04	3.62	3.84	3.64
	%1.0	3.05	3.69	3.52	3.63	3.47
	Ortalama	3.05 B	3.76 A	3.54 A	3.64 A	3.50 A
400	0	3.03	3.54	3.49	3.45	3.37
	%0.5	3.03	3.71	3.49	3.72	3.49
	%1.0	3.08	3.70	3.55	3.59	3.48
	Ortalama	3.05 B	3.65 A	3.51 A	3.59 A	3.45 A
500	0	3.03	3.54	3.49	3.45	3.37
	%0.5	3.05	3.61	3.52	3.60	3.45
	%1.0	3.08	3.65	3.56	3.65	3.48
	Ortalama	3.05 B	3.60 A	3.52 A	3.57 A	3.43 A
Ortalama		3.05 B	3.67 A	3.52 A	3.60 A	
Dozlar	0	3.03	3.54	3.49	3.45	3.37
	%0.5	3.04	3.79	3.54	3.72	3.52
	%1.0	3.07	3.68	3.54	3.62	3.48

etkili bir şekilde azalttığını ve fıstık kabuğu biyokömürünün ise nitrat ve amonyum sızıntısını sırasıyla %34 ve %14 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

3.4. Uygulamaların pH üzerine etkisi

Farklı sıcaklıklarda üretilen biyokömürün uygulandığı topraklarda belirlenen pH değerleri tablo 10'da verilmiştir. Ortalama değerler itibarıyla toprak pH ölçüm sonuçları incelendiğinde, biyokömür uygulamasının pH artırmada kullanılabilecek bir girdi olduğu görülmüştür. Yine ortalama değerler itibarıyla üretim sıcaklıkları arasındaki farkların çok belirgin olmadığı, bu nedenle pH artırmak amacıyla yapılacak uygulamalarda, daha düşük sıcaklıkların tercih edilmesinin hem ekonomik hem de ekolojik açıdan daha yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Örneklem zamanları arasındaki ortalama değerler incelendiğinde, uygulamadan hemen sonraki ayda en yüksek değere ulaşıldığı, bundan sonra değerlerin yeniden gerilediği, ancak kontrole oranla hala pH artırma etkisinin devam ettiği görülmüştür. Toprak pH'sında belirlenen en yüksek değere 4.04 ile 300 derecede üretilen biyokömürün %0.5 dozunun uygulandığı ikinci örneklemede ulaşılmıştır. Toprağın tamponlama kapasitesi nedeniyle pH'daki artışların daha uzun süreli ölçümleri ile yıllara dair yinelemeli uygulamaların sonuçlarının araştırılmasında yarar vardır. Elde edilen bulgular ışığında biyokömür uygulamalarının toprak pH'sını artırmada ajan olarak kullanılabileceğini ve üretim sıcaklığı olarak daha düşük sıcaklıkların tercih edilmesinin daha doğru olacağını söylemek yanlış olmaz.

4. Sonuç

Deneme sonuçları CO₂ emisyonunun özellikle yüksek sıcaklıklarda elde edilen biyokömürden etkilendiğini göstermiştir. Düşük sıcaklıklarda üretilen biyokömürün CO₂ emisyonunu azaltması, uzun vadede küresel ısınmaya

olan katkıları azaltmak bakımından önerilebilecek bir uygulamadır. Belirlenen enzim aktivitelerinden üreaz aktivitesi üzerine biyokömür üretim sıcaklıkları ve biyokömür uygulama dozlarının olumlu etkisinin olmadığı, ortalama değerler itibarıyla biyokömür dozlarının üreaz enzimini azalttığı tespit edilmiştir. Uygulamaların proteaz ve amilaz enzimleri üzerindeki etkileri de sınırlı kalmıştır. Beta glükoziadaz enzimi biyokömür uygulamalarından kısmen etkilense de, net bir eğilimden söz etmek güçtür. Biyokömürün toprakra uzun yıllar kalıyor olması (Glaser ve ark., 2002; Schmidt ve Noack, 2000) biyokimyasal reaksiyonlara katılımının sınırlı olduğuna işaret etmektedir. Bu yönüyle mikroorganizmalar için bir substrat olmasından çok, toprağın uygun olmayan özelliklerini iyileştirerek biyolojik aktiviteye etkili olacağı hipotezinden hareketle yürütülen bu çalışmada sözü edilen önemli etkiye dair sınırlı bulgulara ulaşılabilmektedir. Bu yönüyle inkübasyon süresinin, biyokömürün toprakla yeterince etkileşime girmek için yeterince uzun tutulmamış olma ihtimali de akla gelmektedir. Biyokömür uygulamaları toprağın mineral azot içeriği üzerine etkili olmuş, etki 2. ayda oldukça belirgin duruma gelmiştir. Bu yönüyle biyokömürün azot transformasyonu üzerinde değişiklik yapmada kullanılabileceği belirlenmiştir. Diğer yandan yüksek nitrat oluşumuna neden olduğundan, katsayısı yüksek olan N₂O emisyonuna neden olunabileceği de akıldan çıkartılmamalıdır. Denemenin önemli bir sorusu olan pH artırmada biyokömür uygulamasının etkili olup olmayacağı konusunda, biyokömürün bu amaçla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak budama artıklarından elde edilen biyokömürün asitli topraklara uygulanmasıyla birlikte toprağın kimyasal ve biyolojik süreçlerinin etkilenebileceği görülmüştür. Doğu Karadeniz bölgesinde çay bahçe topraklarının yüksek asidik olması, çay bitkisinin kalsifüj olması nedeniyle kireçlenmeden kaçınılması bir arada değerlendirildiğinde biyokömürün başarılı bir alternatif olabileceği ortaya konmuştur. Elde edilen

sonuçlar, çay budama artıklarının yakılarak imha edilmesi yerine biyokömür olarak kullanılmasının önerilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Sözü edilen etkilerin arazide yinelemeli uygulamalar ile ortaya konmasında yarar görülmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma 2021 yılında Abdullah ARIN tarafından aynı başlıkla savunulan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

- Alikılıç D (2016). Çay'ın Karadeniz bölgesi için önemi ve tarihi seyri. *Karadeniz İncelemeleri Dergisi*, 21: 269-280
- Anonim (2020). Beta-glukozidaz. <https://en.wikipedia.org/wiki/Beta-glucosidase> (erişim tarihi: 29 Temmuz 2020).
- Arcak S, Kütük AC, Haktanır K, Çaycı G (1997). Çay atıklarının toprakta enzim aktivitesi ve nitrifikasyon üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1): 261-266.
- Bai SH, Reverchon F, Xu CY, Xu Z, Blumfield TJ, Zhao H, Van Zwielen L, Wallace HM (2015). Wood biochar increases nitrogen retention in field settings mainly through abiotic processes. *Soil Biology & Biochemistry*, 90: 232–240.
- Bernfeld P (1955). *Methods in Enzymology*. 1: 149-158.
- Bilen S, Sezen Y (1993). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 156-166.1993.
- Cao Y, Ma Y, Guo D, Wang Q, Wang G (2017). Sürekli karpuz ekimi altında topraktaki biyokömür ve kompost değişikliklerine kimyasal özellikler ve mikrobiyal tepkiler. *Bitki Toprak Çevresi*, 63: 1-7.
- Chalk PM, Smith CJ, Freney JR, Simpson JR (1983). Gaseous Loss of Nitrogen From Plant-Soil Systems. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 9: 65-89.
- Chapin FS, Matson PA, Mooney HA (2002). *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer-Verlag, New York.
- Das SK, Ghosh GK, Mishra VK, Choudhury BU, Dutta SK, Hazarika S, Kalita H, Roy A, Singh NU, Gopi R, Devi EL, Mukherjee I, Balusamy A, Singh M, Yadav A, Kapoor C, Baruah K (2021). Utilizing dissimilar feedstocks derived biochar amendments to alter soil biological indicators in acidic soil of Northeast India. *Biomass Conversion and Biorefinery*. Springer Nature.
- DeLuca, TH, MacKenzie MD, Gundale MJ, Holben WE (2006). Wildfire-produced charcoal directly influences nitrogen cycling in ponderosa pine forests. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 448–453.
- DEV (1983). *Deutsche Einheitsverfahren Zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung (Standard Methods for Water, Wastewater and Sludge Analysis)*. Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (eds.) Verlag Chemie, Weinheim / Bergstrasse (BRD).
- Durmuş ÖTK, Özdemir N, Durmuş M (2020). Organik atık uygulamalarının asit, nötr ve alkali toprakların üreaz enzim aktiviteleri üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(2): 223-231.
- Erdal İ, Memici M, Ekinci K, Sukuşu E (2019). Effects of tomato harvest residue derived biochars obtained from different pyrolysis temperature on periodical available nutrient concentrations of soils. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(Özel Sayı): 75-78.
- Evans SE, Burke IC (2013). Carbon and nitrogen decoupling under an 11-year drought in the shortgrass steppe. *Ecosystems*, 16: 20-33.
- Eyüpoğlu F (1999). Türkiye topraklarının verimlilik durumu. T.C. başbakanlık köy hizmetleri genel müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 220, Ankara.
- Fabig W, Ottow JCG, Muller F (1978). Mineralisation von 14C-markiertem benzoat mit Nitrat als wasserstoff-Akzeptor unter vollständig anaeroben Bedingungen sowie bei verminderten Sauerstoffpartialdruck. *Landwirtsch. Forsch*, 35: 441-453.
- Glaser B, Lehmann J, Zech W (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 219–230.
- Haddaway NR, Hedlund K, Jackson LE, Katterer T, Lugato E, Thomsen IK, Jorgensen HB, Isberg PE (2016). How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence*, 5(1): 1-8
- Haktanır K, Arcak S (1997). *Toprak Biyolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Hayano K (1973). A Method for the determination of beta glycosidase activity in soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19: 103-108.
- Hayano K, Takeuchi M, Ichishima E (1987). Characterization of a metalloproteinase

- component extracted from soil. *Biology and Fertility of Soils*, 4(4): 179-183.
- Hayano K, Watanabe K, Asakawa S (1995). Activity of protease extracted from rice-rhizosphere soils under double cropping of rice and wheat. *Soil Science and Plant Nutrition*, 41(3): 597-603.
- Hofmann E, Hoffmann, G (1966). Die bestimmung der biologischen tatigkeit in böden mit enzymethoden. Reprinted From *Advances in Enzymolgy and Related Subject of Biochemistry*, (28): 365-390.
- Isermeyer H (1952). Eine einfache methode zur bestimmung der bodenatmung und der karbonate im boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 56(1-3): 26-38.
- Kamimura Y, Hayano K (2000). Properties of protease extracted from tea-field soil. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 351-355.
- Kızılkaya R, Arcak S, Horuz A, Karaca A (1998). Çeltik tarımı yapılan toprakların enzim aktiviteleri üzerine toprak özelliklerinin etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 4(3): 797-804.
- Kowalenko CG, Ivarson KC (1978). Effect of moisture content, temperature and nitrogen fertilization on carbon dioxide evolution from field soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10(5): 417-423.
- Ladd JN, Butler JHA (1972). Properties of proteolytic enzymes extracted from soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 4: 227-237.
- Lee J, Hopmans JW, Van-Kessel C, King AP, Evatt KJ, Louie D, Rolston DE, Six J (2009). Tillage and seasonal emissions of CO₂, N₂O and NO across a seed bed and at the field scale in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(4): 378-390.
- Liu X, Li Q, Liang W, Jiang Y (2008). Distribution of soil enzyme activities and microbial biomass along a latitudinal gradient in farmlands of songliao plain, northeast China. *Soil Science Society of China Published by Elsevier Limited and Science Press*. 18(4): 431-440.
- Markosyan LV, Galstyan AH (1963). Optimum pH of some hydrolases of soil. *Isv. Akad. Nauk. Arm. SSR. Biol Nauki's*. 16: 45-52.
- May PB, Douglas LA (1976). Assay for soil urease activity. *Plant Soil* 45: 301-305.
- Mayaudon J, Batistic L, Sarkar J (1975). Propriétés des activités proteo-lytiques extraites des sols frais. *Soil Biology & Biochemistry*, 7: 281-286.
- Morril LG, Dowson JE (1962). Growth rates of nitrifying chemoautotrophs in soil. *Journal Bacteriologia*, 16: 418-428.
- Naseby DC, Lynch JM (1997). Rhizosphere soil enzymes as indicators of perturbations caused by enzyme substrate addition and inoculation of a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* on wheat seed. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(9-10): 1353-1362.
- Öğüş L (1970). Toprak bitki münasebetleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M (2013). Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal Dağılımları. *Toprak Su Dergisi*, 2(1): 23-29.
- Persson T, Wiren A (1989). Microbial activity in forest soils in relation to acid/base and carbon/nitrogen status. in: F. N. Braekke, K. Bjor and B. Halvorsen, (eds.), *Air Pollution as Stress Factor in Nordic Forests*, pp. 83-95.
- Pettit NM, Smith ARJ, Fredman RB, Burns RG (1976). Soil urease: activity, stability and kinetic properties. *Soil Biology and Biochemistry*, 8: 479-484.
- Prather RJ, Myamoto S (1974). Nitric oxide sorption by calcareous soils: III. Effect of temperature and lack of oxygen on capacity and rate. *Soil Science Society of America Proceedings* 38: 582-585.
- Rastogi M, Singh S, Pathak H (2002). Emission of carbon dioxide from soil. *Current science*, 82(5): 510-517.
- Ross DS, Hales HC (2003). Sampling-induced increases in net nitrification in the Brush Brook (Vermont) watershed. *Soil Science Society of America Journal*, 67: 318-326.
- Samater AH, Van Cleemput O (1999). Formation of nitrous oxide in the presence of nitrite and organic plant residue in soil. *MededelingenFaculteit Landboukudige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent* 64: 11-24.
- Schmidt MWI, Noack AG (2000). Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochemical Cycles*, 14: 777-793.
- Sezen Y (1991). Toprak Kimyası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 127, Erzurum.
- Sitaula BK, Bakken LR, Abrahamsen G (1995). N-fertilization and soil acidification effects on N₂O and CO₂ emission from temperate pine forest soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(11): 1401-1408.
- Smith CJ, Chalk PM (1979). Mineralization of nitrite fixed by soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 11: 515-519.
- Smith CJ, Chalk PM (1980). Fixation and loss of nitrogen during transformations of nitrite in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 288-291.

- Sümer SK, Yasemin K, Gıyasettin Ç (2016). Türkiye'de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 19(4): 379-387.
- Takeuchi M, Hayano K (1994). Characterization of a protease component extracted from a paddy soil under monoculture of rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, 40: 691-695.
- Torun E, Taluğ C (2005). Çay budama Projesi kapsamında üreticilerin kullandıkları bilgi kaynakları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1): 41- 49.
- Tosun F, Manga I, Altın M, Serin Y (1975). A research on arid rangeland improvement in Erzurum conditions. TUBITAK V. Science Congress. Agriculture and Forestry Group.
- Tsikis D (2007). Analysis of nitrite and nitrate in biological fluids by assays based on the Griess reaction: Appraisal of the Griess reaction in the L-arginine/nitric oxide area of research. *Journal of Chromatography B*, 851: 51-70.
- TUİK (2019). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (erişim Tarihi: 03 Mayıs 2020).
- Tuncer K (2016). Batı Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren bazı orman Topluluklarının topraklarında azot mineralleşme potansiyelleri üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Turner BL, Hopkins DW, Haygarth PM, Ostle N (2002). Beta-Glucosidase activity in pasture soils. *Applied Soil Ecology*, 20: 157-162.
- Ünal H, Başkaya, HS (1981). Toprak: Kimyası. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 759, Ankara.
- Wang X, Zhou W, Liang G, Song D, Zhang X (2015). Characteristics of maize biochar with different pyrolysis temperatures and its effects on organic carbon, nitrogen and enzymatic activities after addition to fluvo-aquic soil. *Science of the Total Environment*, 538: 137-144.
- Wang Z, Zong H, Zheng H, Liu G, Chen L, Xing B (2015). Reduced nitrification and abundance of ammonia-oxidizing bacteria in acidic soil amended with biochar. *Chemosphere* 138, 576e583.
- Watanabe K, Hayano K (1994). Source of soil protease based on the splitting sites of a polypeptide. *Soil Science and Plant Nutrition*, 40(4): 697-701.
- Watanabe K, Hayano K (1996). Seasonal variation in extracted proteases and relationship to overall soil protease and exchangeable ammonia in paddy soils. *Biology and Fertility of Soils*, 21: 89-94.
- Yao Y, Gao B, Zhang M, Inyang M, Zimmerman AR (2012). Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere*, 89(11): 1467-1471.
- Zhao X, Xing G (2009). Variation in the relationship between nitrification and acidification of subtropical soils as affected by the addition of urea or ammonium sulfate. *Soil Biology & Biochemistry*, 41: 2584-2587.

Farklı Toprak Sıcaklıklarının Tarla Kapasitesindeki Toprağın Karbondioksit (CO₂) Üretimine Etkisi

Davut AKBOLAT¹, Ali COŞKAN*²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 200-206, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 200-206, 2021

Özet: Bu çalışmada, deneme başlangıcında doygunluğun %60'ına ulaşmaya kadar sulanan bir toprak örneğinin, farklı sıcaklıklardaki CO₂ emisyonunda meydana gelen değişimleri saptamak amacıyla saksı denemesi yapılmıştır. Denemede saksıların yerleştirildiği düzeneğin sıcaklıkları (uygulamalar) 40, 36 ve 32 °C'ye sabitlenmiş, ayrıca oda sıcaklığında kontrol saksıları da denemeye alınmıştır. Her ölçüm (kayıt) öncesi saksılardan eksilen suyun tekrar saksılara ilave edilmesi şeklinde eşit nem koşulları sağlanmıştır. Zamana bağlı olarak toprak sıcaklığında, toprak neminde, CO₂ emisyonunda ve buharlaşmada meydana gelen değişimler başlangıçtan itibaren 9. güne kadar günlük kayıtlar alınarak izlenmiştir. Deneme sonucunda, saksıların yer aldığı ortama uygulanan sıcaklık ile toprak sıcaklığı arasında fark olduğu, uygulanan sıcaklığın toprağa aynı seviyede geçmediği saptanmıştır. Buna karşın 40 °C, 36 °C, 32 °C ve oda sıcaklığı uygulamaları arasında sırasıyla 3.9, 3.4 ve 3.9 °C sıcaklık farkı oluşmuştur. Kayıt başlangıcında uygulanan suyun buharlaşma hızı sıcaklıkla birlikte artmıştır. Deneme sonunda uygulamalara bağlı olarak saptanan ortalama toprak CO₂ emisyonları 40, 36, 32 ve kontrol uygulamaları için sırasıyla 0.355, 0.432, 0.410 ve 0.380 g m⁻² h⁻¹ olarak belirlenirken ortalama değerlere göre sadece 40 ve 36 uygulaması arasında $P=0.05$ önem düzeyinde fark bulunmuştur. H₂O emisyonları 40, 36, 32 ve kontrol uygulamaları için sırasıyla 19.7, 18.9, 15.5 ve 13.2 g m⁻² h⁻¹ bulunmuş ve aralarındaki farkın önemli ($P=0.05$) olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CO₂ emisyonu, toprak nemi, toprak sıcaklığı, küresel ısınma

Effect of Different Soil Temperatures on CO₂ Formation of Soil at Field Capacity

Abstract: In this study, a pot experiment was carried out in order to determine the changes in CO₂ emission at different temperatures of soil that irrigated at the beginning of the experiment until it reaches 60% of the saturation. In the experiment, the temperatures of the system in which the pots were placed (applications) were fixed at 40, 36 and 32 °C, and control pots at room temperature were also included in the experiment. Equal humidity conditions were ensured by adding the water as much as evaporated to the pots before each measurement (recording). Changes in soil temperature, soil moisture, CO₂ emission and evaporation depending on time were monitored by taking daily records from the beginning to the 9th day of experiment. Result revealed that there were differences between the temperatures applied to the environment where the pots are located and the soil temperature, and the applied temperature did not reach the soil at the same level. On the other hand, temperature difference of 3.9, 3.4 and 3.9 °C between 40 °C, 36 °C, 32 °C and room temperature was achieved, respectively. The evaporation rate of the applied water was increased with increasing temperature. At the end of the experiment, the mean CO₂ emissions were determined as 0.355, 0.432, 0.410 and 0.380 g m⁻² h⁻¹ for 40, 36, 32 °C and control applications, respectively. The only significant difference ($P=0.05$) by means of averages observed between 40 and 36 °C applications. H₂O emissions found to be 19.7, 18.9, 15.5 and 13.2 g m⁻² h⁻¹ for 40, 36, 32 °C and control applications, respectively and the differences among applications were significant ($P=0.05$).

Keywords: CO₂ emission, soil moisture, soil temperature, , global warming

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
alicoskan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 05/10/2021
Kabul (Accepted): 27/10/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
Isparta, Türkiye.

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Tarım sektörü küresel iklim değişikliği üzerinde etkili olan sera gazı emisyonlarının kaynaklarından biridir. Tarımsal üretim etkinliklerinde sektör olarak üretilen sera gazları payının toplam sektörler içindeki oranının yaklaşık olarak %10'luk bir değere sahip olduğu bildirilmiştir (EPA, 2019). Tarım sektöründe iklim değişikliğine neden olan CO₂, NH₄ ve N₂O gazları, esas olarak toprak işleme, gübre depolama, hayvansal üretim, kimyasal gübreleme ve çeltik yetiştiriciliği gibi etkinliklerde üretilmektedir. Bu gazlar içerisinde CO₂ gazı üretiminin genel toplam içerisindeki oranının %80 'lik bir paya sahip olduğu bildirilmektedir (EPA, 2019). Bu alanlardan biri olan ve tohum yatağı hazırlığı için toprak işleme çalışmaları sırasında da önemli oranda CO₂ emisyonu gerçekleşmektedir. Toprakta CO₂ emisyonu üzerine birçok faktör etkili olmaktadır. Bunlar; toprak işleme yöntemleri, toprak organik madde içeriği, toprak nemi, toprak sıcaklığı, yersel ve zamansal farklılıklar ile iklimsel farklılıklardır (Akbolat ve Coşkan, 2020; Yerli ve ark., 2019; Akbolat ve ark., 2009; Shresta ve Penrose, 2009; Johnson ve ark., 2007; Davidson ve ark., 1998). Toprak sıcaklığı ve toprak nemi toprak solunumunu etkileyen en önemli faktörlerdendir. Yüksek sıcaklık toprak havasının CO₂ içeriğini etkileyerek mikroorganizma aktivitesini artırır ve bunun sonucunda toprakta daha fazla CO₂ üretilir (Allison ve ark., 2010). Toprak sıcaklığı, toprak fizyokimyasal ve biyolojik süreçlerini yönetir ve ayrıca toprak ve atmosfer arasındaki gaz alışverişini ve buna ilişkin küresel süreçleri de etkiler (Onwuka, 2016; Lehnert, 2013). Çoğu toprak mikroorganizmaları çalışmaları için sıcaklığa gereksinim duyarlar ve bu sıcaklık 10-35.6 °C arasında en uygun değerlerdir (Davidson ve ark., 2006). Yapılan bir çalışmada, hava sıcaklığı değişiminin 20 cm toprak derinliğindeki toprak sıcaklığını 24 saatlik periyot içinde değiştirmede, fakat toprak CO₂ emisyonunun gün içinde hava sıcaklığı değişimine paralel bir seyir izlediği bildirilmiştir (Akbolat ve ark., 2018).

Toprak solunumuna toprak nemi, toprak sıcaklığı (Evans ve Burke, 2013; Rastogi ve ark., 2002), toprak vejetatif varlığı (Lee ve ark., 2009; Rastogi ve ark., 2002), toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri (Haddaway ve ark., 2016) gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Sainju ve ark. (2008), CO₂ salınımı ve toprak sıcaklığı arasında pozitif lineer bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Rastogi ve ark. (2002), toprak sıcaklığında 1°C'lik artış ile topraktan CO₂ emisyonunun %10 oranında artış gösterdiğini bildirmiştir. Karbondioksit emisyonunun sıcaklıkla

sürekli bir artış gösterdiğini belirten bazı araştırmacılar (Sainju ve ark., 2008; Jabro ve ark., 2008) 'ın bu bildirişlerine karşın, Mariko ve ark. (2007) ise mikroorganizma aktivitesinin bazı sıcaklıklar arasında daha etkin olduğunu ve karbondioksit emisyonu ile sıcaklık arasında her zaman doğrusal bir ilişkinin olmadığını bildirmişlerdir. Chapman ve Thurlow (1996), kuru ve sululu tarım koşullarında aylara göre topraktan CO₂ emisyonunun değişiklik gösterdiğini ve sıcak geçen aylarda CO₂ emisyonunun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, toprak sıcaklığının CO₂ emisyonunda önemli bir etken olduğunu ve 30 °C'lik sıcaklığa kadar CO₂ emisyonunun sürekli artış gösterdiğini, 30 °C'den sonra ise mikroorganizma aktivitesinin sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenmesinden dolayı topraktan CO₂ emisyonunun azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir (Yerli ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı toprak sıcaklığının, sabit toprak nemi ve kontrollü toprak sıcaklığı düzeneği kullanılarak saksı denemesi ile laboratuvar koşullarında toprak karbondioksit emisyonu üzerine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

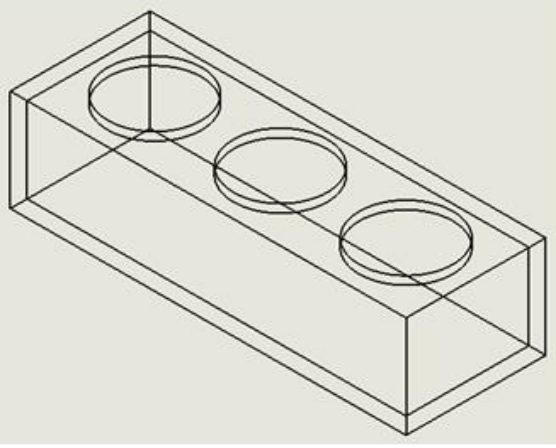
Deneme toprağının bazı temel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre deneme toprağı orta bünyeli, hafif alkalin, hafif tuzlu, çok fazla kireçli ve düşük organik maddeli olarak sınıflanmaktadır. Besin elementlerinden potasyum, magnezyum çinko ve bakır içerikleri yeterli bulunurken, kalsiyum, demir ve mangan içerikleri fazladır (Alpaslan ve ark., 1998).

Bünye, pH ve EC, kireç, organik madde ve besin elementleri analizleri sırasıyla Bouycous (1951), U.S. Salinity Laboratory Staff (1954), Çağlar (1949), Kacar ve İnal (2010) tarafınsan esasları verilen yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Saksıların konulduğu atmosferi oluşturan sisteme ait çizime Şekil 1'de yer verilmiştir. Sistem 85 x 30 x 22 cm boyutlarında sunta malzemedem imal edilmiş, saksıların askıda kalacakları şekilde yerleştirildiği yerler CNC ile 8 numaralı saksının tam oturacağı şekilde oyulmuştur. Sistemi ısıtmak amacıyla, taban kısmına 60 W gücünde Rexva Xica 25x80 karbon ısıtıcı film konulmuştur. Isıtma düzeneği W1209 dijital termostat (kuluçka, kümes, akvaryum termometresi) ile kontrol edilerek 40, 36 ve 32 °C sıcaklıklar elde edilmeye çalışılmıştır. Sıcaklıklar IPCC

Tablo 1. Deneme toprağının bazı temel özellikleri

Tekstür		pH (1:2.5)	EC (1:2.5; dS m ⁻¹)		Kireç (%)	Organik madde (%)	
Siltli tın		7.7	0.248		27	1.76	
mg kg ⁻¹							
P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
12.2	936	18161	1413	18.4	4.1	45.6	5.06



Şekil 1. Ölçümde kullanılan sistem (soldan sağa, ölçüm kasası, Rexva Xica karbon ısıtıcı, W1209 termostat)

projeksiyonları ile ortaya konan 1.3 – 1.8 °C sıcaklık artışı öngörüsü (Meehl ve ark., 2007) değerlerinin yaklaşık 2.5 katı olan 4 derece farkın katları şeklinde seçilmiştir.

Denemede yaklaşık 21 cm derinliğindeki 8 numara saksılara, 4 mm'lik elekten elenmiş 4500 gram toprak konularak, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemenin kurulmasından hemen sonra topraklara nem verilmeden önce ölçüme başlanmış, bundan sonra nem içeriği ayarlanmış ve belirli aralıklarla ölçümler tekrarlanmıştır. Denemede 192 saat sonra ölçümler tamamlanmış ve deneme sonlandırılmıştır. Denemenin nem içeriğinin belirlenmesinde bozulmuş toprak örneklerinin doygunluğa gelmesi için gerekli su miktarının yaklaşık yarısının tarla kapasitesi olduğu kabul edilmiş ve bu hesap uyarınca tüm saksılar eşit miktarda sulanmıştır. Ölçüm günlerinde ölçüme başlamadan hemen önce saksılar tartılarak, başlangıç nem içeriklerine getirilmişlerdir. Deneme devam ederken 71 saat sonra yapılan ölçümün hemen ardından sistemin ısıtıcıları kapatılmış ve tüm saksıların oda sıcaklığına kadar soğumalarına izin verilmiştir. Bu sayede sürekli sıcak olma durumu ile ısınıp soğuma süreçlerinin etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu uygulama sonucunda 96. ve 120. saatlerde tüm uygulamalarda sıcaklık dereceleri oda sıcaklığına kadar düşmüştür. Bundan sonra 120. saat ölçümleri yapıldıktan hemen sonra ısıtıcılar tekrar devreye alınmış ve ölçümlere bu şekilde devam edilmiştir. Belirlenen sıcaklıklar arasındaki farklar tüm ölçüm dönemi boyunca korunmuş, hiçbir saksının sıcaklığı diğer sıcaklık değerlerinin uygulandığı saksının eğrisi ile kesişmemiş ve paralellik devam etmiştir. Sistemin kapatılıp, sıcaklıkların oda sıcaklığına düşmesine izin verilen 96. ve 120. saatlerde yapılan ölçümler ortalamalara dahil edilmemiştir.

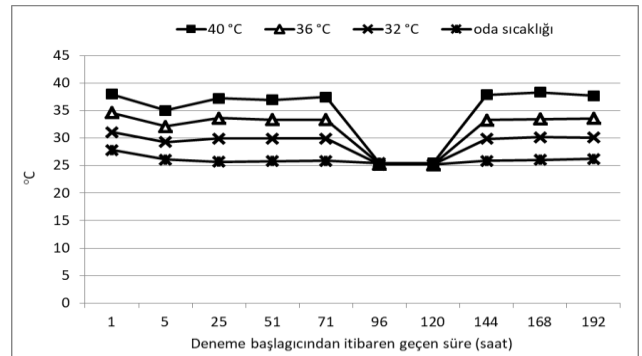
CO₂ ölçümleri PP Systems, Hitchin, UK tarafından geliştirilen Soil CO₂ flux system yardımıyla belirlenmiştir (Akbolat ve ark, 2009). Sistemde dahili CO₂ analizörü, toprak buharlaşma probu, CFX-2 solunum odası ve sıcaklık

probu bulunmaktadır. Saksıların su içeriğindeki değişim saksıların tartılması ile belirlenmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar Minitab paket programı ile Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p < 0.05$) gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ölçülen sıcaklık değerleri

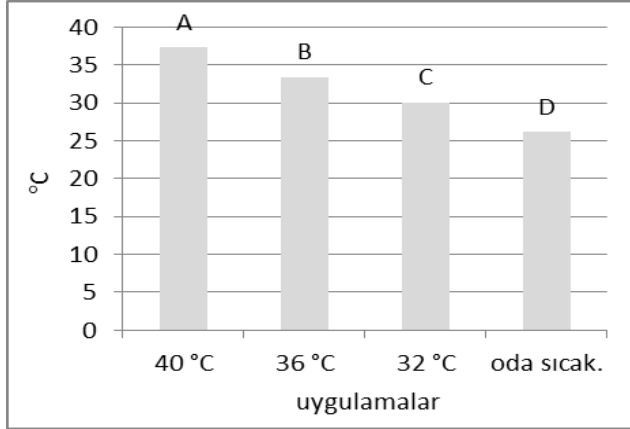
Araştırmada saksılar, sabit sıcaklıktaki atmosfer içerisine yerleştirilmiş, sadece üstü açıkta kalacak şekilde inkübe edilmiştir. Saksıların etrafındaki sıcak havanın saksı toprağının sıcaklığını ne kadar etkilediğini belirlemek için her ölçüm gününde kayıt altına alınan toprak sıcaklığı değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Aynı şekilde bu değerlerin ortalamaları, istatistiksel analizi ile birlikte Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 2. Ölçülen toprak sıcaklığı değerleri (°C)

Şekil 3'te yer alan değerler incelendiğinde ısıtıcı sistemin ayar değerlerine kıyasla ölçülen gerçek değerlerin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu itibarla 40 °C'ye ayarlanan saksıda, sistemin kapatıldığı saatler dışında yapılan ölçümlerin ortalaması 37.3 °C bulunurken, 36 °C'ye ayarlanan saksıda 33.4 °C ve 32 °C dereceye ayarlanan saksıda ise 30.0 °C değerleri belirlenmiştir. Oda sıcaklığına bırakılan saksıda belirlenen ortalama sıcaklık değeri ise

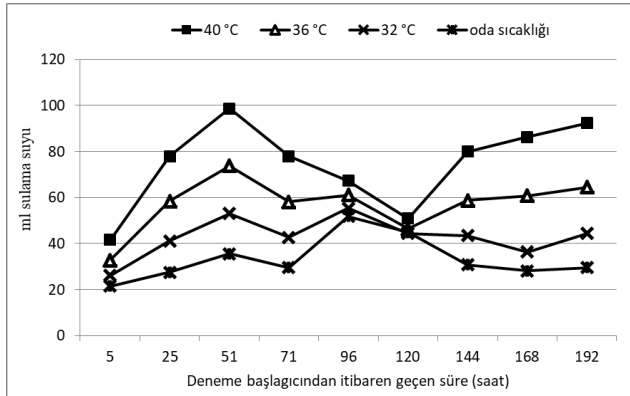
26.2 °C olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, 40, 36, 32 °C'ye kadar ısıtılmış ve oda sıcaklığına bırakılmış saksıların gerçek ölçülen değerleri arasında sırasıyla 2.7, 2.6 ve 3.0 °C derece sıcaklık farkları oluşmuştur.



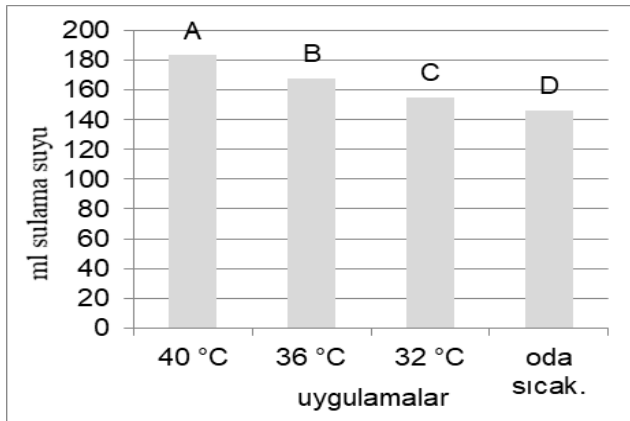
Şekil 3. Ortalama toprak sıcaklığı değerleri (sistemin kapalı olduğu ölçümler dahil edilmemiştir)

3.2. Sulama suyu miktarları

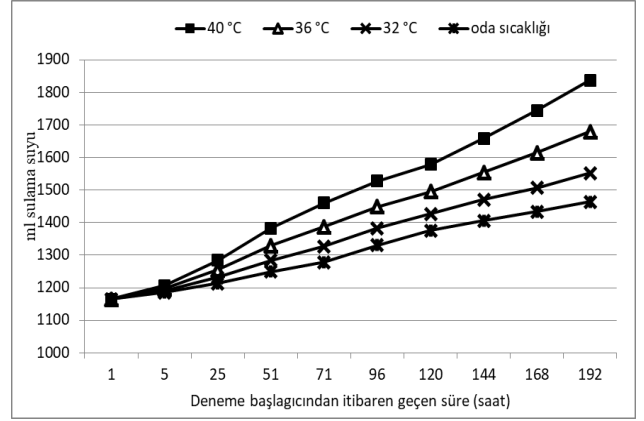
Deneme boyunca her ölçüm öncesi, saksıları başlangıç nem içeriğine getirmek için harcanan su miktarı ve ortalama değerleri ile her bir saksıya verilen ortalama sulama suyu miktarları sırasıyla Şekil 4 ve 5'te, birikimli su miktarları ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4. Ölçüm öncesi saksılara verilen su miktarları (ml)



Şekil 5. Ortalama saksılara verilen su miktarları



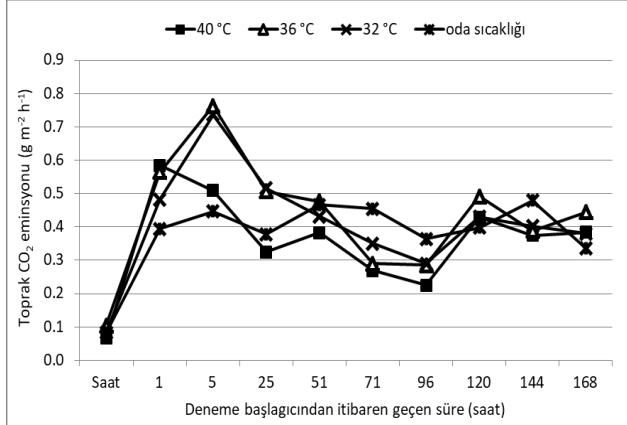
Şekil 6. Ölçüm öncesi saksılara verilen birikimli su miktarları (ml)

Ölçüm öncesi saksılara verilen su miktarı değerleri sıcaklığa bağlı (uygulamalar) olarak belirgin ($P<0.05$) biçimde artmıştır. Sıcaklığın buharlaşmayı artırıcı etkisi beklen bir durum olmakla beraber, sıcaklığın artması ile bu boyutta yüksek su ihtiyacının ortaya çıkması dikkat çekicidir. Ölçümün 96. ve 120. saatlerinde sıcaklık değerlerinin hemen hemen yakın duruma gelmiş (Şekil 2) olmasına rağmen uygulamalar arasında hala buharlaşma farkı olması, toprak ısınma soğuma sürecine uğrasa bile, önceki yüksek sıcaklıkların buharlaşmayı artırabileceğini ortaya koymaktadır. Denemenin 192. saatinde belirlenen değerlere bakıldığında 32, 36 ve 40 °C uygulamalarında oda sıcaklığına kıyasla 1.5, 2.2 ve 3.1 kat daha fazla su verildiği belirlenmiştir. Bu belirgin farklar, saksılara verilen sulama suyu ortalama değerlerine de yansımış, uygulamalar arasında istatistiki farklar belirlenmiştir ($P<0.05$; Şekil 5). Bu değerlere bağlı olarak birikimli sulama suyu miktarları, arasındaki farklar açıkça görülecek biçimde artmıştır (Şekil 6).

3.3. Karbondioksit (CO₂) emisyonu

Toprağın ölçülen CO₂ emisyonu değerleri ile bu değerlerin ortalamaları sırasıyla Şekil 7 ve 8'de verilmiştir. Şekil 7'de görüldüğü üzere toprağın ilk kez sulanmasının ardından CO₂ emisyonları belirgin biçimde artmaya başlamıştır. Denemede 5. saatte yapılan ölçümde CO₂ değerleri pik yapmış bundan sonra ise azalmaya başlamıştır. Sıcaklık uygulamalarında belirlenen CO₂ emisyonu değerleri, oda sıcaklığında belirlenen değerlerin de altına düşmüştür. Bu durumun toprakta var olan kolay parçalanabilir organik bileşiklerin yeterli nem ve sıcaklık uygulaması ile daha hızlı tükenmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle kontrol uygulaması olan oda sıcaklığında daha düzenli bir ayrışma meydana gelirken, sıcaklık uygulamalarında parçalanma daha hızlı olmuş ve substrat daha hızlı azaldığı için emisyon değerleri düşme eğilimine girmiştir. Diğer yandan ölçümün 96. ve 120. saatlerinde sistemin kapatılıp, saksılardaki toprağın oda sıcaklığına düşmesi beklendiği halde CO₂ emisyonları yönünden uygulamalar arasındaki farkların devam ettiği gözlenmiştir. Yeniden sıcaklık uygulamasına başlandığında da bu durum devam etmiş,

nihayet denemenin son ölçüm gününde 36 °C sıcaklık uygulamasında diğerlerinden daha yüksek CO₂ emisyonu değerleri gözlenmiştir.

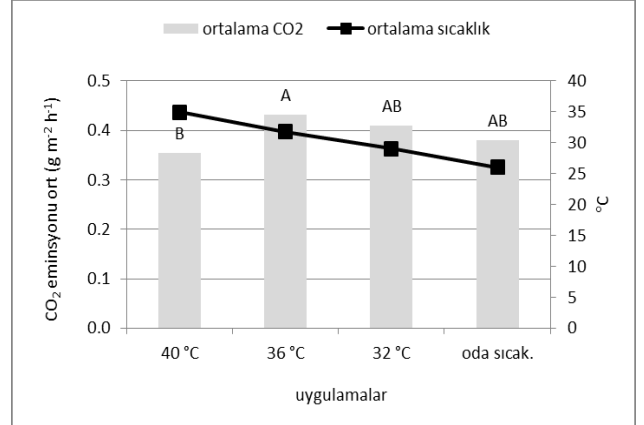


Şekil 7. Toprağın uygulamalara bağlı CO₂ emisyonu değerleri (g m⁻² h⁻¹)

Ortalama sıcaklık değerleri yönünden uygulamalar incelendiğinde (Şekil 8) en yüksek CO₂ emisyonunun son ölçüm gününde de belirlendiği üzere en yüksek sıcaklık uygulaması olan 40 °C yerine 36 °C uygulamasında olduğu görülmüştür. Bu sonuç Allison (2010) tarafından bildirilen, artan sıcaklığın mikroorganizma aktivitesi ve buna bağlı olarak CO₂ emisyonunu artıracağı bildirişi ile kısmen uyumsuz olurken, Chapman ve Thurlow (1996) tarafından bildirilen 30 °C sıcaklıktan itibaren CO₂ emisyonunda azalma olacağı beklentisi ile uyumludur. Bu durum büyük olasılıkla mezofilik mikroorganizmalar için optimum sıcaklığın üst sınırına yaklaşılmaması nedeniyle mikroorganizmaların faaliyetlerinin azalması ile açıklanabilir. Bu görüşü destekler nitelikte Davidson ve ark. (2006) mikroorganizmalar için en uygun sıcaklık değer aralığının 10 ila 35.6 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumda küresel ısınmanın bir sonucu olarak toprak sıcaklığının belirli bir dereceye kadar artmasının CO₂ emisyonunu artıracağı, ancak daha fazla artışlarda, toprakta yeterli nem olsa bile bu durumun tersine dönerek emisyonda azalmaya neden olacağı düşünülmektedir. Diğer yandan yüksek sıcaklığın kurumayı hızlandırması (Akbolat ve Coşkan, 2020), doğal ekosistemde bu derece suyun var olmayacağı da bir arada değerlendirildiğinde, küresel ısınmanın tarımsal kaynaklı CO₂ emisyonlarına olan etkisinin sınırlı kalabileceği şeklinde bir çıkarım yapılabilir. Önceki çalışmalarda belirtilen sıcaklık aralıkları ile bu çalışmada belirlenen emisyon değerleri bir arada değerlendirildiğinde, her toprak tipinin ve tabii olduğu iklim faktörlerinin emisyon üzerinde farklı etkilere sahip olduğu, toprak sıcaklığı ve neminin yanında bu faktörlerin de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Yürütülen bu çalışma ile yeterli nem varlığında toprak sıcaklığının 32 derece sıcaklığa kadar her bir derece artışında CO₂ emisyonunda yaklaşık %3.1 oranında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonuç, Rastogi ve ark.

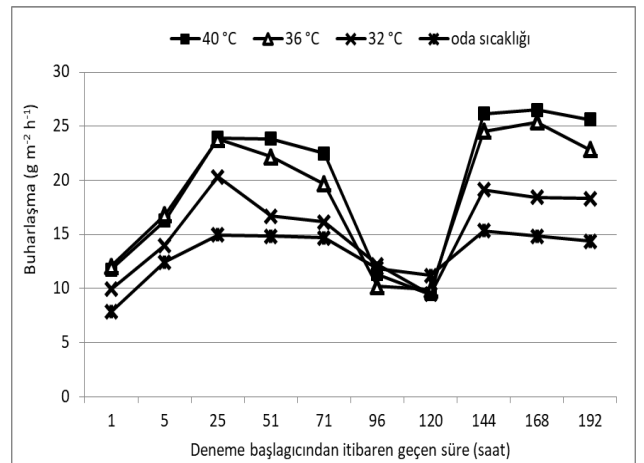
(2002) tarafından bildirilen, 1 °C sıcaklık artışının topraktan CO₂ salınımını %10 artıracak şekildeki bulgusunun altında kalmıştır (Şekil 8).



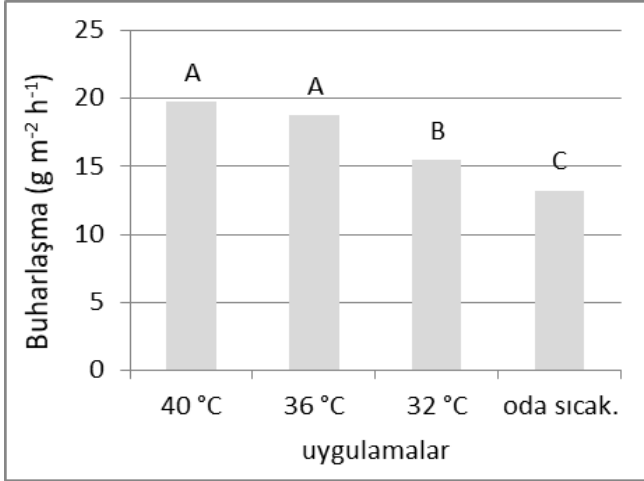
Şekil 8. Ortalama CO₂ emisyonu ve ortalama sıcaklık değerleri

3.4. Buharlaşma (H₂O emisyonu)

Denemede CO₂ emisyonunun belirlenmesinde kullanılan cihaz tarafından ölçülen ve genellikle CO₂ emisyonu ile paralellik gösteren buharlaşma (H₂O emisyonu) değerleri Şekil 9'da, bu değerlerin ortalamaları ise Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 9'da görüldüğü üzere sıcaklık uygulamaları ile buharlaşma arasında belirgin bir ilişki vardır. Ancak 40 °C sıcaklık uygulaması ile 36 °C arasındaki buharlaşma farkları nispeten birbirine yakın olmuştur. Bu durum ortalama değerlere de yansımış, bu iki uygulama arasında belirlenen buharlaşma değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu iki uygulama, oda sıcaklığı ve 32 °C uygulamasından daha fazla buharlaşmaya neden olmuştur. Sistemin kapatılarak soğumanın gerçekleştiği 96. ve 120. saatlerin öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, yeniden ısınmanın buharlaşmayı hızla artırdığını göstermiştir. Buharlaşma, 40 °C sürekli yüksek sıcaklık uygulamasında dahi 25. saatten sonra azalmaya başlarken, yeniden ısıtıcılar çalıştırıldıktan sonraki dönemde, ısıtıcıların kapatıldığı dönemden önceki en yüksek değerden de yukarıya çıkmıştır.



Şekil 9. Toprağın H₂O emisyonu değerleri (g m⁻² h⁻¹)



Şekil 10. Toprağın ortalama H₂O emisyonu değerleri

4. Sonuç

Bu araştırma, Akbolat ve Coşkan (2020) tarafından yürütülen, farklı sıcaklıkların giderek azalan toprak nemi koşullarında CO₂ emisyonunda meydana gelen azalmanın, toprak neminin tamamlanması durumunda nasıl değişeceğini belirlemek için yürütülmüştür. Araştırmacılar tarafından yürütülen önceki denemede, bu denemede de ölçüldüğü üzere toprak nemi artan sıcaklığa bağlı olarak hızla azalmış, buna bağlı olarak da CO₂ emisyonu belirgin bir hızla azalmıştır. Bu denemede ise buharlaşan su sürekli olarak ilave edildiğinde CO₂ emisyonundaki azalma diğer denemede olduğu kadar azalmamıştır. Bu araştırmadan elde edilen en önemli sonuç, toprak sıcaklığındaki artışla birlikte CO₂ emisyonunun belirli bir sıcaklığa kadar artması ve daha sonra ise azalmasıdır. Bu durumu, toprak mikroorganizmalarının optimum sıcaklık istekleri ile ilişkilendirmek olasıdır. Buharlaşma değerleri, toprağın ısınıp soğuması ile sürekli aynı sıcaklıkta kalmasına oranla daha fazla nem kaybı meydana geleceğini göstermiştir. Açık alanda toprağın sürekli ısıtılıp soğutulması olası olmadığından, en azından sulama suyunu kullanarak toprak sıcaklığının çok fazla yükselmesini önlemek çözüm olarak sunulabilir. Toprak sıcaklığının artması, topraktan su kaybını çok belirgin biçimde artırmaktadır. Küresel ısınma dolayısıyla artan hava sıcaklığı, daha fazla nemin atmosfere taşınımına neden olmakta, buna bağlı olarak da su kaynaklarında azalma gerçekleşmektedir. Topraktan kaybolan nem miktarı ile azalan su kaynakları dikkate alındığında, güneşin toprağa ulaşmasını daha fazla önleyecek ancak sulama ihtiyacı daha düşük olacak bitkilerin özellikle yaz üretim sezonundaki üretim desenine dahil edilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Abd-El Moneim AM (1993). Agronomic potential of three
Akbolat D, Ekinci K, Bozkurt YE, Kumbul BS (2018).
The influence of soil and air temperature on soil

carbon dioxide emission in farmland. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1): 89-94.

Akbolat D, Evrendilek F, Coşkan A, Ekinci K (2009). Quantifying soil respiration in response to shortterm tillage practices: a case study in southern Turkey. Acta Agriculturae Scandinavica Section B– Soil and Plant Science, 59: 50-56.

Akbolat, D, Coşkan A (2020). Farklı toprak sıcaklıkları ile azalan toprak nem içeriğinin CO₂ üretimine etkisi. Journal of the Faculty of Agriculture, 15(2); 192-198.

Allison, D, Wallenstein MD. and Bradford MA (2010). Soil carbon response to warming dependent on microbial physiology. Nature Geoscience, 3: 336-340.

Alpaslan M, Güneş A, İnal A (1998). Deneme tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Bouyoucos GJ, (1951). A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.

Chapman SJ, Thurlow M (1996). The influence of climate on CO₂ and CH₄ emissions from organic soils. Agricultural Forest Meteorology, 79: 205-217.

Çağlar KÖ (1949). Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ankara.

Davidson E, Belk E, Boone RD (1998). Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. Global Change Biology, 4: 217-227.

Davidson EA, Janssens IA, Luo Y (2006). On the variability of respiration in terrestrial ecosystems: moving beyond Q₁₀. Global Change Biology, 12(2): 154-164.

EPA (2019). <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>. (erişim tarihi: 23 Eylül 2021).

Evans SE, Burke IC (2013). Carbon and nitrogen decoupling under an 11-year drought in the shortgrass steppe. Ecosystems, 16: 20-33.

Haddaway N R, Hedlund K, Jackson LE, Katterer T, Lugato E, Thomsen IK, Jorgensen HB, Isberg PE. (2016). How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. Environmental Evidence, 5(1): 1-8.

Jabro JD, Sainju U, Stevens WB, Evans RG (2008). Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual

- crops. *Journal of Environmental Management*, 88(4): 1478-1484.
- Johnson JMF, Franzluebbers AJ, Weyers SL, Reicosky DC (2007). Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. *Environmental Pollution*, 150: 107-127.
- Lee J, Hopmans JW, Van-Kessel C, King AP, Evatt KJ, Louie D, Rolston DE, Six J (2009). Tillage and seasonal emissions of CO₂, N₂O and NO across a seed bed and at the field scale in a Mediterranean climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(4): 378-390.
- Lehnert M (2013). The soil temperature regime in the urban and suburban landscapes of Olomouc, Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 21(3): 27-36.
- Mariko S, Urano T, Asanuma J (2007). Effects of irrigation on CO₂ and CH₄ fluxes from Mongolian steppe soil. *Journal of Hydrology*, 333(1): 118-123.
- Meehl GA, Stocker TF, Collins WD, Friedlingstein P, Gaye AT, Gregory JM, Kitoh A, Knutti R, Murphy JM, Noda A, Raper SCB, Watterson IG, Weaver AJ, Zhao ZC. (2007). Global climate projections. Chapter 10, pp. 748-845, United Kingdom.
- Onwuka BM (2016). Effects of soil temperature on Some Soil properties and plant growth. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 6(3): 89-93.
- Rastogi M, Singh S, Pathak H (2002). Emission of carbon dioxide from soil. *Current science*, 82(5): 510-517.
- Sainju UM, Jabro JD, Stevens WB (2008). Soil carbon dioxide emission and carbon content as affected by irrigation, tillage, cropping system, and nitrogen fertilization. *Journal of Environmental Quality*, 37(1): 98-106.
- Shrestha RK, Lal R, Penrose C (2009). Greenhouse gas emissions and global warming potential of reclaimed forest and grassland soils. *Journal of Environmental Quality*, 38: 426-436.
- U.S. Salinity Laboratory Staff (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*, USDA No: 6.
- Yerli C, Şahin Ü, Çakmakçı T, Tüfenkçi Ş (2019). Effects of agricultural applications on CO₂ emission and ways to reduce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9): 1446-1456.

Yüzey Altı Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Silajlık Mısırdaki (*Zea mays L.*) Kısıtlı Su Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri

Fatoş Güllü ÇELEBİ¹, Mevlüt TÜRK*¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 207-213, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 207-213, 2021

Özet: Bu araştırma, kısıtlı su uygulamalarının silajlık mısırdaki verim ve kalite parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2017 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Çalışmada silajlık mısırdaki altı farklı sulama konusu (I₁₅₀, I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅, I₅₀ ve I₂₅) uygulanmıştır. Sulama uygulamaları yüzey altı damla sulama sistemi kullanılarak yapılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, sap oranı, yaprak oranı, koçan oranı, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF oranları belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, kısıtlı sulama uygulamalarının incelenen tüm özellikler üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre uygulanan su miktarı arttıkça bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, sap oranı, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein verimi, ADF, NDF oranları artarken, koçan oranı ve ham protein oranında azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak altı damla sulama, silajlık mısır, kısıtlı su uygulaması, verim

The Effects of Deficit Irrigations on Yield and Quality of Silage Corn (*Zea mays L.*) Irrigated with The Subsurface Drip Irrigation Method

Abstract: This study was conducted to determine the effects of deficit irrigations on yield and quality parameters of the silage corn at Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agricultural, Education, Research and Application Farm in 2017. In this research, six different irrigation subjects (I₁₅₀, I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅, I₅₀ and I₂₅) were applied to silage corn. Irrigation applications were made using subsurface drip irrigation system. The experiment was conducted with 3 replications according to randomized block design. Plant height, stalk thickness, first cob height, cob length, stalk ratio, leaf ratio, cob ratio, green yield, hay yield, crude protein ratio, crude protein yield, ADF and NDF ratios were determined in this research. According to the analysis of variance, the effect of deficit irrigation application on all investigated features except leaf ratio were statistically significant. According to results, as the amount of water applied increased, plant height, stalk thickness, first cob height, cob length, stalk ratio, green yield, hay yield, crude protein yield, ADF and NDF ratios increased, cob ratio and crude protein ratio decreased.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
mevlutturk@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 04/10/2021
Kabul (Accepted): 15/11/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

Keywords: Subsurface drip irrigation, silage corn, deficit irrigations, yield

1. Giriş

Mısır, ülkemizde buğday ve arpadan sonra en çok üretilen tahıldır. Türkiye'de 2019 yılında 640 bin ha alanda 6 milyon ton tane mısır, 507 bin ha alanda 26 milyon ton silajlık mısır üretimi gerçekleştirilmiştir (TUIK, 2019). Mısır tarımının yapılabilmesi için yıllık yağışın ortalama 600-

1200 mm kadar olması gerekmektedir. Ülkemizde yıllık yağış miktarının ortalama 500-600 mm olduğu yerlerde dahi mısır yetiştirilebilmektedir. Ancak, böyle alanlarda sulama yoluyla yağış açığı giderilmelidir. Ayrıca mısır bitkisinin yetişme dönemi boyunca istediği su miktarı diğer tahıllardan farklıdır. Yağışların aralıklı olması ve önemli bir kısmının olgunlaşma devresinde olması

gerekmektedir. Bu nedenle yaz yağışları mısır yetiştiriciliğinde büyük önem taşımaktadır (Şahin, 2001). Bitkisel üretimde, yetiştirme periyodu boyunca kök bölgesinde yeterli seviyede nemin bulunması bitki gelişimi, verimi ve ürün kalitesi açısından önemlidir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretim sezonu boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmakta ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama ile tamamlanmaktadır. Türkiye'nin büyük bir bölümünde kurak ve yarı kurak iklim hakim olduğundan, sulama, bitkisel üretim için oldukça önemlidir (Şahin ve ark., 2010; Kara, 2005).

Sulama suyunun bitki kök bölgesine en etkin şekilde uygulanmasını sağlayan yöntem damla sulama yöntemi ve bunun farklı uygulamalarıdır. Temelde damla sulama yönteminin bir uygulaması olarak değerlendirilen toprak altı damla sulama yöntemi, sulama suyunun toprak altına, genellikle toprak üstü damla sulama yöntemi ile debisi aynı olan damlaticılar aracılığıyla uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Camp ve ark., 2000). Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 20 yıldır kullanılan toprak altı damla sulama yöntemi, son dönemlerde Türkiye'de çok yıllık bitkilerde ve sıraya ekilen tarla bitkilerinin sulanmasında yaygınlaşmaya başlamıştır. Birim alana maliyetinin yüksek olması ve damlaticıların tıkanması gibi bazı olumsuz yönlerinin yanında, özellikle sulamadan sonra toprak yüzeyinden olan evaporasyonu azaltması ve yabancı ot gelişiminin azalması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Camp ve ark., 2000; Uçar ve ark., 2020).

Bütün diğer sulama yöntemlerinde olduğu gibi, Türkiye için yeni bir sulama yöntemi olan bu yöntem ile sulanan bitkilerdeki su-verim ilişkilerinin araştırılması gerekir. Bu ilişkilerin araştırılması ise yapılacak tarla denemeleri ile mümkündür. Bu durum özellikle suya karşı duyarlılığı daha önceki araştırmalarla belirlenmiş olan mısır gibi bitkilerde daha da önem kazanmaktadır. Bu çalışmada silajlık mısırdaki su verim ilişkileri gözlemlenmiş, farklı su düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu araştırma, 2017 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Bu çalışmada, bitki materyali olarak özel sektörden temin edilen Kolosseus çeşidi kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü döneme (mayıs-eylül) ait iklim verilerine göre, sıcaklık ortalaması 21.0 °C ile uzun yıllar ortalamasının (20.2 °C) üzerinde, nispi nem %52.3 ile uzun yıllar ortalamasının (%52.5) altında, yağış toplamı ise 219.6 mm ile uzun yıllar ortalamasının (127 mm) üzerinde olmuştur. Denemenin kurulduğu arazinin toprakları,

FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre calcaric fulvisol olarak sınıflandırılmıştır (Şenol ve ark., 2020). ISUBÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait laboratuvarında yapılan toprak analizi sonuçlarına göre deneme alanı toprağının tınlı, hafif alkali, elverişli fosfor ve potasyum yönünden az, organik madde bakımından ise yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada 6 farklı sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Parseller 6×15 m boyutlarında oluşturulmuştur. Her parselde 75 cm aralıklı 8 sıra olacak şekilde ve parseller ve bloklar arasında su geçişlerinin önlenmesi açısından 2'şer m boşluk bırakılmıştır. Denemedeki toplam parsel sayısı 18, parsel alanı 90 m², toplam deneme alanı 2254 m² olmuştur.

Çalışmada 6 farklı sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Sulama konularının oluşturulmasında deneme yakınlarında bulunan ve tarımsal amaçlı olarak kullanılan meteoroloji istasyonundan faydalanılmıştır. Meteoroloji istasyonunda Penman-Monteith yöntemine göre günlük hesaplanan kıyas bitki su tüketiminin (ET₀) belirli oranları yedi gün aralıklarla uygulanmıştır. Çalışmadaki sulama konuları aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

- I₁: Hesaplanan ET₀'ün 1.50 katı sulama suyu uygulama,
- I₂: Hesaplanan ET₀'ün 1.25 katı sulama suyu uygulama,
- I₃: Hesaplanan ET₀'ün 1.00 katı sulama suyu uygulama,
- I₄: Hesaplanan ET₀'ün 0.75 katı sulama suyu uygulama,
- I₅: Hesaplanan ET₀'ün 0.50 katı sulama suyu uygulama,
- I₆: Hesaplanan ET₀'ün 0.25 katı sulama suyu uygulama,

Ekim öncesi toprak hazırlığına azami özen gösterilmiştir. Pullukla sürülen toprak rotatiller çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim mayıs ayında, sıra üzeri 15 cm, sıra arası 75 cm olacak şekilde yapılmıştır. Toprak analizleri dikkate alınarak, 20 kg/da azot, 10 kg/da P₂O₅ ve K₂O olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Azotun yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı bitkiler 40-50 cm olduğunda uygulanmış, fosfor ve potasyumun tamamı ekimle birlikte verilmiştir.

İlk sulamalar yağmurlama sulama yöntemi ile yapılmış ve toprak nemi tarla kapasitesine gelinceye kadar uygulanmıştır. Daha sonra denemede planlanan sulama konularına geçilmiştir. Yabancı ot kontrolü için ilk çapa, bitkiler 15-20 cm yüksekliğe ulaştıkları zaman 4 yapraklı dönemde yapılmış olup ikinci çapa bitki boyu 40-50 cm olunca 6-8 yapraklı dönemde yapılmıştır.

Denemede sulama suyu, yüzeysel damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Mevcut toprak altı damla sulama sisteminde damlaticı aralığı ve lateral aralığı 0.75 m'dir. Damlaticı debisi ise 2 l/h'dir. Damlaticıların çeşitli nedenlerle tıkanmasının önlenmesi amacıyla sistemde antisifonlu damlaticılar kullanılmıştır. Damla sulama

sisteminin kontrol biriminde ise elek filtre, gübreleme ünitesi, basınç düzenleyiciler, vantuzlar ve su sayaçları bulunmaktadır.

Denemenin hasadı hamur olum döneminde yapılmıştır. Her parselin yanlarından 1'er sıra, parsel başı ve sonundan da 50'şer cm kenar tesiri olarak ayrılmış olup her parsel için net hasat alanı 63 m² olmuştur. Araştırmada her parselden tesadüfü olarak belirlenen 10 bitkide bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, sap oranı, yaprak oranı ve koçan oranı belirlenmiştir (Sade, 1987). Her parselin hasat alanından biçilen bitkilerin tamamı yaş olarak tartılmış, parselin yeşil ot verimi belirlenmiş ve parselden elde edilen yeşil ot verimi dekara çevrilerek dekara yeşil ot verimi hesaplanmıştır. Her parselden alınan 2 adet tüm bitki yaş olarak tartıldıktan sonra, bitki parçalayıcıda parçalanmış, tamamen paçal yapıldıktan sonra tüm bitkiyi temsil edecek şekilde ve 2 paralel olarak 500 g'lık örnekler alınmıştır. Örnekler 70 °C'de ağırlığı sabit oluncaya kadar kurutulup tartılarak kuru madde oranı hesaplanmış, bu oran ile yeşil ot veriminin çarpılmasıyla da kuru ot verimi belirlenmiştir. Parsellerden alınan örnekler kurutulup öğütülmüş, Kjeldahl yöntemi kullanılarak azot içerikleri tespit edilmiş ve analiz sonucunda bulunan azot miktarları 6.25 katsayısı ile çarpılarak örneklerin ham protein oranları hesaplanmıştır (Kacar, 1972). Ham protein verimleri her parsel için ham protein oranları ile kuru madde verimleri çarpılarak hesaplanmıştır. ADF ve NDF analizleri Fiber Analyser cihazı yardımıyla ANKOM teknolojisinin bildirdiği esaslara göre yapılmıştır (Ankom, 2017).

Denemeye ait veriler, "Tesadüf Blokları Deneme Deseni" ne göre SAS (1998) bilgisayar programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel analiz sonucunda önemli farklılıklar %5 önemlilik düzeyinde Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toprak altı sulama sistemi ile uygulanan kısıtlı su seviyelerinin silajlık mısırdaki verim ve kalitesi üzerine

etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sulama seviyeleri arasında bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, sap oranı, koçan uzunluğu, yeşil ot verimi, kuru madde verimi, ham protein verimi, ADF ve NDF oranları bakımından istatistiksel olarak %1, koçan oranı ve ham protein oranı bakımından %5 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çalışmada uygulanan su düzeyi arttıkça bitki boyları artmış, en kısa bitki boyu 237.5 cm ile I_{0.25} uygulamasında tespit edilirken, en uzun bitki boyu değerleri I_{1.50} ve I_{1.25} su seviyesi uygulanan parsellerde sırasıyla 311.8 cm ve 306.3 cm olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Mısır bitkisine uygulanan su miktarlarının bitki boyları sonuçları üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmalarda Derviş (1986), Sammis ve ark. (1988), Otegui ve ark. (1995), Gençoğlu (1996), Kang ve ark. (2000), Istanbuluoğlu ve ark. (2002), Kırnak ve ark. (2002), Bozkurt ve ark. (2006), Vural ve Dağdelen (2008), Kızıloğlu (2009), Bulut (2015) ve Baran (2015) sulama seviyesindeki artışların bitki boyunu arttırdığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Ortalama sap kalınlığı değerleri incelendiğinde, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun kısıtlanması sonucu sap kalınlığında azalma görülmüştür. En düşük sap kalınlığı değeri 24.7 mm ile I_{0.25} sulama seviyesi uygulanan parsellerden elde edilirken, en yüksek sap kalınlığı değeri ise 30.2 mm ile I_{1.50} sulama seviyesi uygulanan parsellerde saplanmıştır (Tablo 2). Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, Baran (2015) da yaptığı çalışmada mısırdaki uygulanan su miktarı arttıkça sap kalınlığının arttığını tespit etmiştir.

Sulama seviyeleri karşılaştırıldığında, ortalama ilk koçan yüksekliğinin sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bitki su ihtiyacının %25'inin sağlandığı parsellerde ortalama ilk koçan yüksekliği 95.7 cm olarak belirlenirken, %125 ve %150'sinin uygulandığı parsellerde sırasıyla 122.6 cm ve 118.8 cm olarak elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Silajlık mısırdaki farklı sulama seviyelerinde elde edilen ortalama değerlere ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bitki Boyu	Sap Kalınlığı	İlk Koçan Yüksekliği	Sap Oranı	Yaprak Oranı	Koçan Oranı	Koçan Uzunluğu
Blok	2	53.8	0.04	57.98	0.08	0.24	0.6	0.003
Sulama Seviyesi	5	2429.4**	16.1**	321.92**	15.83**	0.16	13.7*	7.007**
Hata	10	19.24	0.07	5.73	0.26	0.41	0.93	1.38
VK		1.56	0.94	2.15	1.31	1.56	4.74	2.00

Varyasyon Kaynakları	SD	Yeşil Ot verimi	Kuru Madde Verimi	Ham Protein Oranı	Ham Protein Verimi	ADF	NDF
Blok	2	76659.6	9785	0.44	46.65	1.34	1.28
Sulama Seviyesi	5	9486911.8**	338669.3**	0.54*	1296.49**	11.78**	11.88**
Hata	10	15406.8	1989.9	0.18	70.53	1.46	1.60
VK		1.57	2.11	4.97	4.64	3.03	2.35

Tablo 2. Silajlık mısırdaki farklı sulama seviyelerinde elde edilen ortalama bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, sap, yaprak, koçan oranları ve koçan uzunlukları

Sulama Seviyesi	Bitki Boyu (cm)	Sap Kalınlığı (mm)	İlk Koçan Yüksekliği (cm)	Sap Oranı (%)	Yaprak Oranı (%)	Koçan Oranı (%)	Koçan Uzunluğu (cm)
I _{0.25}	237.5 e	24.7 e	95.7 d	35.8 e	41.1	23.1 a	16.3 e
I _{0.50}	263.4 d	25.3 d	103.7 c	37.1 d	40.9	22.0 ab	17.3 d
I _{0.75}	274.9 c	25.5 d	107.2 c	37.8 cd	41.3	20.9 b	18.2 c
I _{1.00}	296.1 b	28.4 c	117.3 b	38.4 c	41.0	20.6 b	19.4 b
I _{1.25}	306.3 a	29.2 b	122.6 a	40.9 b	40.8	18.3 c	19.9 ab
I _{1.50}	311.8 a	30.2 a	118.8 ab	41.8 a	40.6	17.6 c	20.2 a
Lsd	7.98	0.47	4.36	0.92	1.16	1.76	0.68

Ortalama sap, yaprak ve koçan oranlarının verildiği tablo 2 incelendiğinde, sap oranı bakımından en yüksek değer I_{1.50} sulama seviyesi uygulanan parsellerde %41.8 olarak belirlenirken, sulama miktarının azalmasıyla I_{1.50}'den I_{0.25}'e kadar düzenli bir azalma gözlemlenmiş ve en az sap oranı %35.8 ile I_{0.25} uygulanan parsellerde görülmüştür. Yaprak oranı bakımından istatistiksel olarak farklılık görülmemekle birlikte, ortalama değerlerin %40.6 ile 41.3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Koçan oranı ise sap oranının aksine sulama miktarının artmasıyla azalma eğilimi göstermiştir. Ortalama koçan oranı bakımından en yüksek değerler I_{0.25} (%23.1) ve I_{0.50} (%22.0) uygulamalarında, en düşük değer ise I_{1.50} (%17.6) uygulamasında belirlenmiştir. Mısırdaki sap, yaprak ve koçan oranı üzerine sulama uygulamalarının etkisi ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda; Baran (2015) artan su uygulamalarının yaprak ve gövde oranlarını azalttığını, koçan oranını ise arttırdığını, Bulut (2015) artan su miktarlarının mısırdaki sap oranını arttırdığını, İslam ve ark. (2012) artan su uygulamalarının yaprak oranını azalttığını, bitkide gövde oranını önce artırdığı sonra azalttığını, Kızıloğlu (2009) azalan su miktarlarının bitkide gövde oranını, koçan oranını ve yaprak verimini azalttığını, Yan ve ark. (2011) artan su miktarlarının bitkide gövde oranını azalttığını, Phipps ve ark. (2000) ve Keady (2005) artan su miktarlarının koçan oranında artış meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçların bazıları elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik gösterirken, bazıları farklılık göstermektedir. Sonuçlarımızın diğer araştırmacıların bildirdikleri bulgularla tam uyumunun sebepleri, araştırma yerlerinin ekolojik özellikler, kullanılan çeşitler ve uygulama zamanlarındaki farklılıklardır.

Çalışmada, sulama seviyesindeki oransal azalma ile koçan uzunluğu arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit

edilmiştir (Tablo 2). En kısa koçanlar 16.3 cm ile I_{0.25} uygulamasında, en uzun koçanlar ise 20.2 ve 19.9 cm ile I_{1.50} ve I_{1.25} uygulamalarında elde edilmiştir.

Ortalama yeşil ot verimleri incelendiğinde, su kısıtı uygulamasının verimi azalttığı görülmektedir. En yüksek yeşil ot verimi I_{1.50} uygulamasında, en düşük verim ise I_{0.25} uygulamasında belirlenmiştir. Sulama seviyesindeki artış ile birlikte yeşil ot veriminde I_{0.25} seviyesinden I_{1.50} seviyesinde kadar %87.25 oranında bir verim artışı sağlanmıştır (Tablo 3).

Sulama seviyesi ile yeşil ot verimi arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılan birçok çalışmada elde edilen sonuçlar (Bulut, 2015; Kırnak ve ark., 2002; Yazar ve ark., 2002; Kang ve ark., 2000; Sammis ve ark., 1988), yürüttüğümüz çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Ayrıca Stutler ve ark. (1981), Braunwoth ve ark. (1989), Kızıloğlu (2009), İslam ve ark. (2012) ve Baran (2015)'in da yürüttükleri çalışmalarda uygulanan su miktarlarının artmasıyla yeşil ot veriminin arttığı yönündeki sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Ortalama kuru ot verimleri incelendiğinde, yeşil ot veriminde olduğu gibi sulama miktarındaki artışa paralel olarak kuru ot veriminde de artış gözlemlenmiştir. Kıyas bitki su tüketimi yöntemine göre hesaplanan sulama miktarının, %150'si kadar sulanan parsellerde en yüksek kuru madde verimi (2506.8 kg/da) elde edilirken, %25'i kadar sulama yapılan parsellerde ise en düşük verim (1665.9 kg/da) değerleri saptanmıştır (Tablo 3). Sulama seviyesindeki artışla dekardan elde edilen kuru madde veriminde 840.9 kg'lık bir artış belirlenmiştir. Mısır bitkisi özellikle kritik dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz etkilenmekte ve bu durum

Tablo 3. Silajlık mısırdaki farklı sulama seviyelerinde elde edilen ortalama yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF oranları.

Sulama Seviyesi	Yeşil Ot verimi (kg/da)	Kuru Ot Verimi (kg/da)	Ham Protein Oranı (%)	Ham Protein Verimi (kg/da)	ADF (%)	NDF (%)
I _{0.25}	5509.3 f	1665.9 f	9.2 a	159.9 c	37.3 d	51.2 d
I _{0.50}	6302.4 e	1779.9 e	8.9 ab	158.4 c	38.1 cd	51.9 cd
I _{0.75}	7854.1 d	2102.4 d	8.7 ab	182.2 b	39.6 bc	53.6 bc
I _{1.00}	8559.5 c	2282.5 c	8.2 b	187.8 b	40.6 ab	54.3 ab
I _{1.25}	9028.1 b	2377.5 b	8.3 b	197.3 ab	41.5 ab	55.4 ab
I _{1.50}	10316.4 a	2506.8 a	8.2 b	205.6 a	42.5 a	56.6 a
Lsd	225.82	81.2	0.78	15.28	2.2	2.3

verimde azalmalara neden olmaktadır (Kırnak ve ark., 2002; Kang ve ark., 2000). Özellikle su sıkıntısı olan yerlerde, su stresinden en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulamanın kontrolü açısından oldukça önemlidir (Yazar ve ark., 1990). Yıldırım ve Kodal (1998) mısır bitkisinin suya en fazla tepki gösterdiği dönemlerin vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemleri olduğunu, bu dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağını belirtmişlerdir. Sulama seviyesi ile verimi arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılan birçok çalışmanın sonuçları, elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir (Bulut, 2015; Gürbüz ve ark., 2010; Kırnak ve ark., 2002; Yazar ve ark., 2002; Kang ve ark., 2000; Sammis ve ark., 1988).

Toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanan silajlık mısırın ortalama ham protein oranları incelendiğinde, uygulanan su miktarı arttıkça ham protein oranında azalma olduğu görülmektedir (Tablo 3). Ham protein oranı bakımından en yüksek değerler %9.2, %8.9 ve %8.7 ile $I_{0.25}$, $I_{0.50}$ ve $I_{0.75}$ uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük ham protein oranları ise %8.2, %8.3 ve % 8.2 ile sırasıyla $I_{1.00}$, $I_{1.25}$ ve $I_{1.50}$ uygulamalarından elde edilmiştir. Sulamanın mısırdaki ham protein oranı üzerine etkilerini inceleyen İslam ve ark. (2012) ve Pelleschi ve ark. (1997) artan su uygulamalarının mısır bitkisinde ham protein oranını azalttığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir. Baran (2015) ve Bulut (2015) su uygulamaları arasındaki farklılığın ham protein oranı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Yosef ve ark. (2009) ise artan su miktarlarının bitkide ham protein oranını artırdığı yönünde sonuçlara ulaşmıştır. Bu sonuçlar ise çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçla uyuşmamaktadır. Sonuçlarımızın diğer araştırmacıların bildirdikleri bulgularla uyuşmamasının; ekolojik bölgelerin, kullanılan çeşitlerin, hasat dönemi vb. uygulamaların farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ham protein verimi sulama suyunun miktarına bağlı olarak artış göstermiştir (Tablo 3). Kıyas bitki su tüketimi yöntemine göre hesaplanan sulama miktarının, %150'si ve %125'i kadar sulama yapılan parsellerden, dekardan 205.6 kg ve 197.3 kg ile en yüksek ham protein verimi sağlanırken, %25'i ve %50'si kadar sulanan parsellerden, dekardan 159.9 kg ve 158.4 kg ile en düşük ham protein verimi değerleri elde edilmiştir. Ham protein oranında sulama miktarındaki artışla görülen azalma, ham protein veriminde görülmemektedir. Bu farklılık sulama miktarındaki artışın, ham protein oranında %10.9'luk bir azalmaya sebep olurken, birim alandan elde edilen kuru madde miktarında %50.5'lik bir artış göstermesiyle açıklanabilir.

Toprak altı damla sulama sistemi ile sulanan silajlık mısırdaki, uygulanan su miktarı arttıkça ADF oranı artmıştır. En düşük ADF oranları %37.3 ve 38.1 ile $I_{0.25}$ ve $I_{0.50}$

uygulamalarında elde edilirken, en yüksek oranlar %40.6, %41.5 ve %42.5 ile $I_{1.00}$, $I_{1.25}$ ve $I_{1.50}$ uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 3). Su uygulamalarının artmasıyla ADF oranlarının arttığı birçok araştırmacı (Uzun ve ark., 2017; Baran, 2015; Jahansouz ve ark., 2014; Kızıloğlu ve ark., 2009) tarafından da ifade edilmiştir. Farklı sulama seviyelerinin mısır bitkisine etkisi incelendiğinde, ortalama NDF oranının sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek NDF değerleri $I_{1.50}$ (%56.6), $I_{1.25}$ (%54.4) ve $I_{1.00}$ (%54.3) uygulamalarında, en düşük değerler ise $I_{0.25}$ (%51.2) ve $I_{0.50}$ (%51.9) uygulamalarında tespit edilmiştir. Yosef ve ark. (2009), Baran (2015) ve İslam ve ark. (2012) yaptıkları çalışmalar sonucunda su uygulamalarındaki artışların NDF içeriğini arttırdığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4. Sonuç

Toprak altı damla sulama yöntemi ile uygulanan altı farklı sulama konusunun ($I_{0.25}$, $I_{0.50}$, $I_{0.75}$, $I_{1.00}$, $I_{1.25}$ ve $I_{1.50}$) silajlık mısırın verim ve kalite parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla Isparta şartlarında yürütülen bu çalışmanın sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde su kısıtı uygulamasının bitki boyu, sap kalınlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, sap oranı, yeşil ot verimi, kuru madde verimi, ham protein verimi, ADF, NDF oranlarında azalmaya neden olduğu, koçan oranı ve ham protein oranında ise artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Su yetersizliği, kurak ve yarı kurak koşullarda tarımsal üretimin en önemli problemlerinden birisidir. Artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacı artarken, hem küresel ısınmaya bağlı olarak sulama suyuna ihtiyaç artmakta hem de başta endüstriyel olmak üzere diğer amaçlı su tüketimi artmaktadır. Bu durum sulama suyunun etkin kullanımı konusunda arayışlara hız verilmesine sebep olmaktadır. Su kaynaklarının etkin kullanımı ve birim suya karşılık elde edilecek verimin artırılması için su uygulama randımanları diğer yöntemlere göre daha yüksek olan toprak altı damla sulama gibi yöntemlerin yaygınlaştırılması ve bu yöntemle sulanan bitkilerin tam ve kısıtlı sulama koşullarında su-verim ilişkilerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Fatoş Güllü ÇELEBİ tarafından sunulan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesindeki katkılarından dolayı Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyesi Prof.Dr.Yusuf UÇAR'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Ankom (2017). Ankom Technicology. Analytical Procedures. <http://www.ankom.com/analytical-procedures.aspx> (erişim tarihi: 04 Eylül 2021).

- Baran Ö (2015). Farklı sulama seviyeleri ve azot dozlarının silajlık mısırdaki (*Zea mays* L.) verim, verim öğeleri ile silaj kalitesine etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozkurt Y, Yazar A, Gençel B, Sezen SM (2006). Optimum lateral spacing for drip irrigated corn in the Mediterranean Region of Turkey. *Agricultural Water Management*. 85: 113-120.
- Braunwovth WS Jr, Mack HJ (1989). Crop-water production functions for sweet corn. *Journal of American Society of Horticulture Science*, 114(2): 210-215.
- Bulut ME (2015). Farklı sulama yöntemleri ve seviyelerinin ikinci ürün silajlık mısır (*Zea mays* L.)'ın verim ve verim öğelerine etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Camp CR, Lamm FR, Evans RG, Phene CJ (2000). Subsurface drip irrigation: past, present and future. In: *Proceedings of the fourth decennial irrigation symposium*, November 14-16, pp 363-372, Phoenix, Arizona.
- Derviş Ö (1986). Çukurova koşullarında buğdaydan sonra ikinci ürün mısırın (NKPx 610'nun) su tüketimi. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 106, Rapor Seri No: 56, Mersin.
- Gençoğlan C (1996). Mısır bitkisinin su verim ilişkileri, kök dağılımı ile bitki su stresi indeksinin belirlenmesi ve CERES Maize bitki büyüme modelinin yöreye uyumluluğunun irdelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Gürbüz T, Dağdelen N, Yılmaz E, Akçay S (2010). Farklı damla sulama rejimlerinin mısırdaki verim, verim komponentleri ve su kullanım randımanı üzerine etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2): 25-32.
- İslam MR, Garcia SC, Horadagoda A (2012). Effects of irrigation and rates and timing of nitrogen fertilizer on dry matter yield, proportions of plant fractions of maize and nutritive value and in vitro gas production characteristics of whole crop maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 172: 125-135.
- İstanbuluoğlu A, Kocaman I, Konukcu F (2002). Water use-production relationship of maize under Tekirdag conditions in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(3): 287-291.
- Jahansouz MR, Keshavarz AR, Heidari H, Hashemi M (2014). Evaluation of yield and quality of sorghum and millet as alternative forage crops to corn under normal and deficit irrigation regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 10(4): 699-715.
- Kacar B (1972). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: II. Bitki analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:453, Ankara.
- Kang S, Liang Z, Pan Y, Shi P, Zhang J (2000). Soil water distribution, uniformity and water-use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. *Irrigation Science*, 19: 181-190.
- Kara M (2005). Sulama ve sulama tesisleri. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya.
- Keady TWJ (2005). Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: effects on animal performance, in: Park, RS, Stronge, MD. (eds.), *Silage production and utilization. Proceedings of the XIVth International Silage Conference*, Wageningen Academic Publishers.
- Kırnak H, Gençoğlan C, Değirmenci V (2002). Harran ovası koşullarında kısıtlı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 34(2): 117-123.
- Kızıloğlu FM, Sahin U, Kuslu Y, Tunc T (2009). Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. *Irrigation Science*, 27: 129-137.
- Otegui ME, Andrade FH, Suero EE (1995). Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crops Research*, 40(2): 87-94.
- Pelleschi S (1997). Recherche de locus a effets quantitatifs lie's au me'tabolisme glucidique au cours d'une contrainte hydrique chez le ma'is (*Zea mays* L). *Universite' de Paris-Sud (XI)*, PhD thesis.
- Phipps RH, Sutton JD, Beever DE, Jones AK (2000). The effect of crop maturity on the nutritional value of maize silage for lactating dairy cattle. 3. Food intake and milk production. *Anim. Sci.* 71:401-409.
- Sade B (1987). Çumra ilçesi sulu şartlarında bazı melez mısır çeşitlerinin önemli zirai karakterleri üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sammis TW, Smeal D, Williams S (1988). Predicting corn yield under limited irrigation using plant height. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 31(3): 830-837.
- SAS Institute, 1998. *INC SAS/STAT Users' Guide Release 7.0*, Cary, NC, USA.
- Stutler RK, James DW, Fullerton TM, Wells RF, Shipe ER (1981). Corn yield functions of irrigation and nitrogen in central America. *Irrigation Science*, 2: 79-88.
- Şahin M, Zengin M, Soylu S, Süheri S, Yavuz D (2010). Konya Ovası'nda sulu tarımın sorunları ve çözüm

önerileri, Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 26-28 Ekim, pp. 71-80, Konya.

Şahin S (2001). Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1): 73-90.

Şenol H, Alaboz P, Demir S, Dengiz O 2020. Computational intelligence applied to soil quality index using GIS and geostatistical approaches in semiarid ecosystem. Arabian Journal of Geosciences, 13:1235.

TUIK (2019). <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (erişim tarihi: 04 Eylül 2021)

Uçar Y, Türk M, Kale Çelik S (2020). Toprak altı damla sulama yöntemi ile sulanan yoncanın verim, kalite ve su kullanım özelliklerinin belirlenmesi. Tubitak Proje Sonuç Raporu (215 O 329). 235s.

Uzun F, Garipoğlu AV, Ocak N (2017). Water use efficiency, yield, and nutritive value of maize and sorghum cultivars irrigated in a shallow soil. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32: 358-366.

Vural Ç, Dağdelen N (2008). Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırdada farklı sulama programlarının verim ve bazı agonomik özellikler üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2): 97-104.

Yan H, Shang A, Peng Y, Yu P, Li C (2011). Covering middle leaves and ears reveals differential regulatory roles of vegetative and reproductive organs in root growth and nitrogen uptake in maize. Crop Science, 51: 265–272.

Yazar A, Sezen SM, Gencil B (2002). Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. Irrigation and Drainage, 51: 293-300.

Yıldırım Y, Kodal S (1995). Ankara Koşullarında Sulamanın Mısır Verimine Etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22(1): 65-70.

Yosef E, Carmi A, Nikbachat M, Zenou A, Umiel N, Miron J (2009). Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. Animal Feed Science and Technology, 152: 1-11.

Rototiller Arka Kapak Yüksekliğinin Toprağı Sıkıştırma, Parçalama ve Karbondioksit Emisyonu Üzerine Etkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 214-219, 2021

Zafer GÜNGÖR¹, Davut AKBOLAT^{*1}

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 214-219, 2021

Özet: Toprak işleme sırasında işleme derinliği, toprağın karıştırılma miktarı gibi toprak işlemede uygulanan yöntemler ile toprak işleme ekipmanı tipi ve ayarları da bazı toprak fiziksel özellikleri ve toprak CO₂ emisyonu üzerine etkilidir. Bu çalışmada, rototillerin üç farklı arka kapak konumu “Üst, Orta, Alt ve Kontrol” uygulama (faktör) olarak ele alınmış ve toprağı sıkıştırma, parçalama ve toprak CO₂ emisyonları belirlenmiştir. Bunun için de işleme derinlikleri, toprak hacim ağırlığı, porozite, toprak sıcaklıkları, toprak penetrasyon dirençleri ve ortalama ağırlık çapı da saptanmıştır. İşleme sonrası PP System (toprak CO₂ emisyonu ölçüm cihazı) kullanılarak deneme başlangıcından itibaren düzenli aralıklarla CO₂ emisyonları belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklar eşitlendiğinde (çalışmada 60. gün) CO₂ emisyonu ölçümü sonlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprak CO₂ emisyonu açısından uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenirken porozite ve hacim ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak P<0.05 önem düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak CO₂ emisyonları Üst, Orta, Alt ve Kontrol uygulamaları için sırasıyla 0.137, 0.116, 0.099 ve 0.068 g m⁻²h⁻¹ ve aralarındaki fark (P<0.05) önemli bulunmuştur. Toprak penetrasyon dirençleri (0-25 cm derinlikte) ise uygulamalara bağlı olarak Üst, Orta, Alt ve Kontrol için sırasıyla ortalama 0.848, 1.008, 1.808 ve 2.726 bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kapak konumuna bağlı olarak işleme derinlikleri Üst, Orta ve Alt uygulamaları ortalaması sırasıyla 17.0, 15.13 ve 13.26 cm olarak belirlenmiş ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Uygulamalar göre toprak sıcaklıkları ve H₂O emisyonu ortalamaları arası fark önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Anahtar Kelimeler: Toprak CO₂ emisyonu, rototiller, toprak işleme, arka kapak yüksekliği

Effect of Rotary Tiller Rear Shield Position on Soil Compaction, Soil Disturbance and Soil Carbon Dioxide Emissions

Abstract: During tillage, tillage depth, the amount of soil disturbance, and the settings of tillage equipment are also effective on some soil physical properties and soil CO₂ emissions. In this study, three different rear shield positions of the rototiller were considered as “Upper, Medium, Lower and Control” treatment and their effects on soil compaction, disturbance and soil CO₂ emissions were determined. For this, the depth of tillage, soil bulk density, porosity, soil temperatures, soil penetration resistance and soil mean weight diameter were also determined. After tillage, CO₂ emissions were determined at regular intervals from the beginning of the trial using the PP System (soil CO₂ emission measuring device). When the differences between the treatments were equalized (60th day in the study), the CO₂ emission measurement was terminated. According to the results obtained, it was determined that the difference between the treatments in terms of soil CO₂ emission was significant, also the difference between soil porosity and soil bulk density was found to be statistically significant at the P<0.05 significance level. Soil CO₂ emissions for Upper, Medium, Lower and Control treatments 0.137, 0.116, 0.099 and 0.068 g m⁻²h⁻¹ and the difference between them (P<0.05) were found significant, respectively. Average soil penetration resistances for Upper, Medium, Lower and Control, (at 0-25 cm soil depth) were found to be 0.848, 1.008, 1.808 and 2.726 MPa respectively, depending on the treatments, and the difference between them was found to be statistically significant. Depending on the rear shield position, the average of the tillage depths of Upper, Medium and Lower treatments was determined as 17.0 cm, 15.13 cm and 13.26 cm, respectively, and the difference between them was found to be statistically significant (P<0.05). In addition, the difference between the averages of soil temperatures and H₂O emissions according to the treatments was found to be insignificant (p>0.05).

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
davutakbolat@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 15/10/2021
Kabul (Accepted): 22/11/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve
Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
Isparta, Türkiye.

Keywords: CO₂ emissions, rotary tiller, tillage, rear shield position

1. Giriş

Toprak işleme, toprağın çevresel koşullarını değiştirir ve topraktaki kalıntıların dağılımını kontrol eder, her ikisi de toprak biyogen gazlarının (CO_2 , N_2O ve CH_4) üretimini ve emisyonunu etkileyen eylemlerdir (Gregorich ve ark. 2006). Novara ve ark. (2012) toprak CO_2 emisyonu üzerine etkili faktörleri; toprak mikrobiyal ekolojisini etkileyerek CO_2 üretimini etkileyen süreçler ve CO_2 'in toprak ile atmosfer arasındaki fiziksel hareketini etkileyen süreçler olarak iki geniş gruba ayırmışlardır. Bessou ve ark. (2010) sıkıştırılmış bölgelerin azaltılmış gözenekliliği, su dolu gözenek boşluklarını arttırır ve oksijen difüzyon hızını sınırlar. Toprağı karıştırma ilkesine göre çalışan toprak frezeleri, pulluk kullanmadan tek geçişte tohum yatağı hazırlayabilmesi nedeniyle azaltılmış toprak işleme makinesi olarak adlandırılmaktadır (Akbolat ve Ekinci 2008). Toprak frezelerinin arkasında yer alan ve yüksekliği ayarlanabilen kapak, işlenen toprağın dağılmasını önleyerek belli ölçülerde düzelterek bastırılmasını ve parçalanmasını da sağlamaktadır. Toprak frezelerinde toprağın parçalanması, rotor mili devir sayısı ile ilerleme hızı arası ilişkiye doğrudan bağlıdır. Bozkurt ve Akbolat (2016)'ın yaptıkları bir çalışmada rototiller sabit rotor devrinde ilerleme hızı arttığında toprağın parçalanması azalmış buna paralel olarak toprak karbondioksit emisyonu da azalmıştır. Akbolat ve ark. (2007), yapmış oldukları çalışmada, bodur elma bahçesinde en fazla kullanıma sahip olan rototiller ve diskaronun toprak CO_2 emisyonu üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Toprak karbondioksit emisyonu açısından yapmış oldukları çalışmada; rototiller ve diskaronun sırasıyla ortalama $0.768 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ve $0.811 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ CO_2 emisyonu oluşturdukları ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Akbolat (2009a) yaptığı diğer bir çalışmada tohum yatağı hazırlığında 0 kg, 45 kg ve 60 kg olmak üzere farklı ağırlıklarda tapan kullanarak toprağa uygulanan baskının toprak CO_2 emisyonu üzerine etkisini belirlemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toprağı bastırmakta ağırlık uygulamanın CO_2 emisyonunu azalttığı bildirilmiştir. Talantimur, (2014), penetrasyon direnci ile toprak CO_2 emisyonu arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğu ve toprak CO_2 emisyonunun topraktaki sıkışma miktarına bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada toprak sıkışması sonucu atmosfere salınacak olan CO_2 gazının toprak bünyesinde tutularak, emisyonun azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Novara ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada, toprak sıkışmasının bir göstergesi olan hacim ağırlığı artışının CO_2 emisyonunu azalttığını bildirmişlerdir. La Scala ve ark. (2005) 'toprak frezesi ilerleme hızı ($122, 153$ ve 216 d dak^{-1}) ve arka kapak yüksekliğinin toprak CO_2 emisyonu üzerine etkisini saptamak için yaptıkları bir çalışmada, en yüksek CO_2 emisyonunu, rotor devri 216 d dak^{-1} ve kapak en aşağıda olduğu konumda saptamışlardır. Toprak frezesi kullanılarak tohum yatağı hazırlığı ile diğer tohum yatağı hazırlığı uygulamaları arasında toprak CO_2 emisyonu

açısından karşılaştırmaya yönelik bazı çalışmalar (Akbolat ve ark. 2009b; La Scala ve ark. 2001) bulunmasına karşın rototillerin farklı çalışma karakteristiklerine ilişkin sınırlı sayıda (La Scala ve ark. 2005) çalışma bulunmaktadır. Bu makale kapsamında, rototillerin kullanımı sırasında çok fazla değiştirilmeyen kapak konumunun toprak CO_2 emisyonu, toprak porozitesi, hacim ağırlığı, parçalanma derecesi ve penetrasyon direnci üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece çalışma sırasında en az CO_2 emisyonu oluşturan konum belirlenmiş ve aynı zamanda aşırı toprak sıkışıklığı yaratarak bitki gelişimine olumsuzluk yaratmayacak kapak yüksekliği de saptanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Deneme, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'ne ait Araştırma Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Deneme alanında 0-23 cm derinlikteki toprak yapısı; %23.1 kil, %33.9 silt ve %43.0 oranında kum içeren, organik madde oranı ortalama %1.34 ve pH değeri 8.1 olan tınlı toprak bünyesine sahiptir. Topraklar; orta ve orta-ince bünyeli, derin, kireçli, tuzsuz, hafif ve orta derecede alkalın karakterlidir (Akgül ve Başayığıt 2005).

Denemede L şekilli bıçağa sahip yatay milli rototiller kullanılmıştır. Kullanılan rototillerin arkasında bulunan dişli döner merdane kapak yüksekliği etkisinin görünür hale gelmesi için deneme sırasında çıkarılmıştır. Rototillere ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan rototillerin teknik özellikleri

Özellik	Değer
İş derinliği (cm)	15
İş genişliği (cm)	200
Toplam flanş sayısı (adet)	7
Bir flanştaki bıçak sayısı (adet)	6
Toplam işleyici bıçak sayısı (adet)	42
İşleyici bıçak şekli	L
Rotor çapı(cm)	46
Rotor devri (d d^{-1})	212
Alet toplam ağırlığı (kg)	550

Denemede rototilleri çalıştırmak için 90 BG'nde çift çeker traktör kullanılmıştır.

Toprak penetrasyon direncini belirlemede dijital Eijkelkamp Penetrologger (Model 06.15 Eijkelkamp, Giesbeck, The Netherlands) kullanılmıştır. Penetrologgerin ölçüm derinliği 80 cm, derinlik çözünürlüğü 1 cm, GPS doğruluğu 2.5 m'dir. Penetrologgerin denemede kullanılacak ucunun koni alanı 1 cm^2 ve 60° uç açıdadır. Penetrometre çubuğu batma hızı sabit ve 2 m s^{-1} 'dir.

Bozulmamış toprak örneği almak için, 5 cm çapında ve 100 cm^3 hacmine sahip toprak örneği alma silindri

kullanılmıştır. Alınan toprak örneklerinin kurutulmasında 'nüve' marka etüv kullanılmıştır.

Toprak ortalama ağırlık çap değerini saptamada, farklı çap değerlerine sahip elekler (elek açıklıkları 63, 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5 ve 0.25 mm) ve mekanik sarsıcı kullanılmıştır. Toprak örneklerini tartmak için hassasiyeti 0.01 olan ve maksimum tartım kapasitesi 6 kg olan hassas terazi kullanılmıştır. Ortalama ağırlık çaplarını bulmak için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Verhulst ve ark. 2013):

$$MWD = \sum_{i=1}^n X_i W_i$$

Burada; MWD: Ortalama ağırlık çapı,

X_i : (önceki elek çapı + mevcut elek çapı) / 2 (mm),

W_i : Mevcut elektteki örnek ağırlığı / tüm örneğin ağırlığı (%)

Toprak CO₂ emisyonu; PP SYSTEMS (PP Systems, Hitchin, UK) "Soil CO₂ flux sistem" ile belirlenmiştir (Akbolat ve ark. 2009b). Sistem; integral analizör, CFX-2 solunum odası ve toprak/hava sıcaklığı probundan oluşmaktadır. Ölçüm sistemi ile CO₂ emisyonu yanında buharlaşma (H₂O emisyonu) ve toprak/hava sıcaklığı değeri de ölçülmektedir. Denemenin başlarında her gün daha sonraları ise kayıt araları açılarak doğal toprak solunumuna ulaşıncaya kadar (çalışmada 60 gün) CO₂ ölçümü yapılmıştır. Her CO₂ emisyonu ölçümüne paralel olarak toprak nemini de saptamak için toprak örnekleri alınmıştır.

Rototiller arka kapak yüksekliği uygulama olarak ele alınarak üç farklı yükseklik ve bir de kontrol (Üst, Orta, Alt ve Kontrol) olmak üzere 4 uygulama denemede ele alınmıştır. Ayrıca normal uygulamalarda rototillerin arkasında bulunan merdane deneme sırasında çıkarılmış ve böylece kapak yüksekliğine olan sıkıştırma etkisi ortadan kaldırılmıştır.

Rototillerin farklı kapak yüksekliğinin toprak sıkışmasına olan etkisini saptamak için 0-5, 5-10 ve 10-15 cm toprak derinliğinden alınan bozulmamış toprak örnekleri kullanılarak laboratuvarında Blake ve Hartge (1986)'ye uygun olarak hacim ağırlıkları ve poroziteleri saptanmıştır.

Elde edilen tüm sonuçlar Minitab paket programı ile Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($P<0.05$) gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Rototillerin kullanımı sırasında farklı arka kapak yüksekliğinin toprağı sıkıştırma, toprağı parçalama ve topraktan çıkan CO₂ emisyonunu etkileme durumunu belirlemek için yapılan bu çalışma sonunda elde edilen verilerin uygulamalara bağlı ortalamaları aşağıda Tablo 2'de verilmiştir.

Tablodan görüleceği üzere uygulamalar; Üst (kapak en üstte), Orta (kapak ortada), Alt (kapak en altta) ve Kontrol (kontrol/işlemesiz)'den oluşmaktadır. Ortalamalara göre toprak CO₂ emisyonu, penetrasyon direnci ve işleme sonrası toprak derinliği bariz bir şekilde uygulama tiplerinden etkilenmiştir. Bunun yanında elde edilen sonuçlardan toprak H₂O emisyonu ve toprak sıcaklığının uygulamalardan etkilenmediği belirlenmiştir. Seçilen kapak konumlarının yerden yüksekliğine paralel olarak toprak işleme yapıldıktan sonra belirlenen ortalama toprak derinlikleri arasında oluşan fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların toprak karbondioksit emisyonu üzerine etkisini gösteren varyans analiz sonucu Tablo 3'de verilmiştir.

Tablodan görüleceği üzere, rototiller kapak yüksekliğini temsil eden uygulamaların toprak CO₂ emisyonu üzerine etkili olduğu ($P<0.001$) bulunmuştur. Ayrıca deneme süresince değişik günlerde saptanan toprak CO₂ emisyonları arasındaki farkın da istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Ayrıca uygulama gün etkileşiminin de $p<0.001$ önem düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar Akbolat (2009a)'nın farklı merdane ağırlıkları kullanımı ile toprak CO₂ emisyonu arasındaki doğrusal ilişkinin elde edildiği sonuçlar ile uyumlu iken, La Scala ve ark. (2005)'nin rototiller kapağının en alt konumda olduğu uygulamada en yüksek emisyonun elde edildiği sonuçlar ile uyumlu değildir. Bunun nedeni ilerleme hızının da faktör olarak ele alınması olmuş olabilir.

Tablo 2. Denemede elde edilen ortalama sonuçlar

Saptanan özellikler	Rototiller kapak konumu			
	Üst	Orta	Alt	Kontrol
CO ₂ emisyonu (gm ⁻² h ⁻¹)	0.137 ^a	0.116 ^b	0.099 ^b	0.068 ^c
H ₂ O emisyonu (gm ⁻² h ⁻¹)	0.83	0.64	0.65	1.17
Toprak sıcaklığı (°C)	6.42	6.56	6.44	6.38
Toprak nemi (%)	15.70 ^a	15.35 ^{ab}	14.96 ^b	14.22 ^c
Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	0.97 ^a	1.02 ^a	1.04 ^a	1.30 ^b
Porozite (%)	63.18 ^a	61.26 ^a	60.55 ^a	50.73 ^b
Penetrasyon direnci (Mpa)	0.848 ^a	1.008 ^b	1.808 ^c	2.726 ^c
Ortalama Ağırlık çapı (mm)	0.194 ^a	0.232 ^{ab}	0.220 ^{ab}	0.303 ^b
İşleme sonrası derinlik (cm)	17.00 ^a	15.13 ^b	13.26 ^c	-

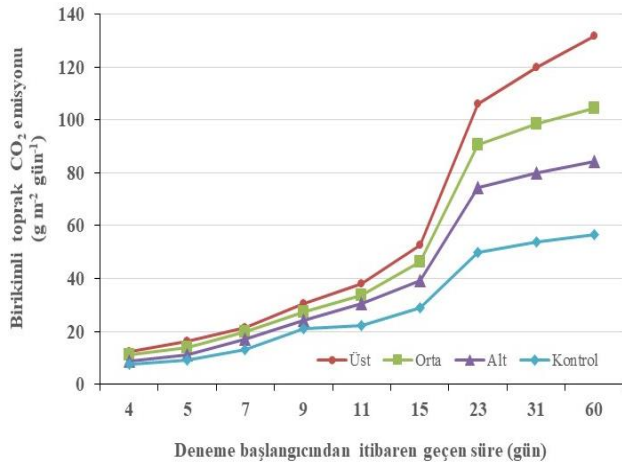
Satırdaki farklı harfler arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır, $p<0.05$, harflendirme bulunmayan satırlardaki uygulamalar arasında farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 3. Denemede elde edilen toprak CO₂ emisyonu varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Değeri	Önem Düzeyi
Uygulama	3	0.06964	0.023214	36.40	0.000*
Gün	8	0.34468	0.043085	67.55	0.000*
Uygulama x Gün	24	0.04585	0.001911	3.00	0.000*
Hata	72	0.04592	0.000638		
Toplam	107	0.50610			

*İstatistiksel olarak $p < 0.001$ düzeyinde önemlidir.

Şekil 1'de deneme başlangıcından itibaren zaman bağlı olarak saptanan birikimli toprak karbondioksit emisyonu aşağıda verilmiştir.

**Şekil 1.** Zaman bağlı uygulamaların birikimli toprak karbondioksit emisyonları

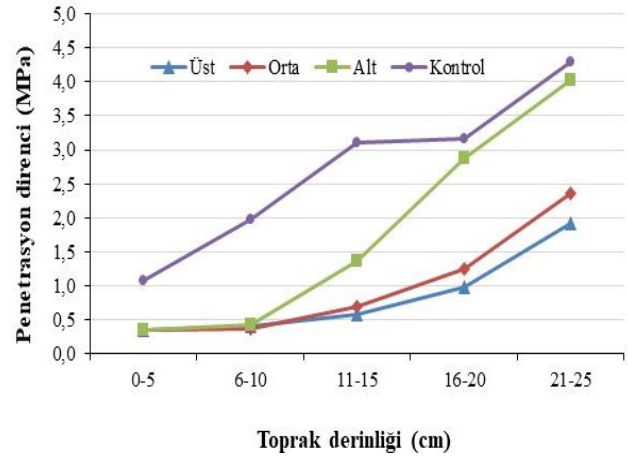
Şekilde yatay ekseninde yer alan, deneme başlangıç gününün 4 olarak gözükmesinin nedeni ölçüm sisteminin arıza yapmasıdır. Bu nedenle denemenin hemen bitiminde kayıt alınamamıştır Şekil 1'den de görüleceği üzere rototiller arka kapak yüksekliği üstten alta doğru indirildikçe toprak karbondioksit emisyonu da azalmıştır. En yüksek toprak CO₂ emisyonu kapak en üstte olurken kapak ortada iken daha az emisyon gerçekleşmiş en alt kapak konumunda ise daha az emisyon saptanmıştır. Denemede kontrol olarak kullanılan uygulamada ise toprak herhangi bir şekilde işlenmemiş olduğu için en az emisyonun gerçekleşmesi beklenen bir sonuçtur. Denemede kapak konumuna göre 60 günün sonunda Üst, Orta, Alt ve Kontrol uygulamaları için belirlenen CO₂ emisyonları sırasıyla 131.7, 104.2, 84.1 ve 56.7 g gün⁻¹

Tablo 4. Denemede elde edilen toprak penetrasyon direnci varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Değeri	Önem Düzeyi
Uygulama	3	166.91	55.6369	88.97	0.000*
Derinlik	24	298.64	12.4433	19.90	0.000*
Uygulama x Der.	72	91.11	1.2654	2.02	0.000*
Hata	200	125.07	2.02		
Toplam	299	681.72			

*İstatistiksel olarak $p < 0.001$ düzeyinde önemlidir.

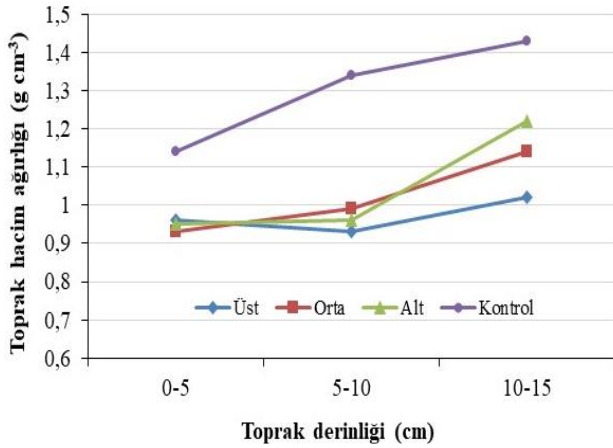
olarak gerçekleşmiştir. Denemede toprak karbondioksit emisyonunu etkilemesi olası penetrasyon direnci varyans analiz sonuçları Tablo 4'deki gibidir. Bunlar içerisinde, her üç kapak konumunda (Üst, orta ve alt) belirgin olarak penetrasyon direnci açısından farklılığın olması, toprağı bastırmanın ya da kabartmanın CO₂ emisyonu üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Denemede saptanan uygulamalara göre penetrasyon dirençleri Şekil 2'de verilmiştir.

**Şekil 2.** Uygulamalara bağlı olarak 0-25 cm toprak derinliğindeki penetrasyon dirençleri

Kontrol uygulamasındaki penetrasyon direnç değerinin en yüksek olması bu uygulamadaki toprağın işlenmemiş olması nedeniyle beklenen bir sonuçtur. Diğer üç uygulamaya bakıldığında Alt uygulamasındaki penetrasyon direncinin diğer iki uygulamadan daha yüksek olmasının nedeni toprağı yapılan bastırma etkisinin diğerlerine göre daha yüksek olmasıdır. Orta ve Üst konumlarında da toprağı yapılan baskıya paralel olarak penetrasyon direnci değerlerinin değiştiği görülmektedir.

Rototillerin kapak konumunun değiştirilmesi ile saptanan toprak penetrasyon dirençleri üst, orta, alt ve kontrol uygulamaları için 0-25 cm toprak derinliğinde sırasıyla 0.848, 1.008, 1.808 ve 2.726 MPa olarak belirlenmiştir. Saptanan penetrasyon direnci değerleri, bitki büyümesini engelleyen 3.0 MPa değerinin altında (Busscher ve Sojka, 1987; Hakansson ve Lipiec 2000)'dir. Bununla birlikte uygulamalara bağlı toprak karbondioksit emisyonu ile penetrasyon direnci arasında 0,974 oranında negatif korelasyon saptanmıştır.

Toprağa yapılan sıkıştırma etkisinin diğer bir göstergesi olan toprak hacim ağırlıkları ise Şekil 3'te aşağıda verilmiştir.



Şekil 3. Uygulamaların toprak derinliğine göre hacim ağırlıkları

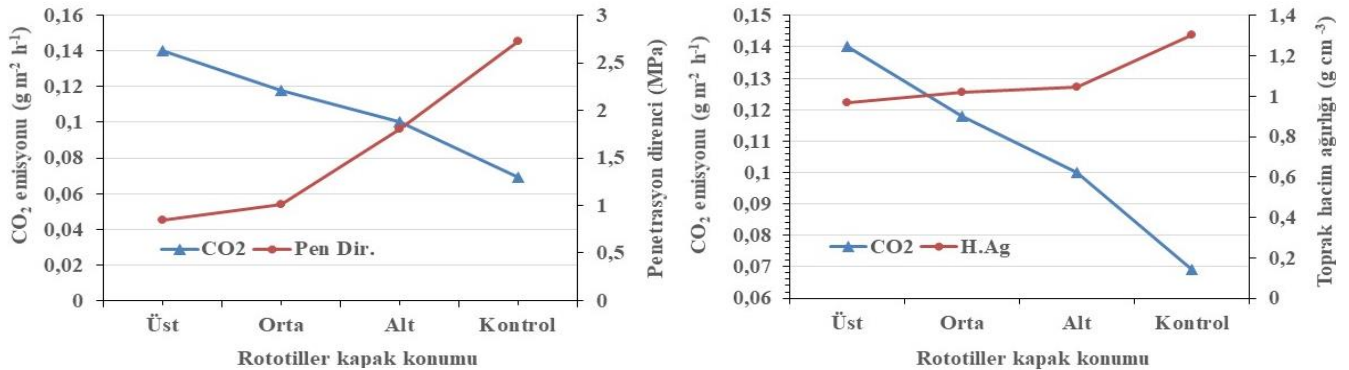
Rototiller kapak konumunun değiştirilmesi ile toprak yüzeyine yapılan baskı ve bunun sonucunda toprakta bir sıkışmanın ortaya çıkması gerekir. Bu sıkışmanın bitki kök gelişimini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmaması gerekir. Bu durumu saptamak ve toprak solunumu ile arasındaki ilişkinin de gözlenmesi için elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde her ne kadar penetrasyon direnci değerlerindeki kadar olmasa da kapak konumu ile hacim ağırlığı arasında zıt bir ilişki bulunmuştur. Toprak ortalama hacim ağırlıkları Üst, Orta, Alt ve Kontrol uygulamaları için sırasıyla 0.97, 1.02, 1.04 ve 1.30 g cm⁻³ olarak belirlenmiştir. Toprak derinliği ile toprak hacim ağırlıkları

artmıştır. Toprak hacim ağırlığı ile CO₂ emisyonu arasındaki negatif korelasyon 0,931 olarak belirlenmiştir. Toprak hacim ağırlığının aksine toprak porozitesi rototiller kapak yüksekliği azaldıkça azalmıştır (Şekil 4). Dolayısıyla, kapak yüksekliğindeki azalma porozitede azalmaya yol açmış ve bununla birlikte toprak CO₂ emisyonu da aynı doğrultuda olmak üzere azalmıştır.

Toprak işleme sonrası kapak konumlarına bağlı olarak oluşan işlenmiş derinlikler Üst, Orta ve Alt konumlar için sırasıyla 17.0 cm, 15.13 cm ve 13.26 cm olarak belirlenmiştir. Bu derinlikler arası oluşan farkın istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre birbirini izleyen kapak konumları arasında 2 cm fark elde edilmiştir. Penetrasyon direnci toprak derinliği arttıkça artmıştır. Bu artış kapak alt konumunda daha belirgin olarak gözükmemektedir.

Muhtemel olarak bunun sebebinin de en fazla sıkıştırma etkisine sahip olan konum olmasındandır.

Elde edilen sonuçlara göre, toprak hacim ağırlıkları arasında sadece kontrol ile diğer uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu ancak, rototiller ile işlenen uygulamalar olan Üst, Orta ve Alt uygulamaları arasında ise fark bulunmamıştır. Rototiller arka kapağının görevlerinden diğer biri de toprağı bir miktar daha parçalamadır. Kapak yüksekliklerinin parçalama üzerine etkisini ortaya koymak için yapılan elek analizi ve belirlenen ortalama ağırlık çapları sırasıyla Üst, Orta, Alt ve kontrol için sırasıyla 0.194 mm, 0.232 mm, 0.220 mm ve 0.303 mm bulunmuştur. Bu sonuçlara göre "Kontrol" uygulamasında elde edilen çap değerinin "Üst" uygulamasında elde edilen çap değerinden büyük olduğu fakat Üst, Orta ve Alt uygulamaları arasında ortalama ağırlık çapı açısından fark elde edilememiştir. Bu sonuç, Bozkurt ve Akbolat (2016)'ın rototillerin farklı ilerleme hızları için elde ettiği ortalama ağırlık çap değerleri ile benzerlik göstermektedir. Varyans analiz sonuçlarına göre uygulamalar arasında $p < 0.05$ önem seviyesinde farklılık saptanmıştır. Uygulama içi elek çapları arasındaki ($p < 0.01$) fark da önemli bulunmuştur.



Şekil 4. Toprak karbondioksit emisyonu ile penetrasyon direnci ve hacim ağırlığı ilişkisi

4. Sonuç

Elde edilen deneme sonuçlarına göre, rototiller kapağı en alt konumda iken bastırma sonucu toprak parçacık boyutunun en küçük olması beklenirken, kapak üst konumda en düşük ortalama çap değeri elde edilmiştir. Kontrol uygulamasındaki ortalama çapın ise en yüksek değere sahip olması, işlenmemiş konu olması nedeniyle parçalanmanın olmayışından dolayı beklenen bir sonuçtur.

Denemeden elde edilen en önemli sonuç, kullanılan rototillerin tohum yatağı hazırlığı veya diğer bakım işlemleri sırasında topraktan daha az karbondioksit emisyonu oluşturması için arka kapak konumunun en alt seviyede olması gerektiğidir. Ancak rototiller arkasında merdane benzeri başkaca bir aparatın olması saptanan bu sonuçları değiştirebilir. Sera etkisi oluşturan gazlardan biri olan CO₂ emisyonunun azaltılması için rototiller kapak konumunun önemli olduğu ve bu konumun en alt seviyede kullanılması gerektiği kullanıcılara önerilmektedir. Yine bu konumun en alt seviyede olması bitki kök gelişimini sınırlayacak düzeyde toprak sıkışması oluşturmayaacağı da elde edilen diğer bir sonuçtur.

Teşekkür

Bu araştırmaya finansman olarak desteklerinden dolayı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine (BAP) teşekkürlerimizi sunarız.

Bu araştırmanın verileri "Rototiller Arka Kapak Yüksekliğinin Toprak Karbondioksit Emisyonu ve Bazı Toprak Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi" adlı yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Akbolat D, Ekinci K, Uysal S, Onursal E (2007). Elma bahçelerinde yabancı ot kontrolünde yaygın olarak kullanılan toprak işleme aletlerinin yabancı ot gelişimi ve topraktan CO₂ çıkışı üzerine etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3 (2): 87-96.
- Akbolat D, Ekinci K (2008). Rotary tiller velocity effects on the distribution of wheat (*Triticum aestivum*) residue in the soil profile. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36 (4): 247-252.
- Akbolat D (2009a). Tohum yatağı hazırlığında tapan kullanımının topraktan CO₂ çıkışına etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 23-30.
- Akbolat D, Evrendilek F, Coskan A, Ekinci K (2009b). Quantifying soil respiration in response to short-term tillage practices: a case study in southern Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 59 (1): 50-56.

- Akgül M, Başyigit L (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (3): 1-10.
- Bessou C, Mary B, Léonard J, Roussel M, Gréhan E, Gabrielle B (2010). Modelling soil compaction impacts on nitrous oxide emissions in arable fields. *European Journal of Soil Science*, 61 (3): 348-363.
- Blake GR, Hartge KH (1986). Bulk density. In: Klute A ed. *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. Agronomy Monographs 9. American Society of Agronomy (ASA) and Soil Science Society of America (SSSA), Madison, Wisconsin. Pp. 363-375.*
- Bozkurt Y, Akbolat D (2016). Toprak Frezesi ilerleme Hızının Toprak Karbondioksit Emisyonu Üzerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2): 61-69.
- Busscher, WJ, Sojka, RE (1987). Enhancement of subsoiling effect on soil strength by conservational tillage. *Transaction of the ASAE*, 30 (4): 888-892.
- Gregorich EG, Rochette P, Hopkins DW, McKim UF, St-Georges P (2006). Tillage-induced environmental conditions in soil and substrate limitation determine biogenic gas production. *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (9): 2614-2628.
- Hakansson I, Lipiec J (2000). A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. *Soil & Tillage Research* 53, 7185.
- La Scala Jr N, Lopes A, J. Marques Jr, Pereira GT (2001). Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latosol in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 62 (3-4): 163-166.
- La Scala Jr, N, Lopes A, Panosso AR, Camara FT, Pereira GT (2005). Soil CO₂ efflux following rotary tillage of a tropical soil. *Soil and Tillage Research*, 84 (2): 222-225.
- Novara A, Armstrong A, Gristina L, Semple, KT, Quinton JN (2012). Effects of soil compaction, rain exposure and their interaction on soil carbon dioxide emission. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37 (9): 994-999.
- Talantimur V (2014). Alternatif Toprak İşleme Uygulamalarının CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Verhulst N, Cox R, Govaerts B (2013). Soil aggregate stability by wet sieving: A practical guide for comparing crop management practices.

Bingöl Koşullarında Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotiplerinin Adaptasyonu

Büşra ÇAĞLAYAN¹, Kağan KÖKTEN^{*1}

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 220-225, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 220-225, 2021

Özet: Bu çalışma, Bingöl ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı kinoa genotiplerinin ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla 2019 yaz döneminde Bingöl Üniversitesi Genç Meslek Yüksekokulu Uygulama alanında yürütülmüştür. Araştırmada, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden alınan 9 farklı Kinoa genotipi (Cherry Vanilla, French Vanilla, Read Head, Rainbow, Titicaca, Populasyon-Çin, Moqu-Arrochilla, Oro de Valle ve Q-52) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlamalı olacak biçimde kurulmuştur. Çalışmada; bitki boyu, bitki sap kalınlığı, yeşil ot, kuru ot ve ham protein verimleri, ham protein, ham kül, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), kuru madde tüketimi (KMT) ve sindirilebilir kuru madde (SKM) oranları ile nispi yem değeri (NYD)'ne ait veriler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; incelenen bütün özellikler bakımından genotipler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerden bitki sap kalınlığı, kuru ot, yeşil ot ve ham protein verimleri bakımından en yüksek değerler Q-52 çeşidinden elde edilmiş, geriye kalan diğer özellikler yönünden en yüksek değerler ise Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiştir. Bingöl şartlarında bu çalışmanın birkaç yıl daha yapılması gerektiği önerilmektedir. Ancak, bir yıllık çalışma sonucuna göre en uygun Kinoa genotiplerinin Q-52 ve Populasyon-Çin genotiplerinin olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adaptasyon, kalite, kinoa, verim

Adaptation of Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes in Bingöl Conditions

Abstract: The study was carried out in Bingöl University Genc Vocational School experiment area in the summer of 2019 to determine the forage yield and the quality of different quinoa genotypes grown in Bingöl ecological conditions. In the research, 9 different quinoa genotypes (Cherry Vanilla, French Vanilla, Read Head, Rainbow, Titicaca, Population-Chinese, Moqu-Arrochilla, Oro de Valle, and Q-52) obtained from the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture of Iğdır University were used as plant material. The study was set up in a randomized block design with 4 replications. In our study, data on plant height, plant stem thickness, green herbage, dry herbage and crude protein yields, crude protein, crude ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), dry matter intake (DMI), and digestible dry matter (DDM) ratios, and relative feed value (RFV) were examined. According to the results; It has been determined that there are statistically significant differences between genotypes in terms of all traits examined. Among these parameters, the highest values in terms of plant stem thickness, dry matter, green herbage, and crude protein yields were obtained from the Q-52 genotype, while the highest values in terms of other parameters were obtained from the Population-Chinese genotype. It is suggested that this study should be carried out for a few more years in Bingöl conditions. However, according to the results of our one-year study, it is seen that the most suitable Quinoa genotypes are Q-52 and Population-Chinese genotype.

Keywords: Adaptation, quality, quinoa, yield

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
kkokten@bingol.edu.tr

Alınış (Received): 22/10/2021
Kabul (Accepted): 09/11/2021

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü,
Bingöl, Türkiye.

1. Giriş

İnsanların sağlıklı beslenmesinde ihtiyaç duydukları proteinin % 35' inin hayvansal kaynaklı olması gerektiği dikkate alındığında hayvansal kaynaklı ürünlerin öneminin oldukça fazla olduğu anlaşılmaktadır. Yeterli miktarda ve kalitede hayvansal ürünlerin temin edilmesinde ise kaba yem ihtiyacının önemi oldukça büyüktür. Bu nedenle hayvancılık sektörünün en büyük sorunu, kaba yem ihtiyacının giderilememesidir. Her geçen gün artan dünya nüfusuna karşı hayvansal kaynaklı beslenmeye duyulan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Bu nedenle mevcut hayvan varlığı artmakta, hayvan sayısının artması ile kaba yeme duyulan ihtiyaç da doğru orantılı olarak artmaktadır. Ülkemizin kaba yem kaynaklarından olan çayır-meralar hayvanlarımızın yem gereksinimlerinin tamamını karşılayamamaktadırlar. Bu nedenle kaba yem açığının kapatılmasında yem bitkileri ekim alanlarının artırılması büyük önem arz etmektedir. Güney Amerika ve Ekvator bölgesi kuşağında uzun süredir tarımı yapılan insan ve hayvan beslenmesinde oldukça önemli kullanım olanağına sahip olan kinoa önemli potansiyele sahip bir bitkidir. Son yıllarda ülkemizde çok büyük ilgi gören bitki aynı zamanda iyi bir yem kaynağı da oluşturmaktadır. Daha önce yapılmış olan araştırmalara göre, kinoanın soğuğa (Jacobsen et al., 2005), kurağa (Geerts ve ark., 2009; Razzaghi, 2011) ve tuzluluğa (Jacobsen, 2003) dayanıklılığı belirlenmiştir. Araştırmalar sonucunda subtropikal iklim kuşağında yetişen kinoa bitkisinin ülkemizde de kolaylıkla tarımının yapılabileceği tespit edilmiştir (Kır ve Temel, 2017; Tan ve Temel, 2017a).

Kinoa, tek yıllık ve tohumla çoğalan bir türdür. Kurağa dayanıklı ve kazık köklü olan bitkinin boyu 50-350 cm arasında değişir, gövde yapısı ise yuvarlağa yakın köşelidir. Bitki sapı dik, kalın ve odunsudur. Yapraklar ise kazayağına benzer şekildedir bazı çeşitlerde tüylü iken bazı çeşitlerde tüysüzdür (Tan ve Temel 2019).

Son yıllarda ülkemizin birçok yöresinde kinoa ile ilgili adaptasyon denemeleri yapılmış ve başarılı sonuçlara ulaşılmıştır (Geren ve ark., 2014; Kır ve Temel, 2017; Tan ve Temel, 2017a; Üke ve ark., 2017). Ancak kinoa ile ilgili ülkemizde ve bölgemizde yapılan araştırmaların (bitki sıklığı, gübre dozu, hasat zamanları, adaptasyon, ekim zamanı v.b) yetersiz olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada daha önce Bingöl koşullarında denenmemiş olan kinoanın farklı genotipleri tercih edilmiş ve Bingöl koşullarına en uygun kinoa genotiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bingöl koşullarına uygun kinoa çeşitlerinin belirlenmesi yetiştiricilerin alternatif yem bitkisi üretimi yapmasını sağlayacak ve bundan sonraki bilimsel çalışmalara öncülük oluşturması açısından önemli bir rol üstlenmiş olacaktır.

2. Materyal ve Metot

Denemede materyal olarak Titicaca, Cherry vanilla, French vanilla, Populasyon-Çin, Red Head, Q-52, Oro-de Valle, Rainbow, Moqu-arrochilla kinoa genotipleri kullanılmıştır. Çeşitler İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden getirilmiştir. Deneme, Bingöl Üniversitesi Genç Meslek Yüksekokulu uygulama arazisinde yürütülmüş olup, 21 Haziran 2019 tarihinde kurulmuş ve 6 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Denemede homojen bir çıkış sağlanabilmesi ve fidelerin tutunabilmesi amacıyla 3 defa yağmurlama sulama yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü döneme ait uzun yıllar için Bingöl ilinin ortalama hava sıcaklığı 22.8 °C, nispi nem oranı % 39.7 ve toplam yağış ise 46 mm olarak saptanmıştır. Denemenin yapıldığı 2019 yetiştirme döneminin, uzun yıllara göre sıcak (24 °C), nispi nem değeri düşük (% 33.6) ve toplam yağışının az (45.5 mm) olduğu tespit edilmiştir. Denemenin yapıldığı arazinin farklı derinlik ve noktasından (0-30 cm derinlik ve 10 değişik nokta) alınmış olan toprak numuneleri karıştırılıp tek bir toprak örneği elde edilmiş ve oluşturulan temsili toprak numunesi Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nün laboratuvarında analiz edilmiştir. Deneme arazisinin toprağının kumlu-siltli olduğu tespit edilmiştir. Sezen (1995) ve Zengin (2012)'in bildirdikleri sınır değerler göz önüne alındığında; deneme arazisinin pH'sının nötr, çok hafif tuzlu, fosfor ve organik madde oranlarının az, potasyum seviyesinin ise yeterli olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın yapıldığı arazinin toprak hazırlığı için, 2019 yılına ait ilkbahar aylarında pulluk ile sürüm yapılmıştır. Araştırma tarla koşullarında tesadüf blokları deneme deseninde dört tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Arazi çalışmasında parsellerin boyları 5 m, her bir parselde 6 sıra ve her bir sıra arası ise 20 cm olacak şekilde markörle açılan çizgilere elle ekim gerçekleştirilmiştir. Denemede, dekara 2 kg olacak şekilde tohumluk uygulanmıştır. Deneme alanı ekim öncesi 4 kg/da saf azot ve 10 kg/da saf fosfor (P₂O₅) olacak şekilde gübrelenmiştir. Denemedeki parsellerin her birinden tesadüfi olarak belirlenen 5 adet bitki, toprak üzerinden bitkinin en tepe noktasına kadarki bölüm cm cinsinden ölçülmüş, ortalaması alınmış ve bitki boyu hesaplanmıştır. Parsellerin her birinden tesadüfi olarak belirlenen 5 adet bitki toprak üzerindeki I. boğumla II. boğum arasındaki bölümden mm olarak ölçülmüş, ortalaması alınmış ve bitki sap kalınlığı hesaplanmıştır. Yeşil ot verimi için parsellerin herbirisinden kenar tesiri çıkarılmış, sonra geride kalan alandan biçilmiş bitkilerin yeşil aksamalarının tartımları yapılmış ve mevcut veriler dekara çevrilmiştir. Yeşil ot verimi için alınan numunelerden 500'er gram kinoa bitkisi, 70 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, tartılmış ve kuru madde oranları

hesaplanmıştır. Yeşil ot verimi ile kuru madde oranı çarpılmış, sonra kuru ot verimi hesaplanmıştır (Anonim, 2021). Kurutulup öğütülen numunelerin Kjeldahl yöntemine göre toplam N içerikleri belirlenmiştir. Sonra N oranları 6.25 katsayısıyla çarpılmış ve ham protein oranı bulunmuştur (AOAC, 1990). Kuru otta mevcut olan ham protein oranı ile dekara kuru ot verimleri çarpılmış ve dekardaki ham protein verimleri hesaplanmıştır. Öğütülmüş numuneler kül fırınında 550 °C'de yakılarak kalan inorganik maddelerin miktarı örnek miktarına oranlanmış ve numuneleri ham kül oranları saptanmıştır (Sarıççek, 1995). ADF ve NDF oranları Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. ADF yardımı ile sindirilebilir kuru maddenin (SKM) hesaplanması; $SKM = 88.9 - (0.779 \times \% ADF)$ formülü, NDF yardımı ile kuru madde tüketiminin (KMT) hesaplanması; $KMT = 120 / \% NDF$ formülü ve nispi yem değeri ise $NYD = SKM \times KMT / 1.29$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Morrison, 2003). Denemenin sonucunda bulunan verilerin SAS istatistik programı ile dört tekrarlamalı tesadüf blokları deneme deseninde istatistikî analizleri yapılmış ve varyans analizlerinin sonucuna göre istatistikî açıdan önemli bulunan parametrelerin ortalamaları LSD testinde gruplandırılmıştır (SAS, 2000).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki boyu (cm) ve bitki sap kalınlığı (mm)

Farklı kinoa genotiplerinde tespit edilen bitki boyları arasında istatistikî açıdan % 1 düzeyinde, bitki sap kalınlıkları arasında ise % 5 düzeyinde farklar görülmektedir. Tablo 1 incelendiğinde, farklı kinoa genotiplerine ait en uzun bitki boyu 117.27 cm ile Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiş, bunu istatistiksel olarak benzer grupta bulunan Q-52 (116.20 cm), French Vanilla (106.93 cm), Red Head (106.67 cm) ve Titicaca (104.33 cm) genotipleri takip etmiştir. En az bitki boyu ise 83.87 cm ile Oro de Valle genotipinde saptanmıştır. Farklı kinoa genotiplerinin bitki boylarının ortalaması 102.23 cm olarak ölçülmüştür. Kinoa genotiplerine ait en yüksek bitki sap kalınlığı (9.15 mm) ile Q-52 genotipinden elde edilmiş, bunu istatistikî olarak benzer grupta bulunan Populasyon-Çin (8.26 mm) genotipi izlemiştir.

Tablo 1. Kinoa genotiplerinde saptanan bitki boyu (cm) ve sap kalınlıklarına (mm) ilişkin ortalamalar

Genotipler	Bitki Boyu (cm)	Bitki Sap Kalınlığı (mm)
Cherry Vanilla	90.80 DC**	5.39 C*
French Vanilla	106.93 AB	6.45 BC
Read Head	106.67 AB	6.39 BC
Rainbow	96.67 BCD	5.85 C
Titicaca	104.33 ABC	5.78 C
Populasyon-Çin	117.27 A	8.26 AB
Moqu-Arochilla	97.27 BCD	6.72 BC
Oro de Valle	83.87 D	6.62 BC
Q-52	116.20 A	9.15 A
Ortalama	102.23	6.09

(*) 0.05 (**) 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

En düşük bitki sap kalınlığı 5.39 mm ile Cherry Vanilla genotipinde saptanmış ve bunu aynı grupta yer alan Titicaca (5.78 mm) ve Rainbow (5.78 mm) genotipleri izlemiştir. Genotiplerin bitki sap kalınlığına ait ortalama değer 6.09 mm olarak tespit edilmiştir. Ülkemizin birçok bölgesinde kinoa ile ilgili çalışmalar yapılmış ve bitki boyu ile sap kalınlığına ait değişik değerler elde edilmiştir. Kaya ve ark. (2017) tarafından Bilecik koşullarında bitki boyu 137.16 cm, Tan ve Temel (2017b) tarafından Erzurum ve Iğdır şartlarında sırasıyla bitki boyu 77.9 cm ve 114.4 cm, Temel ve Keskin (2019) tarafından bitki boyu 109.4-133.0 cm, bitki sap kalınlığı 10.4-13.8 mm, Akçay ve Tan (2019) tarafından bitki boyu 112.4-138.9 cm, bitki sap kalınlığı 10.8-15.7 mm, Temel ve Şurgun (2019) tarafından bitki boyu 127.7-139.7 cm, Önkür ve Keskin (2019) tarafından bitki boyu 100.1-154.5 cm, bitki sap kalınlığı 10.47-13.83 mm, Tan ve Temel (2020) tarafından Erzurum koşullarında bitki boyu 57.9 cm, bitki sap kalınlığı 8.1 mm ve Iğdır koşullarında bitki boyu 93.4 cm, bitki sap kalınlığı 10.8 mm olarak saptanmıştır. Bu çalışmada belirlenen değerler bazı araştırmacıların elde ettikleri değerlerden farklı bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni, araştırmaların kurulduğu yörelerin toprak şartları ve iklim özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

3.2. Yeşil ve kuru ot verimleri (kg/da)

Farklı kinoa genotiplerinde tespit edilen yeşil ve kuru ot verimleri arasında istatistikî açıdan % 1 düzeyinde farklar görülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde, kinoa genotiplerine ait en yüksek yeşil ot verimi 1254 kg/da ile Q-52 ve aynı grupta yer alan Populasyon-Çin genotipinden (1040 kg/da) elde edilmiş olup, en düşük yeşil ot verimi ise Cherry Vanilla (608 kg/da) ve aynı grupta yer alan French Vanilla (616 kg/da) genotipinde saptanmıştır. Genotiplerin yeşil ot verimlerinin ortalaması 794 kg/da olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmada en yüksek kuru ot verimi 210 kg/da ile Q-52 genotipinden elde edilmiş olup, en düşük kuru ot verimi ise Cherry Vanilla (73 kg/da) genotipinde belirlenmiş ve bunu sırası ile Rainbow (74 kg/da) ve Titicaca (77 kg/da) genotipleri izlemiştir. Kinoa genotiplerinin kuru ot verimlerinin ortalaması 117 kg/da olarak saptanmıştır.

Tablo 2. Kinoa genotiplerinde saptanan yeşil ve kuru ot verimlerine (kg/da) ilişkin ortalamalar

Genotipler	Yeşil Ot Verimi (kg/da)	Kuru Ot Verimi (ka/da)
Cherry Vanilla	608 E**	73 D**
French Vanilla	616 E	105 C
Read Head	796 C	109 C
Rainbow	681 D	74 D
Titicaca	695 D	77 D
Populasyon-Çin	1040 A	195 B
Moqu-Arochilla	695 D	108 C
Oro de Valle	792 C	105 C
Q-52	1254 A	210 A
Ortalama	794	117

(**) 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

Kinoa ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, Kaya ve ark. (2017) tarafından yeşil ot verimi 1114.67 kg/da, kuru madde verimi 344.97 kg/da, Üke ve ark. (2017) tarafından yeşil ot verimi 955.21-1367.93 kg/da, Temel ve Keskin (2019) tarafından yeşil ot verimi 1992.8-5697.7 kg/da, kuru ot verimi 805.1-1613.7 kg/da, Temel ve Şurgun (2019) tarafından kuru ot verimi 1208.3-2121.3 kg/da, Tan ve Temel (2020) tarafından kuru madde verimi Erzurum koşullarında 256.9 kg/da, Iğdır koşullarında 804.9 kg/da olarak elde edilmiştir. Araştırma sonucu elde edilen veriler araştırmacıların elde ettikleri verilerden oldukça farklılık göstermektedir.

3.3. Ham protein oranı (%) ve verimi (kg/da)

Farklı kinoa genotiplerinde tespit edilen ham protein oranı ve verimleri arasında istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli farklar ortaya çıkmıştır. Tablo 3 incelendiğinde, kinoa genotiplerine ait en yüksek ham protein oranı % 17.2 ile Oro de Valle genotipinden elde edilmiş, bunu istatistiki olarak benzer grupta bulunan Populasyon-Çin (%16.5), Q-52 (%16.4), Red Head (%16.0) ve Rainbow (%15.1) genotipleri izlemiştir. En düşük ham protein oranı %13.4 ile Cherry Vanilla genotipinde saptanmıştır. Genotiplerin ham protein oranları ortalaması %15.6 olarak belirlenmiştir.

Kinoa genotiplerine ait en yüksek ham protein verimi 34.4 kg/da ile Q-52 genotipinden elde edilmiştir. En düşük ham protein verimi ise 9.7 kg/da ile Cherry Vanilla genotipinde saptanmış ve bunu aynı grupta yer alan Titicaca (11.1 kg/da) ve Rainbow (11.3 kg/da) genotipleri takip etmiştir. Genotiplerin ham protein verimleri ortalaması 18.3 kg/da olarak saptanmıştır.

Tablo 3. Kinoa genotiplerinde saptanan ham protein oranı (%) ve verimine (kg/da) ilişkin ortalamalar

Genotipler	Ham Protein Oranı (%)	Ham Protein verimi (kg/da)
Cherry Vanilla	13.4 D**	9.7 E**
French Vanilla	14.1 CD	14.7 D
Read Head	16.0 AB	17.4 C
Rainbow	15.1 AB	11.3 E
Titicaca	14.4 CD	11.1 E
Populasyon-Çin	16.5 A	32.1 B
Moqu-Arochilla	15.1 BC	16.3 CD
Oro de Valle	17.2 A	18.1 C
Q-52	16.4 A	34.4 A
Ortalama	15.6	18.3

(**) 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

Ülkemizin birçok bölgesinde kinoa ile ilgili çalışmalar yapılmış olup, ham protein oranı ve verimine ait değerler; Kaya ve ark. (2017) tarafından %13.49 ham protein oranı, 4331.57 kg/da ham protein verimi, Tan ve Temel (2017b) tarafından Erzurumunkoşullarında ham protein oranı % 16.70, Iğdır koşullarında %17.02, Temel ve Keskin (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise ham protein oranı % 13.7-17.5, ham protein verimi ise 77.5-241.3 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. Diğer taraftan, Temel ve

Şurgun (2019) ham protein oranının %13.25-15.38, ham protein veriminin 105.2-216.7 kg/da, Temel ve Tan (2020), ham protein oranının %15.81, Tan ve Temel (2020), ham protein veriminin Erzurum koşullarında 45.1 kg/da, Iğdır koşullarında ise 126.8 kg/da olduğunu bildirmişlerdir.

3.4. Ham kül, ADF ve NDF oranları (%)

Kinoa genotiplerinde tespit edilen ham kül, ADF ve NDF oranları arasında istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli farklar ortaya çıkmıştır (Tablo 4). En yüksek ham kül oranı %17.64 ile Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiş, bunu istatistiki olarak benzer grupta olan Rainbow (%17.53) genotipi izlemiştir. En düşük ham kül oranı ise %15.32 olarak Cherry Vanilla genotipinde belirlenirken, ham kül oranlarının ortalaması %16.74 olarak saptanmıştır. Kinoa genotiplerinde en yüksek ADF oranı %28.20 ile Red Head genotipinde, en düşük ADF oranı ise %22.80 ile Fench Vanilla genotipinde tespit edilmiştir. Genotiplerin ADF oranları ortalaması %25.49 olarak belirlenmiştir. NDF oranları bakımından genotipler karşılaştırıldığında en yüksek değerler sırasıyla Red Head (%41.14), Oro de Valle (%40.96), Q-52 (%40.91), Titicaca (%39.72) ve Cherry Vanilla (%39.27) genotiplerinde, en düşük NDF oranları ise sırasıyla Populasyon-Çin (%36.65), French Vanilla (%37.04) ve Moqu-Arochilla (%37.15) genotiplerinde tespit edilmiştir. Genotiplere ait NDF oranları ortalaması % 39.02 olarak ortaya çıkmıştır.

Kinoa ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda ham kül, ADF ve NDF oranlarına ait farklı değerler elde edilmiştir. Kaya ve ark. (2017) tarafından ADF oranı %29.05, NDF oranı %43.56, Üke ve ark. (2017) tarafından ham kül oranı %12.21-15.24, ADF oranı %24.80-31.12, NDF oranı %37.19-46.21, Temel ve Keskin (2019) tarafından ADF oranı %22.8-26.9, NDF oranı % 38.8-43.3, Temel ve Şurgun (2019) tarafından NDF oranı %48.87-52.66, Temel ve Tan (2020) tarafından ADF oranı %21.90, NDF oranı %37.85 olarak elde edilmiştir.

Tablo 4. Kinoa genotiplerinde saptanan ham kül, ADF ve NDF oranlarına (%) ilişkin ortalamalar

Genotipler	Ham Kül (%)	ADF (%)	NDF (%)
Cherry Vanilla	15.32 C**	24.86 CDE**	39.27 AB**
French Vanilla	15.94 BC	22.80 E	37.04 C
Read Head	16.90 AB	28.20 A	41.14 A
Rainbow	17.53 A	26.79 ABC	38.35 BC
Titicaca	17.13 AB	26.87 ABC	39.72 AB
Populasyon-Çin	17.64 A	23.55 DE	36.65 C
Moqu-Arochilla	16.01 BC	25.47 BCD	37.15 C
Oro de Valle	17.20 AB	23.64 DE	40.96 A
Q-52	17.00 AB	27.23 AB	40.91 A
Ortalama	16.74	25.49	39.02

(**) 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

3.5. SKM ve KMT oranları (%) ile NYD

Farklı kinoa genotiplerinde tespit edilen sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi oranları ile nispi yem

değerleri arasında istatistiki açıdan % 1 düzeyinde farklar görülmüştür. Tablo 5 incelendiğinde, farklı kinoa genotiplerine ait en yüksek SKM oranı % 71.1 ile Fench Vanilla genotipinden elde edilmiş, en düşük SKM oranı ise % 66.9 ile Red Head genotipinde saptanmıştır. Kinoa genotiplerinin SKM oranlarının ortalaması % 69.0 olarak saptanmıştır. Kinoa genotiplerine ait KMT oranı en yüksek % 3.28 ile Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiş ve bunu istatistiki olarak benzer grupta olan French Vanilla (% 3.24) ve Moqu-Arochilla (% 3.23) genotipleri izlemiştir. En düşük KMT oranı (% 2.92) ile Read Head genotipinde saptanmış, bunu istatistiki olarak aynı grupta yer alan Oro de Valle (% 2.93) ve Q-52 (% 2.93) genotipleri takip etmiştir. Genotiplerin KMT oranlarının ortalaması % 3.08 olarak saptanmıştır. Kinoa genotiplerine ait en yüksek NYD 179.1 ile Populasyon-Çin genotipinden elde edilmiş ve bunu istatistiki olarak benzer grupta olan Fench Vanilla (178.7) ve Moqu-Arochilla (160.1) genotipleri izlemiştir. En düşük NYD ise 151.4 ile Read Head genotipinde saptanmış, bunu istatistiki olarak Q-52 (154.0) genotipi takip etmiştir. Genotiplerin ortalama NYD'leri 165.1 olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 5. Kinoa genotiplerinde saptanan SKM ve KMT oranlarına (%) ve NYD'ne ilişkin ortalamalar

Genotipler	SKM (%)	KMT (%)	NYD
Cherry Vanilla	69.5 ABC**	3.16 CD**	164.9 BC**
French Vanilla	71.1 A	3.24 AB	178.7 A
Read Head	66.9 E	2.92 D	151.4 D
Rainbow	68.0 CDE	3.13 BC	165.0 BC
Titicaca	68.0 CDE	3.02 DC	159.3 CD
Populasyon-Çin	70.6 AB	3.28 A	179.1 A
Moqu-Arochilla	69.1 BCD	3.23 AB	173.0 AB
Oro de Valle	70.5 AB	2.93 D	160.2 CD
Q-52	67.7 DE	2.93 D	154.0 D
Ortalama	69.0	3.08	165.1

(**) 0.01 düzeyinde farklılığı göstermektedir

Kinoa ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda bitkinin SKM, KMT oranları ve NYD'lerine ait sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Kaya ve ark. (2017) tarafından SKM oranı % 66.27, KMT oranı % 2.76 ve NYD 141.63, Temel ve Keskin (2019) tarafından SKM oranı % 68.81-70.37, KMT oranı % 2.8-3.00 ve NYD 150.7-163.2, Temel ve Tan (2020) tarafından SKM oranı % 71.84 ve NYD 178.20 olarak elde edilmiştir.

4. Sonuç

Bingöl şartlarında 9 farklı kinoa genotipinin ot verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir yıl süre ile yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; bölge koşulları için Q-52, Populasyon-Çin ve French Vanilla genotiplerinin en uygun genotipler olduğu söylenebilir. Ancak, daha sağlıklı bir karar verebilmek için çalışmanın bölgede birkaç yıl daha tekrar edilmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Büşra ÇAĞLAYAN'ın yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

- Akçay E, Tan M (2019). Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde kök ve sürgün gelişmesine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (3): 292-298.
- Anonim (2021). Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- AOAC (1990). Official Method of analysis. 15th. edn. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. USA.
- Geerts S, Raes D, Garcia M, Taboada C, Miranda R, Cusicanqui J, Mhizac T, Vacher J (2009). Modeling the potential for closing quinoa yield gaps under varying water availability in the Bolivian Altiplano. Agricultural Water Management, 96 (11): 1652-1658.
- Geren H, Kavut YT, Topçu GD, Ekren S, İştıpliler D (2014). Akdeniz iklimi koşullarında yetiştirilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 51 (3): 297-305.
- Jacobsen SE (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, 19 (1-2): 167-177.
- Jacobsen SE, Monteros C, Christiansen JL, Bravo LA, Corcuera LJ, Mujica A (2005). Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. European Journal of Agronomy, 22: 131-139.
- Kaya E, Kızıl Aydemir S, Ergin N (2017). Farklı kinoa çeşitlerinin Bilecik yöresinde yeşil ot verimlerinin ve verim komponentlerinin belirlenmesi. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, ICAE - IWCB, Özel Sayı: 50-61.
- Kır AE, Temel S (2017). Sulu koşullarda farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (1): 353-361.
- Morrison JA (2003). Hay and pasture management. Chapter 8. Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Centre.

- Önkür H, Keskin B (2019). Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın tohum verimi ve bazı bitkisel özellikleri üzerine sıra üzeri ve sıra arası mesafelerinin etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1): 51-59.
- Razzaghi F (2011). Acclimatization and agronomic performance of quinoa exposed to salinity, drought and soil-related abiotic stresses. Department of Agroecology Science and Technology, Aarhus University, Ph.D. Thesis.
- Sarıçiçek Z (1995). Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu. OMÜ, Ziraat Fakültesi, pp. 68, Samsun.
- SAS (2000). SAS User's Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- Sezen Y (1995). Gübreler ve gübreleme (ikinci Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 679, pp. 2015, Erzurum.
- Tan M, Temel S (2017a). Studies on the adation of quinoa (*Chenopodium quiona* Willd.) to Eastern Anatolia Region of Turkey. *AGROFOR International Journal*, 2(2): 33-39.
- Tan M, Temel S (2017b). Erzurum ve Iğdır şartlarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin kuru madde verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4): 257-263.
- Tan M, Temel S (2019). Her yönüyle kinoa; önemi, kullanılması ve yetiştiriciliği. İKSAD Publishing House, Ankara.
- Tan M, Temel S (2020). Doğu Anadolu'nun kuru şartlarında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin kaba yem üretimlerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3): 554-561.
- Temel I, Keskin B (2019). Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın ot verimi ve bazı verim unsurlarına farklı sıra üzeri ve sıra arası mesafelerin etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 522-532.
- Temel S, Şurgun N (2019). Farklı dozlarda uygulanan azot ve fosforlu gübrelemenin kinoanın ot verimi ve kalitesine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3): 1785-1796.
- Temel S, Tan M (2020). Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşitlerinin kaba yem kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2): 347-354.
- Üke Ö, Kale A, Kaplan M, Kamalak A (2017). Olgunlaşma döneminin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da ot verimi ve kalitesi ile gaz ve metan üretimine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(1): 42-46.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Zengin M (2012). Toprak ve bitki analiz sonuçlarının yorumlanmasında temel ilkeler. Karaman MR (eds.), *Bitki Besleme, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2*, pp 874.

Korkuteli Soğuk Hava Depolarında Armutta *Penicillium expansum*'a Karşı Bazı Alternatif Mücadele Yöntemlerinin Belirlenmesi

Şerife Evrim ARICI*¹, Şahan KOÇ¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 226-233, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 226-233, 2021

Özet: *Penicillium expansum*'un neden olduğu mavi küf hastalığı, armutların en önemli hasat sonrası hastalıklarından biridir. Bazı mikroorganizmalar ve uçucu yağlar *P. expansum*'un büyümesini engelleme yeteneğine sahiptir. Bu çalışmada *Penicillium expansum*'a karşı 'Karyağdı' armut çeşidinde *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* ve kekik yağının antagonistik etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *In vitro* antagonizm testlerinde *T. harzianum*, *B. subtilis*'den daha etkili olmuş ve % engelleme oranları sırasıyla %55.97, %49.37 olarak tespit edilmiştir. Kekik yağının kontakt uygulamasında *P. expansum*'un misel gelişimi %59.62-100, fumigant uygulamasında %54.17-100 oranında engellenmiştir. Meyve biyo-etkinliklerde 25°C'de *B. subtilis*, *T. harzianum* ve kekik yağı meyve çürümelerini %31.69-72.37, 0 °C'de soğuk hava deposunda %22.19-66.83 oranları arasında azaltmıştır. Çürük lezyonlarını en fazla kekik yağı kontak 500 µl/L uygulaması azaltırken, en düşük etkiyi kekik yağı fumigant %1 uygulaması göstermiştir. Çalışmalar sonucunda hem kekik yağının hem de antagonistik mikroorganizmaların (*B. subtilis*, *T. harzianum*) çevre dostu olmaları nedeniyle, armutlarda hasat sonrası *P. expansum* hastalığına karşı kullanılmasının yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Armut, *Bacillus subtilis*, Kekik uçucu yağ, *Penicillium expansum*, *Trichoderma harzianum*

Determination of Some Alternative Methods Against *Penicillium expansum* in Pear in Korkuteli Cold Storages

Abstract: The blue mold disease caused by *Penicillium expansum* is one of the most important post-harvest diseases of pears. Some microorganisms and essential oils have the ability to inhibit the growth of *P. expansum*. The aim of this study was to determine the antagonistic effect of *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* and thyme oil in the 'Karyağdı' pear cultivar against *Penicillium expansum*. *In vitro* antagonism tests, *T. harzianum* was more effective than *Bacillus subtilis* and the % inhibition rates were determined as 55.97% and 49.37%, respectively. The mycelial growth of *P. expansum* was inhibited by 59.62-100% in the contact application of thyme oil and 54.17-100% in the fumigant application. In fruit bioassays, *B. subtilis*, *T. harzianum* and thyme oil reduced fruit rot by 31.69-72.37 % at 25 °C and by 22.19 - 66.83 at 0°C. While the contact application of 500 µl / L thyme oil was most effective against caries lesions in pear fruits, the fumigant application of 1% thyme oil showed the least effect. As a result of the studies, it was concluded that it would be beneficial to use thyme oil and antagonistic microorganisms (*B. subtilis*, *T. harzianum*) against *P. expansum*, which is one of the postharvest diseases of pears, due to their environmental friendliness.

Keywords: Pear, *Bacillus subtilis*, Thyme essential oil, *Penicillium expansum*, *Trichoderma harzianum*

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
evrimarici@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 01/11/2021
Kabul (Accepted): 07/12/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Armut, bugün dünyada hemen hemen her yerde yetiştirilmektedir. Dünyada armut üretiminde başlıca ülkeler Çin, İtalya, ABD'dir (Anonim, 2014). Ülkemizde ise özellikle bölgesel açıdan en çok Ege Bölgesi, Marmara Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesinde olmak üzere en yoğun olan sırasıyla Bursa, Ankara Balıkesir, Aydın, Manisa, İzmir, Muğla, Çanakkale illerinde ve daha birçok farklı illerde yetiştiricilik yapılmaktadır. TÜİK verilerine göre, Türkiye'de toplam meyve veren armut ağaç sayısı 11554 olup toplam üretim 530723 tondur (TÜİK, 2019). Armut, ülkemizde birçok yörede üretilebildiği gibi Antalya Korkuteli ilçesinde üretilmekte, Antalya, Türkiye'nin armut üretiminin yüzde 20'sini karşılamaktadır. Üretimi en fazla yapılan çeşit, 2018 yılında Türk Patent Enstitüsü tarafından coğrafi işaret tescilinin ardından 'Karyağdı' olarak 'Coğrafi İşaretli Ürünler' arasına alınarak markalaştırılmıştır (Anonim, 2019).

Sebze ve meyvelerde hasat sonrası çoğunluğu fungal kaynaklı olan ciddi ekonomik kayıplara neden olabilen birçok hastalık görülmektedir. Bu etmenler aynı zamanda meyve ve sebzelerde kalite düşüşlerine neden olmakta ve raf ömrünü azaltmaktadırlar. Bu kayıplar gelişmiş ülkelerde toplam meyve-sebze üretiminin %25'ni oluştururken, gelişmekte olan ülkelerde ise bu oranın %50'nin üzerinde olduğu ortaya konmuştur (Nunes, 2012). Meyvelerde hasat sonrası zarar yapan başlıca önemli fungal hastalıklar arasında *Colletotrichum gloeosporioides*, *Monilinia* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus niger*, *Penicillium expansum*, *Alternaria* spp. ve *Rhizopus* spp. türleri bulunmaktadır (Antunes ve Cavaco, 2010). Mavi küf hastalığı olarak bilinen ve özellikle depolanan elma ve armutlarda yaygın olarak görülen *Penicillium expansum* önemli bir hastalık etmenidir (Bogiang ve ark., 2009). *P. expansum* tarafından enfekte olan meyveler ilk dönemlerde açık kahverengi bir renk almakta, çürümüş alanlar yumuşak sulu ve açık kahverengi renkte görülmektedir. Daha sonra etmenin mavi-yeşil spor kitlesi oluşmaktadır. Soğuk hava depolarında sorun olan fungal hastalıkların tespit ve yoğunluğunu araştıran bir çalışmada Antalya ili Korkuteli ve Elmalı ilçelerinde elmalarda hasat sonrası soğuk hava depolarında fazlaca soruna neden olan fungal kaynaklı hastalıkların büyük bir çoğunluğunun *P. expansum* tarafından gerçekleştiği bildirilmiştir (Kalın, 2011).

Fusarium, *Penicillium*, *Alternaria* ve *Aspergillus* gibi bazı fungal cinsler ekonomik olarak çok büyük kayıplara sebep olabildiği gibi insan ve halk sağlığı içinde potansiyel tehlike oluşturan mitoksinler üretebildiği belirtilmiştir. Örneğin birçok meyvede mavi küf hastalığına neden olan *Penicillium expansum* ürettiği sekonder toksik metabolitleri nedeniyle (Patulin, Sitrinin ve Chaetoglobosin'ler) potansiyel olarak kanserojenik risk teşkil ettiği önemle vurgulanmıştır (Liu ve ark., 2013).

Hasat sonrası sebze ve meyvelerde oluşan hastalıkları kontrol etmek amacıyla sentetik fungusitler son zamanlarda dünyanın çoğu yerinde birincil olarak kullanılan preparatlardır. Bütün dünyada tüketicilerin gıdalarda zararlı kimyasalların azaltılmasına yönelme arzusu ve patojen fungusların fungusit direnci kazanması nedeniyle toksisitesi olmayan, kalıntı oranı düşük, ekonomi ve çevreye dost olabilecek alternatif biyolojik mücadele metotlarının bulunmasına yönelmişlerdir (Droby ve ark., 2009). Trichoderma'lar biyolojik mücadelede en çok kullanılan antagonistler arasında olup dünyanın çoğu yerine geniş bir yayılım göstermiştir (Batta, 2015). Bunun yanı sıra bitki büyümesini teşvik eden bakterilerden (PGPB) biri olan *Bacillus subtilis*, patojenik olmayan ve bitki büyümesini, hastalık direncini ve abiyotik stres toleransını doğrudan veya dolaylı olarak teşvik edebilen bir bakteridir. Bu ürünlerin konukçu bitki metabolizmasında çeşitli fizyolojik değişiklikler vasıtası ile bitkiler, insanlar veya çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmadan sistemik direnci indükleyerek raf ömrünün uzamasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. (Van Loon, 2007, Punja ve ark., 2016; Arroyave ve ark., 2017; Çaltılı ve Arıcı, 2017; Medina ve ark., 2018).

Uçucu yağların mikotoksijenik funguslar ve çeşitli patojenlere karşı antifungal etkisi daha önce birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve etkileri gösterilmiştir. Uçucu yağların fungusit olarak kullanılmasının en güzel yanı bu doğal bileşiklerin çevreye zararlı etkileri olmayan 'çevre dostu' olması olarak düşünülmüştür (Isman, 2000). Ülkemizde "kekik" olarak tanımlanan *Lamiaceae* familyasına ait pek çok hoş kokulu bitki türü bulunmakta ve özellikle uçucu yağı karvakrol ve timol içermektedir Yapılan çalışmalarda kekik yağının bir çok fungal hastalığı baskıladığı belirlenmiştir (Baydar, 2007; Bosquez ve ark., 2010; Camele ve ark., 2012).

Yapılan bu çalışmada Korkuteli, Antalya soğuk hava depolarında armutlarda hasat sonrası mavi küf hastalığına neden olan *P. expansum* etmenine karşı sentetik fungusitlere alternatif olarak kullanım olanağı olabilecek ve insan sağlığına olumsuz etkisi olmayan, mikrobiyal etmenler (*T. harzianum*, *B. subtilis*) ve uçucu (kekik) yağı, preparatlarının *in vivo* ve *in vitro* koşullarda *Penicillium expansum* hastalığına karşı etkinlikleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma 2019 yılında Antalya iline bağlı Korkuteli ilçesinde Koç Soğuk Hava Deposu ve Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede Karyağdı armut çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada Korkuteli ilçesinde bulunan Karyağdı armudu depolanan 6 farklı

depodan alınan *P. expansum* ile enfekteli armut örneklerinden fungus izolasyonu gerçekleştirilmiş, tanı ve teşhisi ile patojenite testi yapılmıştır (Barnett ve Hunter, 1972; Domsch ve ark., 1980; Rosenberger, 1990; Frisvad ve Samson, 2004; Amiri ve ark., 2008; Pitt ve Hocking, 2009). Yapılan patojenite testi sonucunda virulansı en yüksek olan K3 izolatu denemelerde kullanılmıştır. Denemede kullanılan uçucu yağ (*Origanum monites* L.) İzmir Kekikçi ISIBU Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden Doç. Dr. Arif Şanlı'dan temin edilmiştir. Denemede kullanılan uçucu yağ (*Origanum onites* L.) İzmir kekikçi'nin bazı önemli uçucu yağ bileşenleri Tablo 1'de verilmiştir. Antagonist biyolojik preparat olarak fungus daha önce topraktan izole edilen tanı ve teşhisi yapılmış olan *T. harzianum* ve *B. subtilis* izolatu kullanılmıştır.

Tablo 1. Denemede kullanılan uçucu yağ İzmir Kekikçi (*Origanum onites* L.)'nin bazı önemli uçucu yağ bileşenleri

Uçucu Yağ Bileşeni	% Oranı
Carvacrol	80,1
Thymol	0,34
Linalool	7,37
Borneol	6,05
1.8-Cineol	4,58
γ-Terpinen	0,95
β-Pinen	0,61

2.1. *Penicillium expansum*'a karşı *in vitro* antagonistik testler

2.1.1 *Trichoderma harzianum* ve *Penicillium expansum* ikili kültür denemesi:

Trichoderma harzianum ve *P. expansum* Patates Dekstroz Agar (PDA) besi ortamı üzerinde ayrı ayrı olarak 7 gün 25°C'de geliştirilmiştir. Daha sonra her iki petriden alınan 5 mm çapındaki misel disk parçaları birbirinden 4 cm mesafe uzaklığında PDA besi ortamı üzerine konularak 25°C'de inkübasyona bırakılmış ve 7 gün sonra *P. expansum*'un gelişim çapı ölçümleri yapılmıştır. Deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuş ve kontrol petrilerinin merkezine *P. expansum* 5 mm çapındaki misel disk parçası konulmuştur.

2.1.2. *Bacillus subtilis* ve *Penicillium expansum* ikili kültür denemesi:

Nutrient Agar (NA) besi ortamında geliştirilen *B. subtilis* kültüründen steril öze ile alınarak Nutrient broth (NB) besi yeri içerisine konulmuş ve 48 saat çalkalayıcı inkübatörde bekletilerek spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Spor süspansiyonun son konsantrasyonu 10⁸ spor/ml olacak şekilde belirlenmiştir. PDA besi ortamı üzerinin her bir noktaya 10 µl olacak şekilde merkezden 2 cm uzaklıkta *B. subtilis* spor süspansiyonu uygulanarak 25°C inkübasyona bırakılmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra ise *P. expansum* 5 mm

çapındaki misel disk parçası merkeze konularak tekrar 25°C inkübasyona bırakılmıştır. Deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuş ve patojen fungus gelişim çapı ölçümleri 7 gün sonra yapılmıştır. Kontrol olarak kullanılan petrilere bakteri yerine su kullanılmıştır (Erdoğan ve Benlioğlu, 2010).

2.1.3. *Penicillium expansum*'a karşı uçucu yağın (kekik yağı) kontakt ve fumigant etkisi:

2.1.3.1. Kontakt etki:

Kekik yağı 0, 100, 300, 500 µl/L konsantrasyonlarında ayrı ayrı PDA besi ortamı içerisine ilave edilerek steril petrilere dökülmüştür. *P. expansum* mantar delici ile alınarak (5mm) uçucu yağ + PDA besi ortamı içeren petri kaplarının ortasına yerleştirilmiş, parafilm sarılan petri kapları 25°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Soliman ve Badeaa, 2002). Deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuştur.

2.1.3.2. Fumigant etki:

P. expansum disk parçasının (5 mm) yerleştirildiği PDA içeren petrilerin kapaklarına steril edilen filtre kağıtları yerleştirildikten sonra her bir filtre kağıdına kekik yağının fumigant etkisinin belirlenmesi amacıyla ayrı ayrı 1 µl/ petri, 3 µl/ petri, 5 µl/ petri, 7 µl/ petri, 9 µl/ petri dozlarında uygulanmıştır. Kontrol petrilerinin kapaklarındaki kağıtlara aynı oranlarda steril destile su uygulanmıştır. Petri kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra ters çevrilerek 7 gün boyunca 25°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Feng ve ark., 2011). Deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuştur. *In vitro* etkinlikleri denemelerde antagonist mikroorganizmalar ve uçucu yağ uygulamalarının % engellemeleri aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

% Engelleme = $\frac{[\text{Kontrol petride fungal koloni çapı} - \text{Uygulama yapılan petride koloni çapı}]}{\text{Kontrol petride fungal koloni çapı}} \times 100$ formül yardımı ile yüzde engellemeler hesaplanmıştır.

2.2. *Penicillium expansum*'a karşı *in vivo* antagonistik testler:

Antagonistik mikroorganizmalar ve kekik yağının *P. expansum*'un neden olduğu meyve çürüklüğü enfeksiyonunu azaltma etkisini değerlendirmek amacıyla Karyadı' çeşidinin armut meyvesi üzerinde *in vivo* testleri yürütülmüştür. *In vivo* testleri kontrollü koşullarda 25°C inkübatör de ve 0°C de Korkuteli soğuk hava deposunda yapılmıştır. Armut meyveleri %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 3 dk bekletildikten sonra oda sıcaklığında kurutma kâğıtları üzerinde kurumaya bırakılmıştır. PDA ortamında 10 gün boyunca 25°C'de kültüre alınan *P. expansum* üzerine 10 ml steril destile su eklenerek spor süspansiyonu hazırlanmış ve spor yoğunluğu 10⁵ spor/ml

olacak şekilde ayarlanmıştır. Armut meyvesinin ekvatorial yüzeyinden 2 farklı noktasından 3 mm derinliğinde ve 3 mm çapında yaralar açılmış ve 10 µl *P. expansum*'un spor süspansiyonu mikropipetle damlatılmıştır. Daha sonra armut meyvesi steril plastik kaplar içerisine, steril saf su ile nemlendirilmiş, steril kurutma kağıtları üzerine yerleştirilmiş ve 12 saat süreyle %80 nem 25°C inkübasyona bırakılmıştır. *P. expansum*'un inokulasyonundan 12 saat sonra kekik uçucu yağlarının kontakt etkisi uygulamasında yağlardan belirlenen dozlar (100 µl/L, 300 µl/L ve 500 µl/L) *B. subtilis* (10⁸ hücre/ml) ve *T. harzianum*'da (10⁶ spor/ml) yaralara 10 µl damlatılmıştır. Kekik yağının fumigant etkisi için kekik yağı 2X 3 cm steril kağıt üzerine %1, %3 ve %5 konsantrasyonlarında 10 µl damlatıldıktan sonra armut meyvelerinin bulunduğu kapların kapaklarına yapıştırılmıştır. Nem kontrolünü sağlamak amacıyla da steril kurutma kağıtları kesilerek tabanına serilmiş ve stereril su ile ıslatılmıştır. Daha sonra plastik sızdırmaz kaplar streç film ile kaplanmış, 25°C'de %80 nemde 10 gün inkübasyona bırakılmıştır. Aynı gün depo denemeleri için hazırlanan armut meyveleri ISIBU Ziraat Fakültesinden alınarak Korkuteli soğuk hava deposuna götürülmüş burada depo koşullarında 0°C %80 nemde 60 gün inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda ölçümler yapılmıştır. Ölçümler çürük çapına dik yüzeyel iki yönde olacak şekilde yapılmış, cm olarak kaydedilmiştir Deneme 4 tekrarlı olarak kurulmuştur.

2.3. İstatistik

Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler için IBM® SPSS® 22 Statistics paket programlarından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *In vitro* denemelerinin sonuçları

3.1.1. *Penicillium expansum*'a karşı mikrobiyal antagonistlerin etkileri

İkili kültür uygulamasında biyolojik etmenler kendi aralarında değerlendirildiğinde; iki uygulama *B. subtilis* (5.26 cm), *T. harzianum* (3.52 cm) arasında istatistiksel açıdan (P≤0.05) fark bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre *T. harzianum* *Bacillus subtilis*'ten daha etkili olup % engelleme oranları sırasıyla %55.97, %49.37'dir (Tablo 2).

Tablo 2. *Bacillus subtilis* ve *Trichoderma harzianum* ikili kültür uygulamalarının koloni ölçümleri ve yüzde engelleme oranları

Uygulama	<i>P. expansum</i> Koloni Çapı (Cm)	Engelleme Oranı (%)
Kontrol	7.91±0.33 c	0± 0 c
<i>B. subtilis</i>	5.26±0.47 b	49.37±4.53 b
<i>T. harzianum</i>	3.52±0.23 a	55.97±2.13 a

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

3.1.2. *Penicillium expansum*'a karşı kekik yağının kontakt ve fumigant etkisi

Kekik yağının kontakt uygulamaları kendi aralarında patojenin koloni çapı açısından değerlendirildiğinde uygulamalar arasında istatistiksel açıdan (P≤0.05) fark bulunmuştur. Patojenin koloni gelişimi 5 µl/L uygulamasında 2.77 cm, 15 µl/L uygulamasında 1.31 cm ve 25 µl/L uygulamasında 0 cm olarak belirlenmiştir. Kekik yağının patojen gelişimini engelleme oranları sırasıyla %59.62 (5 µl/L), %85.47 (15 µl/L) ve %100 (25 µl/L) olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. *Penicillium expansum*'a karşı uçucu yağın (kekik yağı) kontakt etkisi

Uygulama (µl/L)	<i>P. expansum</i> Koloni Çapı (cm)	Engelleme Oranı (%)
5 µl/L	2.77±0.81 c	59.62±6.21 c
15 µl/L	1.31±0.23 b	85.47±4.95 b
25 µl/L	0±0 a	100±0 a
Kontrol	7.91±0.33 d	0±0 d

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

Kekik yağının fumigant uygulamaları kendi aralarında koloni çapı açısından değerlendirildiğinde 1 µl/petri fumigant uygulaması dışında bütün uygulamalarda fungal gelişim gözlenmemiş olup 3 µl/petri (0 cm), 5 µl/petri (0 cm), 7 µl/petri (0 cm), 9 µl/petri (0 cm) uygulamalarının arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir (P≥0.05). Kekik yağının 1 µl/petri fumigant uygulamasında koloni çapı 3.56 cm olarak belirlenmiş ve istatistiksel açıdan (P≤0.05) fark bulunmuştur. Kekik yağının fumigant uygulamalar sırasıyla 1 µl/petri, 3 µl/petri, 5 µl/petri, 7 µl/petri, 9 µl/petri % engelleme oranı sırasıyla %54.17, %100, %100, %100 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Sonuç olarak *in vitro* denemelerinde kontrollere göre kekik yağının fumigant etkisinin koloni gelişimini tamamen durdurduğu en düşük dozun 3 µl/petri (0 cm) ve kekik yağının kontakt etkisinin en fazla etkilediği dozun 25 µl/L (0cm) uygulamasında, en düşük engelleme ise 1 µl/petri (3.56 cm) fumigant ve 5 µl/L (2.77 cm) kontakt uygulamalarında tespit edilmiştir.

Tablo 4. *Penicillium expansum*'a karşı uçucu yağın (kekik yağı) fumigant etkisi

Uygulama (µl/petri)	<i>P. expansum</i> Koloni Çapı (cm)	Engelleme Oranı (%)
1 µl/petri	3.56±0.57 b	54.17±10.87 b
3 µl/petri	0±0 a	100±0 a
5 µl/petri	0±0 a	100±0 a
7 µl/petri	0±0 a	100±0 a
9 µl/petri	0±0 a	100±0 a
Kontrol	7.91±0.33 c	0±0 c

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

Tablo 5. Mikrobiyal antagonistlerin ve kekik yağının *in vivo* koşullarda Karyagdı armut meyvesinde *P. expansum*'a karşı etkisi

Uygulama	Sıcaklık				
	25°C		0°C		
	Lezyon Çapları (cm)	Engelleme oranı (%)	Lezyon Çapları (cm)	Engelleme oranı (%)	
<i>B. subtilis</i>	2.29±0.02 c	50.96±0.65 d	1.86±0.02 b	52.55±0.47 b	
<i>T. harzianum</i>	1.76±0.05 b	62.13±1.48b	2.12±0.03 cd	45.91±0.57 c	
Kekik yağı	100 µl/L	3.05±0.04 d	34.68±0.98 e	3.05±0.04 f	22.19±1.33 e
kontakt etki	300 µl/L	1.98±0.05 b	57.60±0.82c	1.98±0.05 bc	49.48±0.98 b
	500 µl/L	1.29±0.03 a	72.37±0.88 a	1.30±0.02 a	66.83±0.55 a
Kekik yağı	%1	3.19±0.05 d	31.69±0.60 e	2.48±0.03 e	36.73±0.37 d
fumigant etki	%3	3.17±0.05 d	32.11±0.68e	2.19±0.05 d	44.13±0.43 c
	%5	2.48±0.05 c	46.89±0.58d	1.98±0.05 bc	49.48±0.68 b
Kontrol	4.67±0.07 e		3.92±0.04 g		

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

3.2. *Penicillium expansum*'a karşı *in vivo* antagonistik denemelerinin sonuçları

Armutta 25°C'de %80 nemde 10 gün inkübasyona bırakılan meyvelerin biyo-etkinliklerinde *B. subtilis*, *T. harzianum* ve kekik yağı, meyve çürümesini %31.69-72.37, +0 °C'de soğuk hava deposunda %22.19-66.83 oranları arasında azaltmıştır. Çürük lezyonlarını en fazla kekik yağı kontak 500 µl/L (%72.37) uygulaması azaltırken, en düşük etkiyi kekik yağı fumigant %1 (%31.69) oranı uygulaması göstermiştir. Lezyon çapı en az kekik yağı kontak 500 µl/L (1.29 cm) uygulamasında en fazla ise kontrol uygulamasında (4.67 cm) hesaplanmıştır (Şekil 1). Kekik yağı fumigant uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde %1'lik ve %3'lük uygulamalarının kendi aralarında istatistiksel olarak bir farkın bulunmadığı, %5'lik uygulamanın ise istatistiksel olarak (P≤0.05) farklı olduğu bulunmuştur. Kekik yağı kontakt uygulamaları kendi aralarında değerlendirildiğinde bütün uygulamaların istatistiksel olarak (P≤0.05) birbirinden farklı bulunduğu, çürük lezyonun en fazla 500 µl/L uygulamasının engellediği görülmüştür. Biyolojik etmenlerden ise *T. harzianum*'un (%62.13) daha etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).



Şekil 1. Mikrobiyal antagonistlerin ve kekik yağı uygulamalarının 25°C'de Karyagdı armut çeşidinde *P. expansum*'a etkileri



Şekil 2. Mikrobiyal antagonistlerin ve kekik yağı uygulamalarının 0°C'de Karyagdı armut meyvesinde *P. expansum*'a etkileri

Armutlar 0°C'de %80 nemde 60 gün inkübasyona bırakılan meyvelerin biyo-etkinliklerinde *P. expansum*'a

karşı en fazla etkinin kekik yağının kontak 500 µl/L uygulaması (1.30 cm), en düşük etkinin ise kekik yağının kontak 100 µl/L (3.05 cm) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 2). Kontrol meyvelerde çürük lezyonu 3.92 cm olarak belirlenmiştir. Çürük lezyonlarını en fazla kekik yağı kontak 500 µl/L (%66.83) uygulaması azaltırken, en düşük etkiyi kekik yağı kontak 100 µl/L (%22.19) uygulaması göstermiştir. Biyolojik etmenler kendi aralarında değerlendirildiğinde *B. subtilis*'in (%52.55) *T. harzianum*'dan (%45.91) daha etkili olduğu ve çürük lezyonunu daha fazla engellediği sonucuna varılmıştır (Tablo 5).

4. Tartışma

Geleneksel olarak, hasat sonrası hastalık kontrolü kimyasal fungusit uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir, fakat bu durum çevre ve sağlık sorunları ve mikrobiyal direnç gibi sorunlara neden olabilmekte hastalıkların kontrolüne yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır (Sharma ve ark., 2009). Artan gıda güvenliği endişeleri ve çevre sorunları nedeniyle tüm dünyada sentetik fungusitlerden kaçınma ve biyolojik ve doğal yöntemlere bir eğilim söz konusudur. Hasat sonrası meyve hastalıklarının kontrolünde, antagonistik fungusların kullanımı büyük potansiyele sahip bir alternatif olabileceği; özellikle *Trichoderma* ve çeşitli türlerinin başarılı sonuçlar vermesi, ticari biyokontrol ürünlerinin üretilmesine yol açan oldukça umut verici sonuçlar elde etmişlerdir (Woo ve ark., 2006). Yapmış olduğumuz çalışmada *T. harzianum* *in vitro* koşullarda *P. expansum*'un gelişimini %55.97 engellemiştir.

Armutta 25°C'de %80 nemde 10 gün inkübasyona bırakılan meyvelerin biyo-tahlillerinde biyolojik etmenlerden *T. harzianum*'un (%62.13) daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada Amin ve ark., (2017), Yıldız (2015) ve Batta (2006)'nın yaptıkları çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tozlu ve ark., (2019) ve Zhimo ve ark., (2020)'nun yaptıkları çalışmalarla benzer olarak bu çalışmada *B.*

subtilis'in etkili bir biyokontrol ajanı olduğu sonucuna varılmıştır. Denemede kullandığımız antagonistik bakteri *B. subtilis* 0°C'de çürük lezyon çapı (1.86 cm) olarak ölçülmüş, fakat 25°C'de çürük lezyon çapı (2.29 cm) olarak ölçülmüştür. *P.expansum* çürüklük lezyon engelleme oranı 0°C'de %52.55 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç Morales ve ark., (2008)'nin yaptıkları çalışmayla tutarlı olarak düşük sıcaklıklarda bakteriyel ajanların biyolojik etkinliğinin yüksek olduğu düşünülmüştür

Hasat sonrası hastalıkları kontrol etmek için uçucu yağların kullanımı, güvenlik özellikleri, biyolojik olarak parçalanabilirliği ve çevre dostu bileşikler olmaları nedeniyle gittikçe daha önemli hale gelmişlerdir (Sivakumar ve Bautista, 2014). Yapmış olduğumuz çalışmada Yılmaz, (2012) ve Sellamuthu ve ark., (2013)'nun elde ettiği sonuçlar ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kekik yağının güçlü antifungal etkileri çalışmalarımızda da gözlemlenmiştir. *In vitro*'da yapmış olduğumuz çalışmalarda kekik uçucu yağının 1 µL /petri dozu hariç diğer bütün dozları *P. expansum*'un misel gelişimini tamamen inhibe etmiştir. Hem 25°C'de hem de 0°C'de kekik yağı kontak (500 µl/L) uygulamaları fumigant uygulamalara kıyasla en yüksek etkiyi göstermiştir. Kekik yağı kontakt (500 µl/L) uygulamasında 25°C'de çürük lezyon çapı 1.29 cm, 0°C'de ise 1.30 cm olarak ölçülmüştür. Kekik yağı kontakt (500 µl/L) uygulamasında 25°C'de çürük engelleme oranı %72.37 ve 0°C'de ise %66.83 olarak hesaplanmıştır.

Marandi ve ark., (2011)'de yapmış oldukları çalışmada armutlarda hasat sonrası kayıplara yol açan (*Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum* etmenlerine karşı 3 farklı bitkinin *Thymus kotschyanus* (kekik), *Ocimum basilicum* (fesleğen) ve *Rosmarinus officinalis* (biberiye) yağlarının etkinlikleri araştırılmış, kekik yağının diğer yağlara kıyasla hastalık şiddetini azalttığını, ayrıca *B. cinerea* ve *P. expansum* ile enfekteli meyve sayısının azaldığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmada *in vitro* koşullarda kekik yağının fumigasyon uygulamaları çok etkili sonuçlar göstermiş, fakat *in vivo* koşullarda ise bu güçlü etki gözlenmemiştir. Bu sonuçlar (Xing ve ark., 2010)'nin yapmış olduğu çalışmayla tutarlı olarak, armut örneklerinde fumigasyon uygulamalarının etkinliğinin kontakt uygulamalara kıyasla daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Hasat sonrası patojenleri kontrol etkinliğini artırmak ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla uçucu yağların, kitosan gibi doğal yenilebilir filmler ve kaplama ile ilgili yapılan çalışmalar mevcuttur. Uçucu yağların kitosan ile birlikte kullanımlarının sadece uçucu yağ uygulamasına kıyasla etkinliği artırdığı bulunmuştur. Farklı elma çeşitlerinde *in vivo* denemelerde, fumigasyon uygulaması yapılan elma örneklerinde uçucu yağların etkisinin kısa bir süre içerisinde kaybolduğu; ve bu etkinin devamlılığı

için elma örneklerinin kitosan gibi materyallerle kaplanması gerektiği bildirilmiştir (Xing ve ark., 2010). Kitosan ve kekik yağının hasat sonrası üzümün raf ömrü ve fungal hastalıklara olan etkisi araştırılmış %1'lik kitosan ve 300 µl kekik yağı uygulamasının hasat sonrası patojenik fungusun etkinliğini azaltarak çürümeyi azalttığı aynı zamanda üzümün meyve kalitesini ve raf ömrünü artırdığı sonucuna varmışlardır (Dehestani ve Mostofi 2019).

5. Sonuç

Sonuç olarak hasat sonrası hastalıklarda sentetik fungusit kullanımını en aza indirmek ve hasat sonrası kayıpları minimuma düşürmek amacıyla doğal ve biyolojik yaklaşımların yaygınlaşması gerekmektedir. Tek başına antagonist mikroorganizmalar hastalık kontrolünde sentetik fungusitler kadar başarı sağlayamamaktadır, fakat değişik mikroorganizma kombinasyonlarının bir arada kullanılmasının başarıyı oldukça arttırdıkları kabul edilmiştir. Ülkemizde daha sonra yapılacak çalışmalarda hasat sonrası hastalıkların kontrolünde farklı mikroorganizma kombinasyonlarının farklı sebze ve meyvelerde denenerek etkinliklerinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Uçucu yağların hem insan sağlığına güvenli hem de çevreye dost doğal bileşikler olması sebebiyle hasat sonrası hastalıkların kontrolünde kullanım olanaklarının yaygınlaştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen bu çalışmanın sonuçları, hasat sonrası armut *P. expansum* hastalığına karşı daha sonra yapılacak olan çalışmalara kaynak oluşturacaktır.

Kaynaklar

- Amin S, Ismail A, Kasnazany S, Mahmood H (2017). Biological control of post-harvest disease of blue mould (*Penicillium expansum*) of pear fruit by using antagonist microorganisms under laboratory and cold storage conditions. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 4: 20-31.
- Amiri A, Dugas R, Pichot A, Bompei G (2008). *In vitro* and *in vivo* activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. *International Journal of Food microbiology*, 126: 13-19.
- Anonim (2019). Trt Haber <https://www.trthaber.com/haber/yasam/karyagdi-armudunda-bu-yil-verim-yuksek-439426.html> (Son erişim tarihi:11 Aralık 2019)
- Antunes MDC, Cavaco AM (2010). The use of essential oils for postharvest decay control. A review. *Flavour and Fragrance Journal* 25: 351-366.

- Arroyave JJ, Mosquera S, Villegas-Escobar V (2017). Biocontrol activity of *Bacillus subtilis* EA-CB0015 cells and lipopeptides against postharvest fungal pathogens. *Biological Control* 114: 195–200.
- Barnett HL, Hunter BB (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, Burgess Publishing Company, USA, 240 p.
- Batta Y (2015). Production and Testing of biopesticide for control of postharvest mold infections on fresh fruits of apple and pear. *Advances in Microbiology*, 5: 787-796.
- Baydar H (2007). *Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, S.D.Ü. Yayın No: 51, 216 s.
- Bogiang L, Tongfei L, Guozheng Q, Shiping T (2009). Ambient pH inhibits spore germination of *Penicillium expansum* by impairing protein synthesis and folding: A Proteomic-Based Study. *Journal of Proteome Research*, 9: 298-307.
- Bosquez-Molina E, Ronquillo-de Jesus E, Bautista-Banos S, Verde-Calvo JR, Morales-Lopez J (2010). Inhibitory effect of essential oils against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Rhizopus stolonifer* in stored papaya fruit and their possible application in coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 57: 132-137.
- Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL (2012). In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *International Journal of Molecular Sciences*. 13(2): 2290-2300.
- Çaltılı O, Arıcı ŞE (2017). The determination of the efficacy of some microbial preparations against apple scab disease (*Venturia inaequalis* Cke Wint) in Isparta. 3rd ASM, International congress of agriculture and environment, 16-18.11.2017, Kasım 16-18.
- Dehestani-Ardakani M, Mostofi Y (2019). Postharvest application of chitosan and *Thymus* essential oil increase quality of the table grape cv. 'Shahroudi'. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 2(1): 31-42.
- Domsch KH, Gams V, Anderson TH (1980). *Compendium of Soil Fungi*. Academic Press, London, pp:859.
- Droby S, Wisniewski M, Macarisin D, Wilson C (2009). Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology*, 52(2): 137-145.
- Erdogan O, Benlioglu K (2010). Biological control of *Verticillium* wilt on cotton by the use of fluorescent *Pseudomonas* spp. under field conditions. *Biological Control*, 53: 39–45.
- Feng W, Chen J, Zheng X, Liu Q (2011). Tyme oil to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo as fumigant and contact treatments. *Food Control*, (22): 78-81.
- Frisvad CJ, Samson AR (2004). Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium*: A guide to identification of food and air borne terverticillate *Penicillia* and their mycotoxins. *Studies in Mycology*, (49): 1-174.
- Isman MB (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10): 603-608.
- Kalın A (2011). Antalya İlinin Elmalı ve Korkuteli ilçelerinde soğuk hava depolarında sorun olan hasat sonrası hastalıkların belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Liu J, Wisniewski M, Artlip T, Sui Y, Droby S, Norelli J (2013). The potential role of PR-8 gene of apple fruit in the mode of action of the yeast antagonist, *Candida oleophila*, in postharvest biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology* 85: 203-209.
- Medina-Cordova N, Rosales Mendoza S, Hernández-Montiel L, Angulo C (2018). The potential use of *Debaryomyces hansenii* for the biological control of pathogenic fungi in food. *Biological Control*, 121: 216-222.
- Marandi RJ, Hassani A, Ghosta Y, Abdollahi A, Pirzad A, Sefidkon F (2011). Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on pear with *Thymus kotschyianus*, *Ocimum basilicum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5(4): 626-634.
- Morales H, Sanchis V, Usall J, Ramos AJ, Marín S (2008). Effect of biocontrol agents *Candida sake* and *Pantoea agglomerans* on *Penicillium expansum* growth and patulin accumulation in apples. *International Journal of Food Microbiology*, 122(1-2): 61-67.
- Nunes C (2012). Biological control of postharvest diseases of fruit. *European Journal of Plant Pathology*, 133: 181-196.
- Pitt JI, Hocking AD (2009). *Fungi and food spoilage*. New York, NY: Springer
- Punja Z, Rodríguez G, Tirajoh A (2016). Effects of *Bacillus subtilis* strain QST 713 and storage temperatures on post-harvest disease development on greenhouse tomatoes. *Crop Protection*, 84: 98-104.

- Rosenberger DA (1990). Blue mold. In A. L. Jones and H. S. Aldwinkle (Eds) Compendium of apple and pear diseases. St. Paul, MN: APS Press.
- Sellamuthu PS, Sivakumar D, Soundy P (2013). Essential oils control Postharvest Diseases. Journal of Food Safety, (3): 86-93.
- Sharma R, Singh D, Singh R (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biological Control, (50): 205-221.
- Sivakumar D, Bautista-Baños S (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. Crop Protection. (64): 27-37.
- Soliman KM, Badeaa RI (2002) Effect of oil extract from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. Food and Chemical Toxicology, 40: 1669 - 1675.
- Tozlu E, Kotan MS Tekiner N, Dikbaş N, Kotan R (2019). Biological control of postharvest spoilage in fresh mandarins (*Citrus Reticulata* Blanco) fruits using bacteria during storage. Erwerbs-Obstbau, (61): 157-164.
- TÜİK (2019). www.tuik.org.tr (Son erişim tarihi:11 Aralık 2019)
- Van Loon LC (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. European Journal of Plant Pathology, (119): 243–254.
- Woo S, Scala F, Ruocco M, Lorito M (2006). The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. Phytopathology. (96): 181-185.
- Xing Y, Li X, Xu Q, Yun J, Lu Y (2010). Antifungal activities of cinnamon oil against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* in vitro and in vivo fruit test. International Journal of Food Science & Technology, 45(9): 1837-1842.
- Yıldız C (2015). Elmalarda bazı fungal hastalıkların hasat sonrası kontrol olanakları. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz A (2012). Bazı bitki uçucu yağlarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı *in vitro* ve *in vivo* etkilerinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Zhimo VY, Biasi A, Kumar A (2020). Yeasts and bacterial consortia from kefir grains are effective biocontrol agents of postharvest diseases of fruits. Microorganisms, 8(3): 428.

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.)'in Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlemesi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 234-240, 2021

Halil İbrahim POLAT¹, Asuman KAN^{*2}

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 234-240, 2021

Özet: Bu araştırma, 2018 yılında Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen karabuğdayın farklı gelişme dönemlerinde (Çiçeklenme öncesi, Tam çiçeklenme, Tohum bağlama başı, Tohum bağlama sonu dönemleri) hasat edilip, bu gelişme dönemlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme "Tesadüf Bloklarında Faktöriyel Deneme Desenine" göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Araştırmada, farklı gelişme dönemlerine ait elde edilen sonuçlara göre; bitki boyu 21.24-89.79 cm; yaş herba verimi 114.60-1520.30 kg/da; kuru herba verimi; 29.45-413.85 kg/da; tohum verimi 168.64 kg/da; toplam fenol miktarı 50.54-139.72 mg/g; toplam flavonoid miktarı 1.60-152.77 mg/g; rutin miktarı herbada %2.17-3.01 arasında değişmiş olup, tohumda ortalama rutin miktarı %0.103 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, *Fagopyrum esculentum*, rutin, fenolik, flavonoid, verim

Determination of Some Yield and Quality Traits of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) at Different Growth Periods

Abstract: This research was carried out in 2018 to determine the effects of buckwheat grown in Konya ecological conditions on the yield and quality characteristics of buckwheat harvested in different development periods (Before flowering, Full bloom, Beginning of seed setting, End of seed setting). The experiment was established as three replications according to the "Factorial Experiment Pattern in Random Blocks". According to the results obtained from different development periods in the research; plant height 21.24-89.79 cm; fresh herb yield 114,60-1520,30 kg/da; dry herb yield; 29.45-413.85 kg/da; seed yield 168.64 kg/da; total amount of phenol 50.54-139.72 mg/g; total amount of flavonoids 1.60-152.77 mg/g; The amount of rutin in the herb varied between 2.17-3.01%, and the average amount of rutin in the seed was determined as 0.103%.

Keywords: Buckwheat, *Fagopyrum esculentum*, routine, phenolic, flavonoids, yield

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
akan@ktun.edu.tr

Alınış (Received): 08/11/2021
Kabul (Accepted): 24/11/2021

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye.
²Konya Teknik Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Konya, Türkiye.

1. Giriş

İnsanların günlük beslenmesinde önemli yere sahip olan tahıl ve tahıl ürünleri, insanlarda bir takım rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Bu hastalıklar nedeniyle farklı gıda talepleri ortaya çıkmakta ve bu gıda taleplerinin başında da gluten içermeyen karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) önemi giderek artmaktadır.

Çin, Rusya, Ukrayna, Kazakistan, Fransa, Çek Cumhuriyeti ve Slovakya gibi dünyanın pek çok ülkesinde üretilen karabuğday, ülkemizde üretimi yeterince yapılmayan ve

ithal edilen bir üründür. Karabuğday, Polyganeceae (Kuzukulağıgiller) familyasına dahil tek yıllık ve vejetasyon süresi kısa olan (80-90 gün) bir bitkidir. Karabuğday yazlık olarak ilkbaharın son donlarından sonra ekilmekte ve eylül-ekim aylarında hasat edilmektedir. Yetiştirme şartlarına göre Karabuğdayın bitki boyu 60-120 cm arasında değişim göstermektedir. Karabuğday tohumları keskin hatlara sahip, 3 kenarlı ve üçgen şeklinde koyu kahverengi gri ve siyah olup, perikarp ile kaplıdır (Mazza 1988; Mazza, 1986). Bitki hızlı gelişme gösteren, bol yapraklı ve beyaz-pembe çiçeklere sahiptir. Çiçekleri

kokulu olup bal arılarının nektar toplaması için de uygun bir bitkidir (Kan, 2018).

Karabuğday bitkisi çift çenekli (dikotiledon) bir bitkidir ve bu özelliği tahıllardan ayrıldığı temel yapısal özelliğidir (Wijngaard ve Arent, 2006). Karabuğday tanesi; kabuk, spermaderm, endosperm ve embriyodan oluşmuştur. Kabuk içten dışa doğru; epikarp, lifli tabaka, parankima ve endokarptan meydana gelir. Kabuğu alınmış taneye "kıрма-groat" denir (Mazza ve Oomah, 2003).

Karabuğdayın kültürü ilk olarak Orta Asya'da, daha sonra Avrupada da yetiştirilmeye başlamıştır (Schoenlechner ve ark., 2008). Karabuğday, Türkiye'de tarımı giderek artan, dünya genelinde yetiştirilen, ekonomik değeri, ticaretteki yeri ve tüketimi her geçen gün önemini arttırmakta olan geniş kullanım alanına sahip bir bitkidir (Yıldız ve Yalçın, 2013). Türkiye'nin ekolojik özellikleri dikkate alındığında, başta Gramineae familyasına ait önemli tahıllar olmak üzere Polyganeae familyasına dahil pek çok bitki türünün tarımı için uygun ülkelerin başında yer almaktadır (Kan, 2014).

Karabuğday tohumları proteinler, polisakaritler, diyet lifi, lipitler, rutin, polifenoller, mikro ve makro elementleri gibi çeşitli ana besinleri içermektedir. Bileşenlerin toplam içeriği çeşide veya çevresel faktörlere bağlıdır (Christa ve Soral-Šmietana, 2008; Bárta ve ark., 2004; Kim ve ark., 2004). Karabuğdaydaki protein içeriği, çeşide ve büyüme sırasındaki çevresel faktörlere bağlı olarak % 7 ile % 21 arasında değişmektedir. Günümüzde yetiştirilen çeşitler yaklaşık olarak % 11-15 protein içermektedir (Mazza, 1993). Karabuğday proteinleri özellikle lizin aminoasiti bakımından zengindir. Karabuğday proteinleri diğer tahıl proteinlerinden daha az glutamik asit ve prolin aminoasiti içerirken, daha fazla arginin, aspartik asit ve triptofan aminoasiti içermektedir. Yüksek lizin içeriği ile karabuğday proteinleri, buğday, arpa, çavdar ve mısır gibi tahılların proteinlerinden daha yüksek biyolojik değere sahiptir (Campbell, 1997; Marshall, 1982).

Karabuğdayda karbonhidrat içeriği %67-70 arasında değişmektedir ve %54.5'ini nişasta oluşturmaktadır (Schoenlechner ve ark., 2008; Steadman ve ark., 2001). Karabuğday nişastası, mısır ve buğday nişastasına göre, amilaz içeriğine, su bağlama kapasitesine ve pik viskozitesi daha yüksektir (Qian ve ark., 1998).

Karabuğday taneleri toplam %1,5 ila % 4 arasında ham yağ içerirken, ununda ham yağ içeriği % 3'ü geçmektedir (Steadman ve ark., 2001; Soral-Šmietana 1987) Karabuğdayda en yüksek lipid konsantrasyonu embriyoda (% 7-14), en düşük oranda gövde kısmında (%0,4-0,9) bulunmaktadır (Bonafaccia ve ark., 2003).

Karabuğday bitkisinin hem tohumundan hem de herbasından faydalanılmaktadır. Taneleri temel amino

asitleri bulundurmasının yanı sıra kimyasal olarak serbest gluteni içermemesi ile buğday, arpa, yulaf ve çavdar gibi diğer tahıl kökenli besin kaynaklarından ayrılırlar. Gluten intoleransı olan kişilerin diyetinde gluten çok önemli bir problem oluşturmaktadır. Bu hastalık ülkemiz nüfusunun yaklaşık % 1'ini etkilemektedir (Acar ve ark., 2011).

Bitkinin tohumları yaklaşık %1, herbaları ise yaklaşık %4-6 oranında rutin miktarına sahiptir. Karabuğdayda başta rutin olmak üzere pek çok biyolojik aktif bileşikleri içermektedir (Gulpinar ve ark., 2012; Bojnanská ve ark., 2009). Yapılan çalışmalar, rutin kılcal damarları güçlendiren, ayrıca yüksek kan basıncı ve Arteriosclerosis (arterlerin sertleşmesi) rahatsızlığı olanlar için önemli bir madde olduğunu ortaya koymuştur (Kreft ve ark., 2006). Karabuğday, gluten içermemesi ve fonksiyonel bileşiklerce zengin olması nedeniyle fonksiyonel ve diyetetik amaçlı ürünlerin üretiminde ve çölyak hastaları için yeni diyet ürünlerinin geliştirilmesinde dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Çölyak hastalığı nedeniyle hayat boyu glutensiz diyet uygulanması zorunluluğu, bu alanda hem yeni ürün formülasyonlarının hem de yeni üretim teknolojilerinin gelişmesinin kaynağı olmuştur (Altındağ, 2011). Karabuğday bitkisinin tohumlarından elde edilen un içermiş olduğu sekonder metabolitlerden dolayı önemli bir besin içeriğine sahip olup, çölyak hastaları için ideal bir besin kaynağı niteliğindedir (Kan, 2018). Rutin, antioksidan aktiviteye sahip bir flavonoiddir. Rutin birçok ülkede damar koruyucu olarak bitkisel ilaçlar ile sayısız multivitamin içeriğinde kullanılmaktadır. Tatar karabuğday tohumlarındaki rutin miktarı kuru maddede % 0,8-1,7 ile yaygın karabuğday tohumlarından daha fazla rutin içermektedir (Kuru madde de %0,01). En yüksek rutin içeriği karabuğdayın çiçeklerinde ve yapraklarında, en düşük rutin içeriği ise tohumlarında ve saplarında tespit edilmiştir (Kan, 2018).

Karabuğday genellikle insan gıdası olarak tüketilir ve yaklaşık olarak %75'i buğday unu olarak değerlendirilmektedir. Hayvancılıkta yem kaynağı olarak yaklaşık %5-6 arasında ve yeşil bitki olarak ise kullanımı ise %10'luk orana sahiptir. Karabuğday ekiminden itibaren 6-8 hafta sonra yeşil gübre olarak değerlendirilebilir. Karabuğday iyi bir yeşil gübre kaynağıdır. Yüksek oranda kuru madde miktarına sahip olup, elverişli koşullarda 1 hektar alanda 3 ton kuru madde elde edilebilir (Oplinger ve ark., 1989). Karabuğday arıcılar için özel bir ürün olarak bal üretiminde nektar kaynağı olarak bu alandaki ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Campbell, 1997).

Konya ekolojik koşullarında yapılan çalışmalarda karabuğday bitkisinin yetiştiriciliğinde önemli problemlerle karşılaşmadığı tespit edilmiştir. Karabuğday soğuğa karşı hassas bir bitki olduğundan İç Anadolu Bölgesi gibi kışları sert geçiren bölgelerde yazlık olarak yetiştirilmesi daha uygundur. Karabuğdayın tarımında tarımsal girdi maliyetlerinin düşük olması, tahıllara göre

daha kısa vejetasyon süresine sahip olması ile birlikte münavebeye uygun bir bitki olması gibi önemli tarımsal avantajlara sahip bir bitkidir (Kan, 2014). Karabuğday bitkisinin tarımı birçok yönü ile tahıl ve baklagil bitkileri ile benzerlik göstermektedir. Karabuğday bitkisinin vejetasyon süresinin kısa olması nedeni ile bitkinin su ve besin maddesi tüketimi tahıllara oranla daha düşük seviyelerdedir. Özellikle bu bitkinin su tüketiminin düşük olması ve İç Anadolu Bölgesinde su kaynaklarının yetersizliği nedeni ile bitkinin bu bölgelerde yetiştirilmesi ayrı önem arz etmektedir. Karabuğday bitkisinin hasadı tahıllarda olduğu gibi biçerdöver ile danelerin en az %75' inin kahverengileştiği zaman yapılmaktadır. Bitkinin biçerdöver ile hasadının yapılması da tarımını kolaylaştırmaktadır. Konya ekolojik koşullarında bu bitki ile yapılan çalışmalarda, yeterli miktarlarda tohum verimi (ortalama 100 kg/da) alınabileceği gözlenmiştir Karabuğdayın ülkemizde üretimi, ülkemizin döviz kaybının engellendiği gibi, aynı zamanda ülkemizde her geçen gün sayısı artan çölyak hastalarına daha ucuz fonksiyonel gıda hammaddesi kaynağı sağlanmış olacaktır (Kan, 2014).

Bu çalışma kapsamında; Konya iklim koşullarında uygun yetiştirme yöntemleri ile Karabuğday' da farklı gelişme dönemlerinde tane, herba verimleri ve bazı önemli kalite parametreleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan karabuğday bitkisi (*Fagopyrum esculentum* Moench.)'ne ait tohumlar S.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tıbbi & Endemik Bitkiler Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilmiştir. Karabuğday, kahverengi-siyah renkli, 1000 tane ağırlığı ortalama 20 g olup, en düşük çimlenme sıcaklığı +4 °C civarındadır. Denemede materyal olarak kullanılan tohumların çimlenme gücü % 93 ve çimlenme süresi ortalama 5 gün kadardır. Vejetasyon süresi 80-90 gün arasında değişmektedir.

Konya ekolojik koşullarında karabuğdayın farklı gelişme dönemlerindeki verim ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2018 yılında kurulan deneme, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü arazinin toprak özelliklerini belirlemek amacıyla 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneği Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Sonuçlara göre deneme alanının toprakları, tınlı bir bünyeye sahip olup, yüksek kireç oranına sahiptir. Alkali reaksiyonlu ve tuzluluk problemi vardır. Önemli mikro besin elementlerinden demir bakımından fakir, organik madde içeriği ve potasyum bakımından zengin olduğu belirlenmiştir.

Konya Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen iklim verileriyle deneme yerine ait iklim özellikleri belirlenmiştir. Buna göre, deneme yerinin 2017-2018 yıllarında yıllık ortalama sıcaklık 11.75 ve 13.67 °C'dir. Denemelerin yapıldığı yıllara ait sıcaklık ile uzun yıllara ait sıcaklık ortalamalarının (11.48 °C) birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 329.9 mm ve 420.9 mm olup yağışların büyük bir kısmı kış ve bahar aylarında gerçekleşmiştir. Toplam yağış miktarı bakımından deneme yıllarında uzun yıllara göre daha yüksek miktarlarda yağış gerçekleşmiştir.

2.2. Yöntem

Tarla denemeleri, İç Anadolu Bölgesini temsilen Konya (Rakım; 1100) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tıbbi & Endemik Bitkiler Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Deneme 2018 yılında kurulmuş olup, kıştan önce toprak hazırlıkları tamamlanarak, tarla denemeleri "Tasadüf Blokları Faktöriyel Deneme Desenine" göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Parseller (3m x 1,5m) 4,5 m² olup toplam 108 m² alanda gözlem ve ölçümler yürütülmüştür.

Karabuğday tohumları 30 cm sıra aralığı, 2 cm sıra üzeri olacak şekilde ekimi yapılmıştır. Deneme parsellerini gerekli bakım işlemleri ve iklim şartlarına bağlı olarak bitkinin ihtiyacına göre de 3 defa damlama sulama yapılmıştır. Her parselin başından 50 cm ve kenarlarından 1"er sıra kenar tesiri olarak atılmak suretiyle geriye kalan alanda bulunan bitkilerden 24 Ağustos 2018 tarihinde hasat yapılmıştır.

Bitkilerden çiçeklenme öncesi dönem, tam çiçeklenme dönemi, tohum bağlama başı dönemi, tohum bağlama sonu dönemi olmak üzere 4 farklı dönemde hasat yapılmıştır. Gelişme dönemleri yapılan gözlem ve ölçümlere göre belirlenmiştir.

1. (çiçeklenme başlamadan hemen önceki dönem, 45. Gün)
2. Gelişme dönemi: Tam çiçeklenme dönemi (Bütün bitkilerde çiçeklenmenin görüldüğü dönem, 54. Gün)
3. Gelişme dönemi: Tohum bağlama başı dönemi (%25 tohum oluşumu başlaması ile, 62.Gün)
4. Gelişme dönemi: Tohum bağlama sonu dönemi (%75 tohum olumu dönemi, 74.gün)

Araştırma yukarıda belirtilen 4 farklı gelişme dönemine göre, arazi işlemleri ve laboratuvar işlemleri olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

2.3. Bitkilerde incelenen agronomik özellikler

Bitkilerde bitki boyu (cm), tane verimi (kg/da), yaş ve kuru herba verimi (kg/da)'dir (Acar ve ark., 2011).

2.3.1. Toplam flavonoit miktarı (%)

Toplam flavonoit miktarını tayin etmek için (Woisky ve Salatino, 1998) geliştirdiği alüminyum klorür ($AlCl_3$) kolorimetrik yöntemi kullanılmıştır. Toplam flavonoit konsantrasyonu kersetin eşdeğeri olarak hesaplanmış ve ekstrenin toplam flavonoit miktarı mg/g ekstre \pm standart sapma olarak verilmiştir.

2.3.2. Toplam fenolik bileşikler miktarı (%)

Toplam fenol miktarını tayin etmek için (Singleton ve ark., 1965)'in modifiye edilmiş Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Toplam fenol konsantrasyonu gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmış ve ekstrenin toplam fenol miktarı mg/g ekstre \pm standart sapma olarak verilmiştir.

2.3.3. Rutin miktarı (%)

Rutin analizi Avrupa Farmakopesine göre yapılmıştır. Referansa göre elde edilen ekstrakt rutin miktarını belirlemek için HPLC' kromatografik yöntemle belirlenmiştir.

2.4. İstatistiksel analiz ve değerlendirme

Araştırmada ele alınan özelliklere ait değerler tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında %1 önem seviyesinde farklılık bulunan özellikler üzerinde MİNİTAB paket programında Tukey'e göre gruplandırmalar yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) bitkisi üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bazı tarımsal ve kalite özellikleri aşağıda verilerek tartışma ve değerlendirmesi yapılmıştır.

3.1. Araştırmada incelenen bazı tarımsal özellikler

Karabuğday bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde araştırılan bitki boyu, yaş herba, kuru herba ve tohum verimlerine ait ortalama veriler Tablo 1'de verilmiştir.

3.1.1. Bitki boyu (cm)

Karabuğday bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde Tablo 1'de verilen bitki boyları değerlendirildiğinde; Bu

araştırmada karabuğday bitkisinden elde edilen bitki boyları üzerinde farklı gelişme dönemlerinin istatistiki olarak etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek bitki boyu %75 tohum bağlama döneminde hasat edilen bitkilerden (89,79 cm) elde edilmiştir. Gelişme dönemleri arasında bitki boyu sırasıyla çiçeklenme öncesi (21,19 cm), tam çiçeklenme (37,90 cm) ve %25 tohum bağlama dönemlerinde (55,19 cm) artış göstererek normal olarak gelişimi seyretmiş ve gelişme dönemlerinin ilerlemesi ile bitki boylarında uzama olduğu görülmüştür. 2008 yılında Bangladeş'de yirmibir karabuğday genotipi ile yapılan bir araştırmada en yüksek bitki boyu 84.57 cm ve en az 66.29 cm olarak gözlemlenmiştir (Debnath ve ark., 2008).

1992 yılında Nepal'de Sherchand tarafından yapılan çalışmada ilkbahar ve yaz ekimleri üzerine karabuğdayda bitki boyunun 43-115 cm arasında, ilkbahar ekimlerinde ise 24-109 cm arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Sherchand, 1992).

2011 yılında Konya ekolojik şartlarında yapılan bir karabuğday çalışmasında bitki boyunun 80,67-99,33 cm arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir (Acar ve ark., 2011). Karaman ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada en uzun bitki boyu (95.90 cm), en kısa bitki boyu (46.10 cm) olarak elde edilmiştir (Güzelsarı ve Kan, 2017). Bu çalışmadan elde edilen bitki boyları diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

3.1.2. Yaş herba verimi (kg/da)

Karabuğday bitkisinin farklı gelişme dönemlerine göre belirlenen herba verimlerine ait değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Gelişme dönemlerinin yaş herba verimine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Herba verimi %75 tohum bağlama döneminde 1520,28 kg/da olarak en yüksek olarak elde edilmiştir. Çiçeklenme öncesi 114,61 kg/da, tam çiçeklenme 168,02 kg/da ve %25 tohum bağlama döneminde 663,91 kg/da yaş herba verimi elde edilmiştir. Farklı gelişme dönemlerinde yaş herba verimleri bitkilerin gelişimi ile paralellik göstererek artmıştır. Konya ekolojik koşullarında yürütülen bir araştırmada karabuğdayda en fazla yaş herba verimi 1783.80 kg/da olarak elde edilmiştir (Acar ve ark., 2011).

Karaman ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen karabuğdayda yaş herba verimi ekim zamanlarına göre 393.34-976.38 kg/da olarak değişirken;

Tablo 1. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) bitkisinde farklı gelişme dönemlerinin tarımsal özelliklerine ait ortalama veriler

Özellikler	Gelişme Dönemleri			
	Çiçeklenme öncesi dönem	Tam çiçeklenme dönemi	%25 Tohum Bağlama dönemi	%75 Tohum Bağlama dönemi
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Bitki Boyu(cm)	21,240 \pm 3,44d	37,903 \pm 5,23c	55,197 \pm 2,64 b	89,797 \pm 2,28a
Yaş herba verimi (kg/da)	114,6 \pm 8,4d	168,0 \pm 17,6c	663,9 \pm 26,0 b	1520,3 \pm 43,9a
Kuru herba verimi (kg/da)	29,45 \pm 1,88d	43,34 \pm 3,90c	170,85 \pm 3,63 b	413,85 \pm 13,48 a
Tohum verimi(kg/da)	-	-	-	168,64

A, B, C: P<0.01

uygulanan gübre dozlarına göre ise yaş herba verimi 598.47-783.48 kg/da arasında değiştiği bildirilmiştir (Güzelsarı ve Kan, 2017). Bu araştırmadan elde edilen herba verimleri diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile farklılık göstermesi; araştırma yapılan bölgelerin farklı ekolojik özelliklerinden, uygulanan gübre dozları ve farklı zamanlarda gerçekleştirilen ekimlerden kaynaklanabilir.

3.1.3. Kuru herba verimi (kg/da)

Karabuğday bitkisinin farklı gelişme dönemlerine göre belirlenen kuru herba verimlerine ait veriler Tablo 1' de verilmiştir. Gelişme dönemlerinin kuru herba verimine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Kuru herba verimi %75 tohum bağlama döneminde 413,85 kg/da ile en fazla olarak elde edilmiştir. Çiçeklenme öncesi 29,45 kg/da, tam çiçeklenme 43,33 kg/da ve %25 tohum bağlama döneminde 170,85 kg/da verim elde edilmiştir. Gelişme dönemlerinde kuru herba verimleri bitkilerin gelişimi ile paralellik göstererek artmıştır. Farklı ekim zamanları ve gübre dozlarına göre yürütülen bir araştırmada elde edilen en yüksek kuru herba verimi 573.61 kg/da elde edilirken, en düşük kuru herba verimi 381.33 kg/da elde edilmiş ve uygulanan gübre dozlarına göre ise en yüksek kuru herba verimi 20 kg/da gübre uygulamasından 529.39 kg/da elde edilirken, en düşük kuru herba verimi 325.14 kg/da kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim sıklıklarının verime etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmadaki kuru herba verim değeri 1745.00-2460.83 kg/da arasında değişim göstermektedir (Akçura, 2013). Konya ekolojik koşullarında yapılan bu çalışma ile diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar, özellikle birinci ve ikinci ürün olarak yetiştirilmesi, araştırma yapılan bölgenin ekolojik özelliklerinden, uygulanan gübre dozları ve farklı zamanlarda gerçekleştirilen ekimlerden kaynaklandığı söylenebilir.

3.1.4 Tohum verimi (kg/da)

Karabuğday bitkisinin farklı gelişme dönemlerine göre belirlenen en yüksek tohum verimi 168,64 kg/da ile %75 tohum bağlama döneminde tespit edilmiştir Aydın'da yürütülen bir araştırmada farklı ekim sıklıklarında ortalama tohum veriminin 244.2-297.7 kg/da arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Yavuz, 2014).

Konya ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışma ile diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar, materyalden, araştırma yapılan bölgenin ekolojik özelliklerinden, farklı ekim teknikleri ve farklı zamanlarda gerçekleştirilen ekimlerden kaynaklandığı söylenebilir.

3.1.5. Toplam fenol ve flavonoid miktarı

Karabuğday bitkisinde farklı gelişme dönemlerinin toplam fenol ve flavonoid miktarı üzerindeki etkilerine ait ortalama veriler Tablo 2.'de verilmiştir.

Toplam fenol miktarı bakımından en yüksek fenol miktarı %75 tohum bağlama döneminde 139,72 mg/g olarak elde edilmiştir. Diğer dönemlerde; çiçeklenme öncesi 130,92 mg/g, tam çiçeklenme döneminde 119,89 mg/g, %25 tohum bağlama döneminde 109,87 mg/g toplam fenol miktarı tespit edilmiştir. Tohumda ise 50,54 mg/g olarak elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde toplam fenol ve flavonoid miktarlarına ait ortalama veriler

Gelişme Dönemleri	Toplam Fenol Miktarı (mg/g ekstre gallik asit eşdeğeri ± S.S)	Toplam Flavonoid Miktarı (mg/g ekstre kersetin eşdeğeri ± S.S)
Çiçeklenme öncesi dönem	130,92 ± 6,60	150,10 ± 2,02
Tam çiçeklenme dönemi	119,89 ± 11,37	152,77 ± 4,14
%25 Tohum Bağlama Dönemi	109,87 ± 3,29	105,78 ± 4,88
%75 Tohum Bağlama Dönemi	139,72 ± 0,22	90,75 ± 2,76
Tohum	50,54 ± 2,06	1,60 ± 1,50

Yapılan bir çalışmada karabuğdayda toplam fenol içeriği 18.5 ± 0.2 mg/g olarak elde edilmiştir (Inglett ve ark., 2010). Karabuğday, kinoa ve horoz ibiği bitkilerinde toplam fenol içeriğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada toplam fenol içeriği en yüksek karabuğday tohum ekstresinde 323.4 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir (Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Çalışmalardan da görüldüğü toplam fenolik madde içeriği koşullara bağlı olarak çok farklılık arz edebilmektedir.

Toplam flavonoid miktarı en yüksek değer tam çiçeklenme döneminde 152,77 mg/g olarak elde edilmiştir. Çiçeklenme öncesi döneminde 150,10 mg/g, %25 tohum bağlama döneminde 105,78 mg/g, %75 tohum bağlama döneminde 90,75 mg/g ve tohumda ise 1,60 mg/g toplam flavonoid miktarı tespit edilmiştir.

Yapılan bir araştırmada karabuğday tohumundan 3.87-13,14 mg/g arasında toplam flavonoid miktarı elde edildiği bildirilmiştir (Oomah ve Mazza, 1996). 2012 yılında karabuğday bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde bitkinin sap, yaprak, çiçek ve tohumlarının toplam flavonoid miktarlarını belirlemek amacıyla karabuğday türleri üzerine yapılan bir araştırmada en yüksek flavonoid miktarı her iki türde de çiçeklenme ve tohum oluşum dönemlerinde sırasıyla 203,63-145,40 mg/g olarak bitkinin çiçeklerinden elde edildiği ifade edilmiştir (Zielińska ve ark., 2012).

3.1.6. Rutin miktarı (%):

Farklı gelişme dönemlerine ait karabuğday bitkisinin tohum ve herbalarında belirlenen rutin oranlarına ait

ortalama veriler Tablo 3.'te verilmiştir. Yapılan varyans analizlerine göre uygulanan farklı gelişme dönemlerindeki karabuğday herbasındaki rutin oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Rutin içerikleri tam çiçeklenme ve %25 tohum bağlama dönemleri arasında fark olmadığı ve en yüksek rutin içeriğinin % 25 tohum bağlama döneminde % 3,01 olarak elde edildiği gözlemlenmiştir. Çiçeklenme döneminde % 2,70, tam çiçeklenme döneminde %2,96; %75 tohum bağlama döneminde %2,17 ve tohumda ise % 0,10 olarak gözlemlenmiştir (Tablo 3).

Bai ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptıkları bir çalışmada, karabuğday tohumlarındaki rutin içeriğinin 0.05 g /100 g (%0,05) ile 1.35/100 g (%1,35) arasında değişiklik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Karabuğday tohumlarındaki rutin içeriği çeşitlere göre değişim söz konusudur. 2012 yılında yapılan çalışmaya göre Gülpınar ve ark.(2012) karabuğday herbasındaki rutin içeriğini ortalama % 1.88 olarak tespit etmişlerdir. Karabuğday tohumunda bulunan rutin içeriği Tian ve ark. 2002 yılında yürüttükleri bir diğer araştırmada, karabuğday tohumunda bulunan rutin içeriğini 12.6-35.9 mg/100g olarak gözlemişlerdir. Güzelsarı ve Kan (2017), Karaman ekolojik şartlarında rutin miktarını tohumda ortalama % 0.08 ve herbada % 2.86 olarak tespit etmişlerdir. Bu yapılan çalışmalarla elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermektedir.

4. Sonuç

Konya ekolojik şartlarında yetiştirilen karabuğdayın verim ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen karabuğday bitkisinden elde edilen sonuçlara göre; bitki boyu 21,24-89,79 cm; yaş herba verimi 114,60-1520,30 kg/da; kuru herba verimi; 29,45-413,85 kg/da; tohum verimi 168,64 kg/da; toplam fenol miktarı 50,54-139,72 mg/g; toplam flavonoid miktarı 1,60-152,77 mg/g; rutin miktarı herbada %2,17-3,01 arasında değişim gösterdiğini ve tohumda ise ortalama %0,103 olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlarına göre; karabuğday bitkisinden en yüksek yaş ve kuru herba verimi 4. gelişme döneminde (%75 tohum bağlama) elde edilmiştir. Karabuğday herbalarında en yüksek toplam fenolik madde ve rutin içeriği 3.gelişme döneminde (%25 tohum bağlama) elde edilmiştir. Toplam flavonoid içeriği ise herbada 2. gelişme döneminde (tam çiçeklenme) elde edilmiştir. Karabuğday bitkisini hammadde olarak kullanan sektörler, bitkinin bu gelişme dönemlerine göre üretim planlamalarını yapmaları tavsiye edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Halil İbrahim POLAT tarafından sunulan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Acar R, Güneş A, Topal İ, Gummadov N (2011). Farklı bitki sıklıklarının karabuğday'da (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi, Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 25 (3): 47-51.
- Altındağ G (2011). Karabuğday, mısır ve pirinç unundan üretilen kurabiyelerin bazı kalite özellikleri ve raf ömürlerinin belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Antalya, Türkiye, 117.
- Akçura S (2013). Çanakkale koşullarında karabuğdayda farklı ekim sıklığı ve sıra arası mesafenin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Çanakkale, Türkiye, 35.
- Alvarez-Jubete L, Wijngaard H, Arendt E, Gallagher E (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, Food chemistry, 119 (2): 770-778.
- Bárta J, Kalinová J, Moudry J, Curn V (2004). Effects of environmental factors on protein content and composition in buckwheat flour, Cereal Research Communications, 32 (4): 541-548.
- Bai C, Feng M, Hao X, Zhong Q, Tong L, Wang Z, (2015). Rutin, quercetin, and free amino acid analysis in buckwheat (*Fagopyrum*) seeds from different locations, Genetics and Molecular Research, 14 (4): 19040-19048.
- Bojňanská T, Frančáková H, Chlebo P, Vollmannová A (2009). Rutin content in buckwheat enriched bread and influence of its consumption on plasma total antioxidant status, Czech J. Food Sci, 27, 236.
- Bonafaccia G, Marocchini M, Kreft I (2003). Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat, Food chemistry, 80 (1): 9-15.
- Campbell CG (1997). Buckwheat: *Fagopyrum esculentum* Moench, Bioversity International, (Vol. 19).
- Christa K, Soral-Šmítana M (2008). Buckwheat grains and buckwheat products—nutritional and prophylactic value of their components—a review, Czech J Food Sci, 26 (3): 153-162.
- Debnath N, Rasul M, Sarker M, Rahman M, Paul A (2008). Genetic divergence in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Int. J. Sustain Crop Prod, 3 (2): 60-68.

- Gulpinar AR, Orhan IE, Kan A, Senol FS, Celik SA, Kartal M (2012). Estimation of in vitro neuroprotective properties and quantification of rutin and fatty acids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivated in Turkey, *Food Research International*, 46 (2): 536-543.
- Güzelsarı U, Kan Y (2017). Karaman Ekolojik Şartlarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Araştırılması, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (2): 200-204.
- Kan A (2014). A new plant for Turkey; Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), *Biological Diversity and Conservation*, 7 (2): 154-158.
- Kan A, Günhan RS, Çelik AS, Çoksarı G (2018). Konya Ekolojik Şartlarında Kara Buğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) Yetiştirilmesi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sonuç Raporu, 72.
- Kim SL, Kim SK, Park CH (2004). Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable, *Food Research International*, 37 (4): 319-327.
- Kreft I, Fabjan N, Yasumoto K (2006). Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products, *Food chemistry*, 98 (3): 508-512.
- Mazza G (1986). Buckwheat browning and color assessment, *Cereal Chemistry*, 63 (4): 361-364.
- Mazza G (1988). Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed, *Cereal Chemistry*, 65 (2): 122-126.
- Mazza G (1993). Storage, processing, and quality aspects of buckwheat seed, In: *New Crops*, Eds: John Wiley & Sons, Inc New York, 251-254.
- Mazza G, Oomah B (2003). Buckwheat. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol. 2, Academic Press, Oxford.
- Marshall H (1982). Buckwheat: description, breeding, production, and utilization, *Advances in Cereal Science and Technology* (5): 157-210.
- Inglett GE, Rose DJ, Chen D, Stevenson DG, Biswas A (2010). Phenolic content and antioxidant activity of extracts from whole buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) with or without microwave irradiation, *Food Chemistry*, 119 (3): 1216-1219.
- Oomah BD, Mazza G (1996). Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (7): 1746-1750.
- Oplinger ES, Oelke EA, Brinkman MA, Kelling KA (1989). Buckwheat. *Alternative field crops manual*. University of Minnesota: Center of Alternative Plant e Animal Products and the Minnesota Extension Service.
- Qian J, Rayas-Duarte P, Grant L (1998). Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch, *Cereal Chemistry*, 75 (3): 365-373.
- Schoenlechner R, Siebenhandl S, Berghofer E (2008). Pseudocereals. In *Gluten-free cereal products and beverages*, Academic Press., 149-VI.
- Sherchand K (1992). Buckwheat genetic resources in Nepal. *Buckwheat genetic resources in East Asia*, International Crop Network, Series, (6): 75-86.
- Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL 2001. Buckwheat Seed Milling Fractions: Description, Macronutrient Composition and Dietary Fibre. *Journal of Cereal Science*, 33(3): 271-278.
- Wijngaard HH, Arendt EK (2006). Buckwheat, *Cereal Chemistry*, 83 (4): 391-401.
- Woisky RG, Salatino A (1998). Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control, *Journal of Apicultural Research*, 37 (2): 99-105.
- Yavuz H (2014). Aydın ekolojik koşullarında farklı ekim sıklığının karabuğday'da (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 67.
- Yıldız N, Yalçın E (2013). Karabuğdayın (buckwheat) kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri, *GIDA*, 38 (6): 383-390.
- Zielińska D, Turemko M, Kwiatkowski J, Zieliński H 2012. Evaluation of flavonoid contents and antioxidant capacity of the aerial parts of common and tartary buckwheat plants, *Molecules*, 17 (8): 9668-9682.

Kahramanmaraş İlinde Yumuşak Çekirdekli Meyve Bahçelerinde Ateş Yanıklığı Hastalığı Etmeninin ve Yaygınlığının Belirlenmesi

Uğur HARMANDA¹, Mustafa KÜSEK¹, Ceyda CEYHAN BAŞARAN*¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 241-248, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 241-248, 2021

Özet: Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilindeki yumuşak çekirdekli meyve üretim alanlarında önemli bir sorun olan ateş yanıklığı hastalığının etmeni olan *Erwinia amylovora*'nın tanımlanması ve hastalık etmeninin yaygınlığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç ile incelenen bahçelerde karakteristik ateş yanıklığı belirtilerini gösteren ağaçlardan 117 örnek alınmıştır. Yapılan KOH, Katalaz, Oksidatif/Fermantatif, Oksidaz, ve Tütünde Aşırı Duyarlılık ve patojenite testleri sonucunda 96 izolat elde edilmiştir. Kahramanmaraş bölgesinde ateş yanıklığı hastalığının Onikişubat ilçesinde %1,35, Andırın ilçesinde %10,88, Elbistan ilçesinde %3,42, Afşin ilçesinde %1,32, Ekinözü ilçesinde %8,99 ve Göksun ilçesinde %3,95 oranında yaygın olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş genelinde %5,67 oranında yaygın olurken bölgede yetiştiriciliği yapılan elma bahçelerinde %0,92, armut bahçelerinde %4,29 ve ayva bahçelerinde %16,40 oranında yaygınlığı tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki bahçelerde ateş yanıklığı hastalığı Onikişubat ilçesinde %22,00, Andırın ilçesinde %26,00, Elbistan ilçesinde %24,00, Afşin ilçesinde %22,00, Ekinözü ilçesinde %27,33 ve Göksun ilçesinde %23,33 oranında yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş genelinde %24,11 oranında yoğun olurken bölgede yetiştiriciliği yapılan elma bahçelerinde %35,98, armut bahçelerinde %17,37 ve ayva bahçelerinde %18,98 oranında yoğun olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen izolatların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlerin yanı sıra BIOLOG GEN III Otomatik Tanılama Sistemi ile tanıları yapılmıştır. BIOLOG GEN III Otomatik Tanılama Sistemi ile bu izolatlardan 12 tane seçilmiş ve izolatların %70,2-83,3 benzerlik oranlarıyla ile *Erwinia amylovora* olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak çekirdekli meyveler, ateş yanıklığı, *Erwinia amylovora*, BIOLOG GEN III

Determination of the Agent and Prevalence of Fire Burn Disease in Soft Seed Orchards in Kahramanmaraş

Abstract: Objective of this study was to identify *Erwinia amylovora*, the agent of fire blight disease in soft seed fruits, and to determine the prevalence the disease in the crop production areas of Kahramanmaraş province. Overall, 117 samples were taken from the orchards examined, the branches and shoots of the trees showing the characteristic symptoms of fire blight were cut approximately 15 cm below and 10 cm above of the brown tissue where the symptom ends. Taken plant part samples were packed in polyethylene bags, labelled and kept in cool conditions for further processing. As a result of KOH, Catalase, Oxidative/Fermentative, Oxidase, and Tobacco Hypersensitivity tests from 96 isolates were indicated that fire blight disease was prevalent in a ratio of 5.08%, 21.50%, 21.3%, 1.32% 1.32% and 1.12% for Afsin, Onikişubat, Andırın, Elbistan, Ekinözü, and Goksun, respectively. The disease was found widespread approximately in 0,92% of apple orchards, 4,29% of pear orchards and 16,40% of quince orchards in the region, totaling a ratio of 5,67%, in all cultivated related crops in Kahramanmaraş province. In our study, the occurrence densities of fire blight disease in the orchards surveyed were determined as 22,00% in Onikişubat, 26,00% in Andırın, 24,00% in Elbistan, 22,00% in Afşin, 27,33% in Ekinözü and 23,33% in Göksun. The obtained isolates were identified by BIOLOG GEN III Automatic Diagnosis System as well as morphological, physiological and biochemical tests. 12 of these isolates were selected with BIOLOG GEN III Automatic Identification System and determined that the isolates were *Erwinia amylovora* with similarity between 83.3% and 70.2%.

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
ceycydney@gmail.com

Alınış (Received): 21/09/2021
Kabul (Accepted): 03/12/2021

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bitki Koruma Bölümü, 46100,
Kahramanmaraş, Türkiye

Keywords: Pome fruit, fire blight, *Erwinia amylovora*, BIOLOG GEN III

1. Giriş

Türkiye, sahip olduğu iklim ve toprak potansiyelinin avantajıyla diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi meyvecilikte de gen merkezi alanı içerisinde. Bu da meyve türleri bakımından ülkemizin avantaj sahibi olmasını sağlamaktadır (Özbek, 1947; Özbek, 1978). Ülkemiz meyve yetiştiriciliğinde önemli bir paya ve zenginliğe sahiptir. Bu payın içerisinde yumuşak çekirdekli meyveler büyük bir yer tutmaktadır. Ülkemizde, yetiştiriciliği yapılan yumuşak çekirdekli meyve türleri içerisinde; elma, armut, ayva, kuşburnu, Trabzon hurması, yenidoğru ve üzve yer almaktadır. Bu meyvelerin içerisinde ekonomik önemi en fazla olan türler ise elma, armut ve ayvadır (TÜİK, 2020).

Yumuşak çekirdekli meyvelerde ürün miktarını ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen biyotik ve abiyotik faktörler arasında bakteriyel hastalık etmenleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu hastalıklardan önemli bir yere sahip olan ateş yanıklığı ismini ayva, elma ve armut gibi yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının ateşten yanmış gibi görünen yaprak, sürgün ve dallarındaki izlerden almaktadır (Van der Zwet and Keil, 1979). Ateş yanıklığı etmeni *Erwinia amylovora* yumuşak çekirdekli meyvelerde öncelikle çiçek demetlerinde ve genç sürgünlerde belirtilerini göstermektedir. İlk önce enfeksiyona maruz kalan çiçeklerin ve sürgünlerin solduğunu, renginin kahverengiye döndüğünü ve zaman geçtikçe sürgün ve çiçeklerdeki dokuların renginin siyaha döndüğünü görülmektedir. Siyaha dönen sürgün ve çiçekler daha sonra uç kısımları geriye doğru kıvrılmaktadır. Sürgün ve çiçeklerdeki belirtileri dışında *Erwinia amylovora*'nın belirtileri yapraklarda da görülmektedir. Yaprakta ana damarın siyahlaşmaya başlamasıyla solgunluğun oluşması, kahverengiye dönmesi sonrasında yaprağın siyah renge dönüşmesi ve kuruyarak dallarda asılı kalması gibi belirtiler meydana gelmektedir. Yaprak, çiçek ve sürgün dışında da *Erwinia amylovora*'nın meyvelerde de belirtiler oluşturmaktadır. Gövdede hastalık belirtileri kahverengi ve çökük alanların oluşmasıyla kendini gösterir. Bunların dışında hastalıklı dokulara bir de havada bulunan yüksek nemin etkisiyle meyvede krem renginde bakteri akıntılara neden olur. Bir önceki yıldan kalan dal ve gövde üzerindeki kanserli dokuların etrafında kabuk dokusu oluşmaktadır. Oluşan kabuk dokusu içinde *Erwinia amylovora*'nın özellikle kış aylarında yaşadığı görülmektedir (Van der Zwet and Keil, 1979). *Erwinia amylovora*'dan kaynaklanan enfeksiyonların hastalıklı dokular etrafında çoğalan bakterilerin böcek, yağmur ve rüzgâr yoluyla yeni sürgün ve çiçeklere bulaştığı ve ilk enfeksiyonların da bu şekilde oluştuğu görülmektedir (Momol, 1990). Yumuşak çekirdekli meyvelerde çiçeklenme döneminde oluşan nem ve 18-24 °C sıcaklık primer enfeksiyonlar için uygun koşulları sağlamaktadır (Benlioğlu ve Özakman, 1998). Ateş yanıklığı hastalık etmeni sürgün ve çiçeklerden

başlayarak bakteri iletim demetleri yoluyla dallara ilerler ve sekonder enfeksiyonlara neden olur. Hastalıklı dokularda oluşan bakteriyel akıntı ve iplikcikler önemli inokulum kaynağını teşkil etmektedirler (Momol, 1990). Enfeksiyonların ilerleme hızı sonbaharda yavaşlamakta, patojen kışın lokalize olmakta fakat, ilkbaharda tekrar aktif hale geçmektedir (Benlioğlu ve Özakman, 1998).

Bu çalışma, hastalık etmeni ülkemizde birçok bölgede daha önce belirlenmiş olmasına rağmen çalışma alanında son zamanlarda yapılmış bir çalışma bulunmaması ve son zamanlarda yeni bahçelerin kurulması nedeniyle, Kahramanmaraş ilinde elma, armut ve ayva üretim alanlarında görülen ateş yanıklığına neden olan *E. amylovora*'nın yaygınlığı ve elde edilen patojen izolatların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal olarak tanılama amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma Kahramanmaraş ilinin Onikişubat, Andırın, Elbistan, Afşin, Ekinözü ve Göksun ilçelerinde elma, armut ve ayva yetiştiriciliği yapılan bahçelerden örnek alınarak Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

2.1. Ateş yanıklığı hastalığının yaygınlığının belirlenmesi

Örnekler bahçelerde bulunan en az 50 ağaç kontrol edilerek semptom gösteren ağaçlardan rastgele alınmıştır. Yapılan surveylerde hastalık bulunma ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi amacıyla her bahçede W deseni şeklinde hareket edilerek tesadüfi örnekleme yöntemi ile ateş yanıklığı belirtisi taşıyan bitkiler sayılarak kaydedilmiştir.

2.2. Ateş yanıklığı hastalık etmeni *Erwinia amylovora*'nın izolasyonu

Semptom gösteren elma, armut ve ayva ağaçlarının hastalıklı sürgünlerinden hastalık semptomunun bittiği kahverengi dokunun 15 cm altından ve 10 cm üzerinden kesilerek alınan hastalıklı bitki örnekleri ile bakteriyel akıntılı meyve örnekleri toplanmıştır (Şekil 1). Alınan örnekler alındığı yeri belirten etiketler yazılarak gazete kağıdına sarılarak poşet torbalara konulmuş ve içinde buz kalıpları bulunan plastik kap içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Hastalıklı bitki örneklerinden aynı gün içinde izolasyonlar yapılmış, izolasyonu yetişmeyen örnekler ise +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

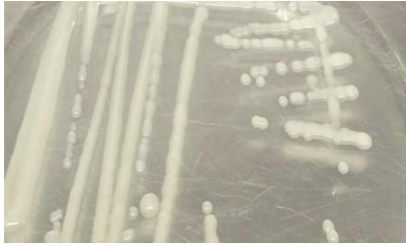
2.3. Ateş yanıklığı hastalık etmeni *Erwinia amylovora*'nın saflaştırılması

Yapılan survey sonucunda 117 adet örnek toplanmıştır. Hastalıklı bitki dokusundan izolasyon için kullanılan

Sukroz Nutrient Agar (SNA) besi ortamında 27°C'de 48 saat inkübasyondan sonra beyaz renkli levan şeklinde koloni oluşturan 96 adet izolat elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. *Erwinia amylovora*'nın oluşturduğu tipik hastalık belirtileri; a) yaprak, b) çiçek, c) sürgün d) meyvede oluşan simptomlar



Şekil 2. Ateş Yanıklığı hastalık etmeni *Erwinia amylovora* izolatının SNA besi ortamında oluşturduğu koloniler

2.4. Patojenite çalışması

Çalışmamızda elde edilen 117 adet *E. amylovora* izolatlarının hücre süspansiyonu ile ham armutlar inokule edilmiş, nemli filtre kâğıtları içeren petrilere yerleştirilmiş ve 26±2 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda armutlar üzerinde kremi bakteriye eksudat çıkışı olan izolatlar pozitif kabul edilmiştir.

2.5. Morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testler

Yapılan patojenite testi sonucunda pozitif sonuç veren 96 izolat KOH, Katalaz, Oksidatif/Fermantatif, Oksidaz ve Tütünde aşırı duyarlılık testleri yapılmıştır.

2.6. BIOLOG tanı sistemi ile tanılama

Biyolog Mikrobiyal Tanımlama Sisteminin programını kullanarak bakterilerin metabolik reaksiyon profilleri elde edilmiştir. Sistemin kütüphanesinde bulunan metabolik profilleri bilinen izolatlarla, ateş yanıklığı hastalığının belirtilerini gösteren bitkilerden izole edilen izolatlarla karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kahramanmaraş ilinde yapılan survey sonucunda bulaşık alandan 117 adet izolat elde edilmiştir. Bunlardan 96

izolat patojenite testi sonucunda ham armut üzerine inokule edilen yerlerde *E. amylovora*'nın karakteristik çürüme ve kremi damlacık (bakteriyel eksudat) oluşturduğu gözlenmiş ve patojen olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Arda (2016) çalışmasında da ham armut testinin *Erwinia amylovora* izolat patojenitesini belirlemede etkili yöntem olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3. Patojenite testinde izole edilen bakterilerin ham armut üzerinde oluşturduğu bakteriyel eksudat çıkışı Saflaştırılan 96 izolatın 22'si Onikişubat, 18'i Andırın, 12'si Afşin, 11'i Elbistan, 3'ü Ekinözü ve 30'u Göksun ilçelerinden alınan bitki örneklerinden elde edilmiştir. Kahramanmaraş genelinde hastalık etmeninin yaygınlığı %5,67 olarak belirlenmiştir. Hastalık yaygınlığı ilçelerde ise Onikişubat %1,35, Andırın %10,88, Elbistan %3,42, Afşin %1,32, Ekinözü %8,99 ve Göksun %3,95 oranında tespit edilmiştir (Tablo 1). Kahramanmaraş genelinde hastalıklı bahçelerde yoğunluk ise %24,11 olarak belirlenmiştir. Hastalık etmeninin bulunduğu alandaki yoğunluğun ise en fazla Ekinözü ilçesinde (%27,33) görülmüş, en az ise Onikişubat ve Afşin ilçelerinde (%22,00) rastlanmıştır.

Saflaştırılan 96 izolatın 22'si Onikişubat, 18'i Andırın, 12'si Afşin, 11'i Elbistan, 3'ü Ekinözü ve 30'u Göksun ilçelerinden alınan bitki örneklerinden elde edilmiştir. Kahramanmaraş genelinde hastalık etmeninin yaygınlığı %5,67 olarak belirlenmiştir. Hastalık yaygınlığı ilçelerde ise Onikişubat %1,35, Andırın %10,88, Elbistan %3,42, Afşin %1,32, Ekinözü %8,99 ve Göksun %3,95 oranında tespit edilmiştir (Tablo 1). Kahramanmaraş genelinde hastalıklı bahçelerde yoğunluk ise %24,11 olarak belirlenmiştir. Hastalık etmeninin bulunduğu alandaki yoğunluğun ise en fazla Ekinözü ilçesinde (%27,33) görülmüş, en az ise Onikişubat ve Afşin ilçelerinde (%22,00) rastlanmıştır.

Mirik (2000), yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı hastalık etmeni olan *E. amylovora*'nın Amasya ve Tokat illerinde tanılanması, yaygınlık durumu ve dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada ateş yanıklığı hastalığının yoğunluğunun, Amasya'da %8,9 ve Tokat'ta %14,4 oranlarında, yaygınlık oranları ise sırasıyla %68 ve %71 olduğunu tespit etmiştir. Hastalık etmeninin yaygınlığı en fazla ayva yetiştirilen alanlarda görülmüştür. Karahan ve Üstün (2014), Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu illerinde yapmış oldukları çalışmada ateş yanıklığı hastalığının etmeni olan *E. amylovora*'nın yaygın olduğu, Malatya ve Muş'ta sınırlı olduğu, Siirt'te ise etmenin bulunmadığını rapor etmişlerdir. Bölgede ki

Tablo 1. Kahramanmaraş ili ateş yanıklığı hastalığının çeşitli yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında yaygınlığı ve yoğunluğu

Yer	Armut		Elma		Ayva		Ortalama	
	Yaygınlık (%)	Yoğunluk (%)	Yaygınlık (%)	Yoğunluk (%)	Yaygınlık (%)	Yoğunluk (%)	Yaygınlık (%)	Yoğunluk (%)
Onikişubat	1,81	7,76	0,33	11,65	1,91	46,59	1,35	22,00
Andırın	5,00	14,18	3,84	28,36	23,81	35,45	10,88	26,00
Afşin	9,52	38,82	0,22	19,41	34,01	7,76	1,32	22,00
Elbistan	1,78	20,57	0,36	41,14	8,11	10,29	3,42	24,00
Ekinözü	3,44	18,22	0,55	54,67	22,98	9,11	8,99	27,33
Göksun	4,16	4,67	7,57	4,67	0,23	60,67	3,99	23,33
Ortalama	4,29	17,37	0,92	35,98	16,4	18,98	5,67	24,11

hastalık yoğunluğu, armutta % 0,007-53,3, ayvada %0,005-91,4, elmada ise %0,05-41,5 oranında görüldüğünü rapor etmişlerdir. Aynı doğrultuda çalışma bölgemizde de yaygın olarak yetiştirilen elma bahçelerinde yaygınlığın çok düşük (%0,92) olduğu belirlenmiştir. Tokgönül ve Çınar, (1991) yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş bölgesinin de içinde bulunduğu Doğu Akdeniz bölgesindeki ateş yanıklığı hastalık etmeninin yaygınlığını belirlemişlerdir ve Kahramanmaraş'ta elma alanlarının %6,25 oranında bulaşık olduğunu belirtmişlerdir. Bu oranın düşmüş olması oldukça umut vaat edicidir.

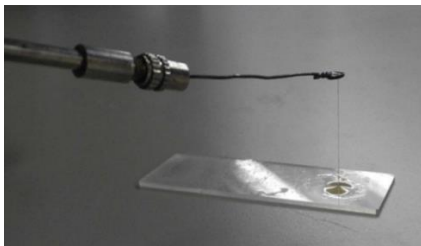
Elde edilen izolatların morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik test sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Hastalıklı bitkilerden alınan tüm izolatların Gram (-), oksidatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif ve tütünde aşırı duyarlılık testi pozitif olarak belirlenmiştir.

3.1. KOH testi

Bakteri izolatları ile %3'lük KOH çözeltisi karışımı sonucunda, referans kültür ve 96 adet izolatın tamamı viskoz bir oluşum göstererek Gram negatif özellikte olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Referans izolat olarak gram pozitif *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'de ise viskoz bir oluşum gözlenmemiştir (Şekil 4).

3.2. Katalaz testi

Elde edilen 96 adet *E. amylovora* izolatının kolonisinden bir miktar bakteri lam üzerine taşınmış ve üzerine 30 µl %3'lük H₂O₂ çözeltisi döküldüğünde gaz kabarcıkları gözlenmiş ve izolatların tümü katalaz enzimi bakımından pozitif olarak değerlendirilmiştir (Tablo 1).



Şekil 3.2. H72 kodlu bakteri izolatının KOH testi sonucunda oluşan ipliğimsi uzantı

3.3. Oksidatif/Fermantatif testi

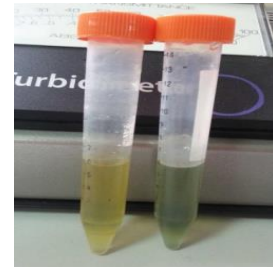
Ateş yanıklığı hastalık etmenlerinin izolatları 26 °C'de 6 gün bekletildikten sonra 96 izolatın tamamı oksijenli (vasparsız) besi ortamında gelişim göstererek tüplerin rengini sarıya çevirirken oksijensiz (vasparlı) besi ortamında herhangi bir renk değişimi gerçekleşmemiştir. Ateş yanıklığı hastalığından izole edilen 96 izolatların tamamının oksidatif olduğu belirlenmiştir (Tablo 1; Şekil 5).

3.4. Oksidaz testi

Bakteri kültürü oksidaz test solüsyonu emdirilmiş filtre kağıdına iyice sürülmüş, referans kültür ve hastalıklı bitkilerden izole edilen 96 adet bakteri izolatı 60 sn içerisinde renk değişimi oluşturmadığından oksidaz negatif olarak değerlendirilmiştir.

3.5. Tütünde aşırı duyarlılık testi

SNA besi ortamında 24-26 °C'de 48- 2 saat süreyle geliştirilen tüm izolatlar tütün bitkisinin (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun N) yaprak damar aralarına hipodermik iğne yardımıyla enjekte edildikten sonra 24-26 °C'de 24 saat inkubasyon periyodunda nekrotik doku oluşumu gözlenmiştir. Nekrotik doku oluşturanlar pozitif, oluşturmayanlar ise negatif olarak değerlendirilmiştir. Hastalıklı bitki dokusundan elde edilen 96 adet izolatın tamamı aşırı duyarlılık reaksiyonu göstererek pozitif sonuç vermiştir (Şekil 6). Yılmaz ve Aysan (2009) Konya elma alanlarında *E. amylovora* semptomları belirlemiş ve yaptıkları tütünde aşırı duyarlılık ve ham armutta patojenite testi sonucunda etmenin tanısını yapmışlardır.



Şekil 5. Oksidatif/Fermantatif test sonucunda besi ortamı a) sarı renkli vasparsız tüp ve b) mavi renge dönüşen vasparlı tüp görünümü

Tablo 2. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen bakteri izolatların morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri

İzolat	Gram Reaksiyonu	Katalaz T.	Ham Armut T.	O/F T.	Oksidaz T.	Tütünde Aş. Duy. T.
U1-1	-	+	+	O	-	+
U1-2	-	+	+	O	-	+
U1-3	-	+	+	O	-	+
U1-4	-	+	+	O	-	+
U1-5	-	+	+	O	-	+
U1-6	-	+	+	O	-	+
U1-7-1	-	+	+	O	-	+
U1-8	-	+	+	O	-	+
U1-9	-	+	+	O	-	+
U2-1	-	+	+	O	-	+
U2-2	-	+	+	O	-	+
U2-3	-	+	+	O	-	+
U2-4	-	+	+	O	-	+
U2-5	-	+	+	O	-	+
U2-6	-	+	+	O	-	+
U2-7	-	+	+	O	-	+
U2-8	-	+	+	O	-	+
U2-9	-	+	+	O	-	+
U3-1	-	+	+	O	-	+
U1-3-2	-	+	+	O	-	+
U1-3-3	-	+	+	O	-	+
U3-4	-	+	+	O	-	+
H1-1	-	+	+	O	-	+
H1-2	-	+	+	O	-	+
H1-3	-	+	+	O	-	+
H1-4	-	+	+	O	-	+
H1-5	-	+	+	O	-	+
H2-1	-	+	+	O	-	+
H2-2	-	+	+	O	-	+
H2-3	-	+	+	O	-	+
H2-4	-	+	+	O	-	+
H3-1	-	+	+	O	-	+
H3-2	-	+	+	O	-	+
H3-3	-	+	+	O	-	+
H3-4	-	+	+	O	-	+
H3-5	-	+	+	O	-	+
H3-6	-	+	+	O	-	+
H5-1	-	+	+	O	-	+
H5-2	-	+	+	O	-	+
H7-2	-	+	+	O	-	+
AF-1	-	+	+	O	-	+
AF-2	-	+	+	O	-	+
AF-3	-	+	+	O	-	+
AF-4	-	+	+	O	-	+
AF-5	-	+	+	O	-	+
AF-6	-	+	+	O	-	+
AF-7	-	+	+	O	-	+
AF-8	-	+	+	O	-	+
AF-9	-	+	+	O	-	+
AF-10	-	+	+	O	-	+
AF-11	-	+	+	O	-	+
AF-12	-	+	+	O	-	+
USL-1	-	+	+	O	-	+
USL-2	-	+	+	O	-	+
USL-3	-	+	+	O	-	+
USL-4	-	+	+	O	-	+
USL-5	-	+	+	O	-	+
USL-6	-	+	+	O	-	+
USL-7	-	+	+	O	-	+
USL-8	-	+	+	O	-	+

USL-9	-	+	+	O	-	+
USL-10	-	+	+	O	-	+
USL-11	-	+	+	O	-	+
E1-1	-	+	+	O	-	+
E1-2	-	+	+	O	-	+
E1-3	-	+	+	O	-	+
D-1	-	+	+	O	-	+
D-2	-	+	+	O	-	+
D-3	-	+	+	O	-	+
D-4	-	+	+	O	-	+
D-5	-	+	+	O	-	+
D-6	-	+	+	O	-	+
D-7	-	+	+	O	-	+
D-8	-	+	+	O	-	+
D-9	-	+	+	O	-	+
D-10	-	+	+	O	-	+
D-11	-	+	+	O	-	+
D-12	-	+	+	O	-	+
D-13	-	+	+	O	-	+
D-14	-	+	+	O	-	+
G-1	-	+	+	O	-	+
G-2	-	+	+	O	-	+
G-3	-	+	+	O	-	+
G-4	-	+	+	O	-	+
G-5	-	+	+	O	-	+
G-6	-	+	+	O	-	+
G-7	-	+	+	O	-	+
G-8	-	+	+	O	-	+
G-9	-	+	+	O	-	+
G-10	-	+	+	O	-	+
G-11	-	+	+	O	-	+
G-12	-	+	+	O	-	+
G-13	-	+	+	O	-	+
G-14	-	+	+	O	-	+
G-15	-	+	+	O	-	+
G-16	-	+	+	O	-	+

Kıpçak ve Akköprü, 2017 yılında KOH, tütünde aşırı duyarlılık ve oksidaz testi yapmış ve bizim çalışmamıza benzer sonuç elde etmiştir. Tunalı 2013 yılında yapmış olduğu çalışmada oksidatif-fermantatif ve KOH testleri patojen tanılamasında kullanmıştır.



Şekil 6. Tütün yapraklarında patojen olan izolatların oluşturduğu nekrotik alanlar (kırmızı ok), patojen olmayan bakterilerin inokule edildiği alanlar (mavi ok)

3.6. BIOLOG tanı sistemi ile tanılama

Çalışma alanının her bölgesini temsil edecek şekilde rasgele seçilen 12 izolat BIOLOG tanı sistemi ile tanılaması yapılmış ve testlenen izolatların tamamı %70,2

ile %83,3 arasında değişen oranlarda *Erwinia amylovora* benzerlikleri belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen bakteri izolatlarının Biolog GEN III tanı sisteminde benzerlik oranı

İzolat	Benzerlik Oranı
U1-7-1	%72,6
U1-3-2	%77,8
U1-3-3	%78,5
H1-1	%80,3
H2-2	%75,3
H3-1	%80,3
H3-4	%80,3
H3-6	%80,3
H5-1	%81,7
H5-2	%80,9
H7-2	%83,3
USL-5	%70,5

Klasik tanılama testleri sonucunda 96 izolat KOH testine göre Gram negatif, katalaz testine göre pozitif, oksidatif-fermantatif testine göre oksidatif, oksidaz testine göre pozitif ve tütün aşırı duyarlılık testi pozitif sonuç

vermiştir. BIOLOG Tanı Sistemi ile Tanılama yönteminde kullanmak için seçilen 12 izolat, H72 %83,3, H51 %81,7, H52 %80,9, H11 %80,3, H31 %80,3, H34 %80,3, H36 %80,3, U133 %78,5, U132 %77,8, H22 %75,3, U171 %72,6 USL5 %70,2 oranında *Erwinia amylovora*'ya benzerliği belirlenmiştir.

Ateş yanıklığı hastalık etmeni *Erwinia amylovora* etmeninin Türkiye'de 1985 yılında ilk defa armut ağaçlarında Afyon ilinde tespit edilmiştir (Ökten ve Benlioğlu, 1988). Daha sonraki yıllarda Türkiye'nin farklı bölgelerinde hastalık etmeninin varlığı bildirilmiştir (Tokgönül ve Çınar, 1991; Momol ve Yeğen, 1992; Demir ve Gündoğdu, 1993; Baştaş ve Katircioğlu, 1999; Mirik, 2000; Aysan ve ark, 2006; Atasagun 2009; Yılmaz ve Aysan, 2009; Tunalı ve Mirik 2014; Öztürk ve ark., 2021). Kahramanmaraş ilinde daha önce Tokgönül ve Çınar (1991) elmada hastalık etmenini belirlemiştir. Bu çalışmada ise elmanın yanında ayva ve armutta da hastalık etmeni belirlenmiştir. Hastalık etmeninin armut ve ayvada da görülmesi hastalık etmeninin bölgede yaygınlaştığını göstermektedir. Elmada çalışma alanında hastalık etmeninin yaygınlığının azalması iklimin değişmesinden ve elmada diğer hastalık etmenlerine karşı yoğun mücadele edilmesinden kaynaklanabilir.

4. Sonuç

Kahramanmaraş ilinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığı hastalık etmeni *Erwinia amylovora*'nın yaygınlığı belirlenmiş ve hastalık etmeninin izole edilip tanılması yapılmıştır. Hastalık etmeninin çalışma alanında önemli ürün kayıplarına neden olmakta ve bu nedenle hastalık etmenini kontrol altına alınması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Hastalık etmeninin enfeksiyon zamanının belirlenecek erken uyarı sistemlerinin kurularak hastalık etmenine karşı mücadele zamanının ortaya çıkarılması gerekmektedir (Momol, 1990; Karahan ve ark., 2013). Enfeksiyon için uygun olan dönemlerde Tarım ve orman Bakanlığının tavsiye ettiği kimyasalların ve biyolojik preparatların yetiştiricilere önerilmelidir. Ayrıca hastalık etmenine dayanıklı anaç ve çeşit seçimi yapılarak yeni kurulacak bahçelere öneride bulunulmalıdır. Kahramanmaraş ili iklimsel olarak geçiş göstermektedir. Bundan dolayı ilçeler arasında yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve türünde ve bu meyve türlerindeki hastalık yaygınlığı ve yoğunlukları arasında önemli farklar görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından Yüksek Lisans tezi olarak desteklenmiştir (Proje No: 2017/4-10 YLS).

Kaynaklar

- Arda H (2016). Ayvada ateş yanıklığı hastalığı etmeninin (*Erwinia amylovora*) tanısı ve entegre mücadele olanakları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Atasagun R (2009). Rosaceae familyasındaki farklı bitki türlerinden elde edilen *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*'nin biyokimyasal ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) testleriyle tanınması., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Aysan Y, Mirik M, Sahin F, Kotan R, Saygılı H (2006). Phenotypic characterization of *Erwinia amylovora* from pome fruits in Turkey. Acta Horticulturae, 704: 459-464.
- Baştaş KK, Katircioğlu YZ (1999). Studies on fire blight (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*) on pome fruit trees in Konya province in Turkey. Acta Horticulturae, 489: 111-114.
- Benlioğlu K, Özakman M (1998). Characterization of Turkish isolates of *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.* Eight International Workshop on Fire Blight. 12-15 October, pp. 127-131, Kuşadası, Turkey.
- Demir G, Gündoğdu M (1993). Fireblight of pome fruit trees in Turkey: Distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars. Acta Horticulturae, 338, 67-74.
- Karahan A, Özakman M, Altundağ Ş (2013). Ankara ve Tokat'ta elma ve armut bahçelerinde Ateş yanıklığı hastalığının [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*] enfeksiyon risk günlerinin belirlenmesinde tahmin modellerinin kullanılması üzerine çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni 53(4): 207-238.
- Kıpçak C, Akköprü A (2017). Van gölü havzasındaki elmalarda ateş yanıklığı problemi: durumu ve hastalığın yaygınlık oranı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (2): 207-214.
- Mirik M (2000). Amasya ve Tokat illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*) hastalığının etmeninin tanınması, yaygınlık durumu ve dayanıklı çeşitlerin saptanması. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Momol MT (1990). Ateş yanıklığının epidemiolojisi ve mücadelesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1-2): 25-38.
- Momol MT, Yeğen O (1993). Fire blight in Turkey: 1985-1992. Acta Horticulturae, 338: 37-40.

- Özbek S (1947). Türkiye armut yetiştiriciliği ve önemli armut çeşitlerimiz. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi, Ankara.
- Özbek S (1978). Özel Meyvecilik (Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128: 11, Adana.
- Özbek S (1978). Özel meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 128: 392-483.
- Tokgönül S, Çınar Ö (1991). Doğu Akdeniz Bölgesinde armutlarda ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.*)'nın tanısı ve yaygınlık durumu üzerinde araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, İzmir.
- Öztürk M, Soylu S, Kayaaslan Z (2021). Yozgat ili elma ve armut üretim alanlarında ateş yanıklığı [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.*] hastalığının mevcut durumunun belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (1): 200-210.
- Tunalı N (2013). Bursa ve Yalova illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığına neden olan *Erwinia amylovora* (Burr.) izolatlarının bakır sülfat ve streptomisine olan duyarlılık düzeylerinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Tunalı N, Mirik M (2014). Diagnostics of *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow *et al.* isolates causing fire blight in pome fruit trees in Bursa. Acta Horticulturae, 1056: 137-140.
- Van Der Zwet T, Keil HL (1979). Fire blight: A bacterial disease of rosaceous plants. Handbook, 510, United States Department of Agriculture.
- Yılmaz MA, Aysan Y (2009). *Erwinia amylovora*'nın Neden Olduğu Ateş Yanıklığı Hastalığının Elmalardan İzolasyonu, Belirtileri, Yayılması ve Mücadelesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1): 75-77.
- TÜİK, (2020). Bitkisel üretim verileri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

A Preliminary Study on the Molecular Weight Profile of Soluble Protein in Niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass)

Mehmet NAZ¹, Seval BAHADIR KOCA^{*2}, Nalan ÖZGÜR YİĞİT²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 249-254, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 249-254, 2021

Abstract: In present study, ash, protein, and crude fiber contents of niger meal were higher than that of niger seed. However, niger seed had higher lipid levels than that of niger meal ($p < 0.05$). The ash, lipid, protein and crude fiber values of niger meal were found as 7.31 %, 7.16 %, 28.80 % and 20.02 %, respectively. The ash, lipid, protein and crude fiber values of niger seed were determined as 4.89 %, 20.61%, 19.63% and 18.96 %, respectively. The saturated and unsaturated FAs were determined as 20.52% and 45.23% in niger meal, 18.78% and 53.1% in seed, 25.35% and 52.05% in oil, respectively. The linoleic acid levels of niger meal, seed and oil were 37.49%, 41.76% and 41.61%, as highest FAs respectively. Amongst the saturated FAs, palmitic and stearic acids are found at higher levels with palmitic ranging from 9.85% (niger seed) to 15.76% (oil), and stearic ranging from 3.5% (oil) to 5.48% (seed). α -linolenic acid (ALA) levels of niger seed and niger oil were found as 0.85% and 1.2%, respectively. The MWP of niger meal and seed were found as 48.74 % and 42.92 % in 2532 Da \geq group by followed 34.46 % and 38.72 % in 67000 Da \leq group, 14.18 % and 15.76 % in 13700-67000 Da group, 2.72 % and 2.62 % in 2532-13700 Da group, respectively. Considering taking into account protein, FA and MWPs, except for the high levels of crude fiber it could be suggested to use at moderate levels of niger meal remaining after the extraction of niger seed and seed oil in aquaculture feeds.

Keywords: Niger seed, niger meal, niger oil, biochemical compositions, molecular weight profiles

Nijerin (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass) Çözülebilir Proteininin Moleküler Ağırlık Profili Üzerine Bir Ön Çalışma

Özet: Mevcut çalışmada, soğuk ekstrakte niger ununun kül, protein ve ham selüloz içeriklerinin, Nijer tohumundan daha yüksek olduğu, buna karşılık, niger tohumunun, unundan daha yüksek lipit seviyelerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Nijer ununun % olarak kül, lipit, protein ve ham selüloz değerleri sırasıyla 7.31, 7.16, 28.80 ve 20.02, tohumunun ise 4.89, 20.61, 19.63 ve 18.96 olarak belirlenmiştir. Doymuş ve doymamış yağ asitleri sırasıyla niger unu % 20.52 ve % 45.23, tohumunda % 18.78 ve % 53.1, yağında % 25.35 ve % 52.05 olarak belirlenmiştir. Nijer unu, tohumu ve yağının linoleik asit seviyeleri sırasıyla % 37.49, % 41.76 ve % 41.61 olarak en yüksek yağ asidi içeriği olduğu bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri arasında, % 9.85 (tohum) ile % 15.76 (yağı) arasında değişen palmitik ve % 3.5 (yağı) ile % 5.48 (tohumu) arasında değişen stearik ile daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Nijer unu ve tohumunun moleküler ağırlık dağılımları 2532 Da \geq grubunda % 48.74 ve % 42,92 olarak bulunurken, bunu sırasıyla 67000 Da \leq grubunda % 34.46 ve % 38.72, 13700-67000 Da grubunda % 14.18 ve % 15.76, 2532-13700 Da grubunda % 2.72 ve % 2.62 değerleri izlemiştir. Sonuç olarak, yüksek ham selüloz değerleri dışında protein, yağ asidi ve moleküler ağırlık profilleri dikkate alındığında su ürünleri yemlerinde soğuk ekstrakte niger ununun ve tohum yağının orta seviyelerde kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Nijer tohumu, niger unu, niger yağı, biyokimyasal bileşimler, moleküler ağırlık profilleri

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
sevalkoca@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 06/04/2021
Kabul (Accepted): 21/09/2021

¹Iskenderun Technical University
Marine Science and Technology
Faculty, Turkey
²Isparta Applied Sciences University,
Egirdir Fisheries Faculty, Isparta,
Turkey.

1. Introduction

Nowadays, together with the increase in aquaculture production, the demand for feeds is rising. Fish feed includes the principal operating cost in aquaculture sector and the main protein source of fish feed has been fishmeal. However, fishmeal is expensive due to high demand and limited global supply. Therefore, replacing fishmeal with protein rich animal or plant sources is a necessary. Lovell (1998) revealed that feed ingredients containing 20% level or more crude protein may use as protein sources. In this concept, oil seed meals have been found to have considerable sustainable and economic potential (Ng and Romano, 2013; El-Sayed, 2004; Hardy, 2010; Tacon, 1997). In addition, substitution of fish oil in fish feeds has become inevitable due to the limited availability of fish oil (Dalbir et al., 2015; Naylor et al., 2009; Turchini, 2009). Vegetable oils commonly used fish feeds consisted of an important part of the research on fish nutrition (Menoy et al., 2007; Martins et al., 2009). Vegetable oils are rich in FAs with 18 carbons such as linoleic or linolenic acids, essential for fish species (Sener and Yildiz, 2003; Olurin et al., 2004; Fontagne et al., 1999).

Digestive processes, protein digestion and particularly the protein forms provided by feeds have been the biggest limitations to the use of feeds by fish larvae. Some authors revealed that the protein forms used in feeds has an important role on the development of the larval digestive system (Cahu and Zambonino Infante, 1995a,b; Zambonino Infante et al., 1997). Therefore, the identification of proteins forms as feed ingredient may contribute towards the formulation of more appropriate feeds for different larval stages (Ronnestad et al., 1999; Holt, 2000).

Niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) is an oilseed crop cultivated in Ethiopia and India. Ethiopian and Indian oilseed production were 50% and 3%, respectively. The process of niger seeds are inexpensive, and the cake remaining after oil extraction is used as a protein source in diets. In general, niger meal remaining after the extraction of oil includes 30% protein and 23% crude fibre (Getinet and Sharma, 1996). The oil content of niger was reported as 29-39% (Dutta et al., 1994), 30-35% (Kandel and Porter, 2002), 42-44% (Dagne and Jonson 1997). Studies on the FA composition of niger, linoleic acid is the dominant fatty acid followed by palmitic, oleic and stearic acids (Dutta et al., 1994; Ramadan and Morsel, 2003; Dagne and Jonson 1997). The oil of niger seeds appears to be nutritionally valuable, as the high content of linoleic acid known to prevent cardiovascular diseases (Vles and Gottenbos, 1989), and also, antioxidant activity mainly due to sterols and tocopherols (Dutta et al., 1994).

The biochemical characterization and functional properties of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass) have been

described by some researchers (Syume and Chandravanshi, 2015; Akewake et al., 2015; Tesfaye et al 2017). However, the information about MWP of soluble protein in Niger is not available. The study aimed to reveal the MWP of Niger protein considering as a sustainable protein source. Also, biochemical compositions of niger seed, niger meal and niger oil were determined.

2. Materials and Methods

Niger seed was purchased from regional spice shop. The oil from the niger seeds was obtained by the method of cold-press extraction in machine (Ozdemir Reducer FN063-B09 Serial No:220916011668). The cake remaining after the mechanical oil extraction process was used as niger meal. In the current study, the biochemical compositions and molecular weight profiles of niger seed, niger meal and niger oil were determined.

2.1. Biochemical compositions

The different forms such as niger meal and niger seed as alternative feed ingredient were tested. Biochemical compositions such as the protein, lipid, crude fiber (Anonymous (2018) and ash of two niger forms were done according to the methods described by the AOAC (2000) and lipid analyses were determined according to the method described by Bligh and Dyer (1959).

2.2. Fatty acid compositions

FAs of the niger meal, niger seed and niger oil were analyzed according to the method described by Garces and Mancha (1993). FAs were determined by comparisons with standard mixture.

2.3. Molecular weight profiles

MWPs of niger meal and niger seed were performed according to Boza et al. (1994). Standards were ranged from bovine albumine (67000 Da) to p-aminobenzoic acid (137 Da).

2.4. Statistical methods

The analyses were performed in triplicates. All data were analyzed to one-way (ANOVA) and mean±standard error (SE) differences by using SPSS 15.0 statistical package (SPSS, 2006).

3. Results

The biochemical compositions of the niger meal and niger seed were given in Table 1. The ash, protein, and crude fiber contents of niger meal were higher than that of niger seed. However, niger seed had higher lipid levels than that of niger meal.

The relative levels of individual FAs found are given in Table 2. The saturated and unsaturated FAs were determined as 20.52% and 45.23% in niger meal, 18.78% and 53.1% in niger seed, 25.35% and 52.05% in niger oil, respectively. The highest FA of niger meal, niger seed and niger oil were linoleic acid. The linoleic acid levels of niger meal, niger seed and niger oil were 37.49%, 41.76% and 41.61%, respectively. Amongst the saturated FAs, palmitic and stearic acids are found at higher levels with palmitic ranging from 9.85% (niger seed) to 15.76% (niger oil), and stearic ranging from 3.5% (niger oil) to 5.48% (niger seed). α -linolenic acid (ALA) levels of niger seed and niger oil were found as 0.85% and 1.2%, respectively.

Figure 1 reveals the MWP of soluble proteins in niger meal and niger seed. A remarkable similarity in the MWPs of soluble protein was observed among these two types of niger such as niger seed and niger meal but the differences were statistically significant except for 2532-13700 Da group ($p < 0.05$). The MWPs of niger meal and niger seed were found as $48.74 \pm 0.5\%$ and $42.92 \pm 0.1\%$ in 2532 Da \geq group by followed $34.46 \pm 0.4\%$ and $38.72 \pm 0.08\%$ in 67000 Da \leq group, 14.18 ± 0.01 and 15.76 ± 0.05 in 13700-67000 Da group, $2.72 \pm 0.03\%$ and $2.62 \pm 0.05\%$ in 2532-13700 Da group, respectively. The lowest and highest values were determined in 2532-13700 Da and 2532 Da \geq group, respectively.

4. Discussion

In present study, the MWPs of soluble protein in niger seed and niger meal (*Guizotia abyssinica* Cass) were

determined by Gel Filtration Chromatography. Also, we determined the ash and FA, protein, crude fiber, lipid contents of Niger seed, niger meal and niger oil. Until now, the knowledge about the MWP of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass) is not available.

The present results showed that ash, protein, and crude fiber contents of niger meal were higher than that of niger seed. The earlier studies indicated that oil extracted niger meal contained approximately 30% protein and 23% crude fibre (Getinet and Sharma, 1996). The ash, protein, and crude fiber levels of niger meal remaining after the extraction of oil are within the range of reported levels. However, lipid levels of niger seed had higher than that of niger meal remaining after the extraction of oil in niger seed. In earlier studies, the niger meal oil content is variously reported as 29-39% (Dutta et al., 1994), 30-35% (Kandel and Porter, 2002), 42-44% (Dagne and Jonson, 1997). Thus, results of the present study were lower range of data reported earlier.

The data indicated that the highest FA of niger meal, niger seed and niger oil were linoleic acid. The dominant levels of linoleic acid are generally in agreement with those found in current study whereas oleic acid and α -linolenic (ALA) acid levels are generally lower. In the study, ALA levels of niger seed and niger oil were reported as 0.85% and 1.2%, respectively. Bhatnagar et al. (2014) showed that niger oil extracted by mechanical methods had a concentration of 0.08% α -linolenic acid. The present findings were higher than that of the reported by Bhatnagar et al. (2014).

Table 1. The proximate compositions of niger meal and niger seed (mean \pm S.E.)

	Ash	Lipid	Protein	Crude fiber
Niger meal	7.31 \pm 0.08 ^a	7.16 \pm 0.19 ^b	28.80 \pm 0.24 ^a	20.02 \pm 0.22 ^a
Niger seed	4.89 \pm 0.58 ^b	20.61 \pm 1.97 ^a	19.63 \pm 0.08 ^b	18.96 \pm 0.4 ^b

Table 2. Fatty acid levels of niger meal, niger seed and niger oil

	Niger Meal (cold extracte)	Niger Seed	Niger Oil
14:0	0.08	0.08	0.13
15:0	0.04	0.04	0.05
16:0	10.07	9.85	15.76
16:1	0.08	0.12	nd
18:0	5.44	5.48	3.5
18:1n-9	7.66	9.82	7
18:2n-6	37.49	41.76	41.61
18:3n-3	nd	0.85	1.2
20:0	1.55	1.85	1.44
20:1n-9	nd	nd	0.58
20:2n-6	nd	nd	0.48
20:3n-3	nd	0.55	1.18
22:0	2.02	nd	2.89
24:0	1.32	1.48	1.58
Saturated	20.52	18.78	25.35
Unsaturated	45.23	53.1	52.05

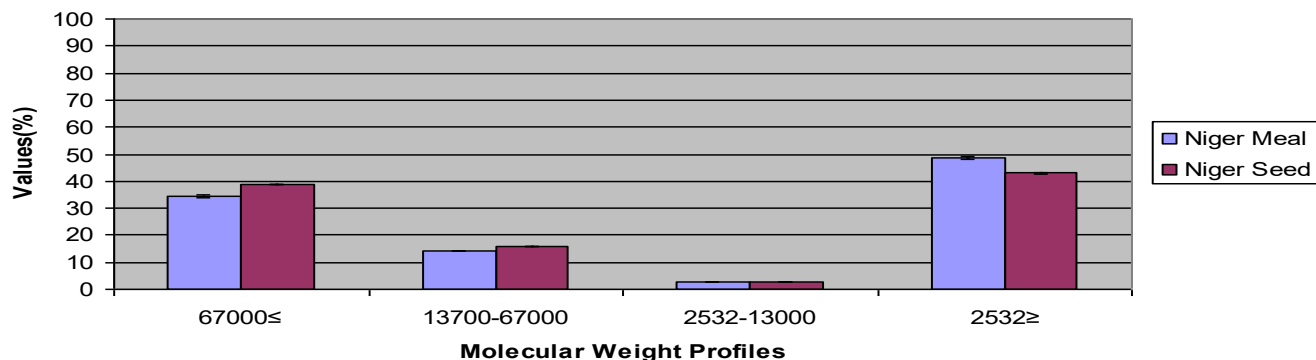


Figure 1. Molecular weight profiles of soluble protein in the niger meal and niger seed

Linoleic acid known as a member of the ω -6 acids is less susceptible to oxidation than the essential ω -3 acids. Therefore, high linoleic acid contents of niger forms are advantageous due to it has a longer shelf life. Kiralan et al. (2010) indicated that ALA found as the dominate FA in linseed oil is more susceptible to oxidation. Therefore, there are need the combinations between oilseed crops cultivated to provide an optimal balance and to produce an oil with a higher shelf life that is more suitable as a food supplement.

A remarkable similarity in the MWP of soluble protein in niger meal and niger seed was observed. The lowest and highest values were observed in 2532-13700 Da and 2532 Da \geq group, respectively. Peptide profiles of niger meal and niger seed have a balance in 67000 Da \leq and 2532 Da \geq groups. Free amino acids (FAAs) appear to regulate the larval growth when supplied at moderate levels to feeds, but not excessive of FAAs (Szlaminska et al., 1993; Carvalho et al., 1997; Cahu et al., 1999; Cahu and Zambonino Infante 1995a; Lopez-Alvarado and Kanazawa, 1995). The faster absorption of FAAs compared to protein bound amino acids (AAs) may lead to AA irregulars in larval intestine and followed a decrease on protein utilization (Ronnestad et al., 2000). Zambonino Infante et al. (1997) indicated that the partial substitution of whole protein by di- and tripeptides improved larval growth. Carvalho et al. (2003) revealed that protein macromolecules are digested into peptides and AAs in the larval intestine and followed, di- and tripeptides are rapidly converted into AAs for absorption. Also, Carvalho et al. (2003) indicated that a balance among the peptide groups was important to optimize the protein utilization. Carvalho et al. (2003) advised that the supplementation of moderate levels of protein hydrolysates to feeds must be considered in order to reach the mentioned purpose. In addition, it is recommended that feeds used for fish larvae should have a nitrogen solubility and MWP similar to that found in live food.

In conclusion, the niger meal is a good source of protein and if suitably processed has a good potential for aquaculture feeds. In addition, the high linoleic acid

content makes the oil of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass) seed nutritionally valuable. Also, a balance exists in peptide profiles containing 67000 Da \leq and 2532 Da \geq groups of niger meal and niger seed. Considering taking into account protein, fatty acid and molecular weight profiles, except for the high levels of crude fiber it could be suggested to use at moderate levels of niger meal remaining after the extraction of niger seed and niger seed oil in aquaculture feeds.

References

- Anonymous (2018) . AOCs Approved Procedure Ba 6a-05 ANKOM Technology Method 10 12-06-06 Crude Fiber Analysis in Feeds By Filter Bag Technique (For A2000,A2000I)
- AOAC (2000). Official methods of analysis of Association of Analytical Chemist. 15th Edn. Washington DC.
- Bhatnagar AS, Gopala Krishna AG (2014). Lipid classes and subclasses of cold- pressed and solvent-extracted oils from commercial Indian niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) seed. Journal of American oil Chemists Society, 91: 1205-1216.
- Bligh EG, Dyer WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911-917.
- Boza JJ, Jimenez J, Martínez O, Suarez MD, Gil A (1994). Nutritional value and antigenicity of two milk protein hydrolysates in rats and guinea Pigs. The Journal of Nutritional, 124: 1978-1986.
- Cahu CL, Zambonino Infante JL (1995a). Effect of the molecular form of dietary nitrogen supply in sea bass larvae: response of pancreatic enzymes and intestinal peptidases. Fish Physiology and Biochemistry Journal, 14: 209-214.
- Cahu CL, Zambonino Infante JL (1995b). Maturation of the pancreatic and intestinal digestive functions in sea bass (*dicentrarchus labrax*): effect of weaning with different protein sources. Fish Physiology and Biochemistry Journal, 14: 431-437.

- Cahu, CL, Zambonino Infante JL, Quazuguel P, Le Gass M.M (1999). Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10–day old sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, 171: 109-119.
- Carvalho AP, Escaffre AM, Oliva-Teles A, Bergot P (1997). First feeding of common carp larvae on diets with high level of protein hydrolysates. *Aquaculture International*, 5: 361-367.
- Carvalho, AP, Oliva-Teles A, Bergot P (2003). A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. *Aquaculture* 225: 445-449.
- Dagne K, Jonsson A (1997). Oil content and fatty acid composition of seeds of *Guizotia abyssinica* Cass. (Compositae). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 73: 274-278.
- Dalbir SP, Roopma G, Ritu K, Vaini G, Shivalika R (2015). Effect of fish oil substitution with sunflower oil in diet of juvenile *Catla catla* (Ham) on growth performance and feed utilization. *Journal of Fisheries & Livestock Production* 3:144. doi:10.4172/2332-2608.1000144.
- Deme T, Haki GD, Retta N, Woldegiorgis A, Geleta M (2017). Mineral and anti-nutritional contents of niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.), linseed (*Linum usitatissimum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties grown in Ethiopia. *Foods*, 6(4): 27.
- Dutta PC, Helmersson S, Kebedu E, Appelqvist LA (1994). Variation in lipid composition of niger seed (*Guizotia abyssinica* Cass.) samples collected from different regions in Ethiopia. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71: 839-843.
- El-Sayed, AFM (2004). Protein nutrition of farmed tilapia: searching for unconventional sources. In *New dimensions in farmed tilapia: proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia Aquaculture*, 364-378.
- Fontagne S, Pruszyński T, Corraze G, Bergot P (1999). Effect of coconut oil and tricaprilyn vs. triolein on survival, growth and fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 179: 241-252.
- Garcés R, Mancha M (1993). One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 211, 139–143.
- Geremew A, Getahun A, Rana K (2015). Digestibility of Soybean Cake, Niger Seed Cake and Linseed Cake in Juvenile Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6: 333. doi:10.4172/2155-9546.1000333
- Getinet A, Sharma SM (1996). Niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 5. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Hardy RW (2010). Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41: 770-776.
- Holt GJ (2000). Symposium on recent advances in larval fish nutrition. *Aquaculture Nutrition*, 6: 141.
- Kandel H, Porter P (2002). Niger: *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. production in northwest Minnesota. University of Minnesota extension service.
- Kiralan M, Gokpınar A, Ipek A, Bayrak A, Arslan N, Kok MS (2010). Variability of fatty acid and mineral content in linseed (*Linum usitatissimum* L.) lines from a range of European sources. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4): 1068-1073.
- López-Alvarado L, Kanazawa A (1995). Optimum levels of crystalline amino acids in diets for larval red Sea Bream (*Pagrus major*). *ICES Marine Science Symposia*, 201: 100–105.
- Lovell T (1998). *Nutrition and feeding of fish*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts
- Martins DA, Valente LMP and Lall SP (2009) Apparent digestibility of lipid and fatty acids in fish oil, poultry fat and vegetable oil diets by Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*. *L. Aquaculture*, 294: 132-137.
- Menoy D, Lopez-Bote CJ, Diez A, Obach A, Bautista JM (2007). Impact of n-3 fatty acid chain length and n3/n6 ratio in Atlantic salmon (*Salmo salar*) diets. *Aquaculture*, 267: 248-259.
- Naylor RL, Hardy RW, Bureau DP, Chiu A, Elliott M, Farrell AP, Forster I, Gatlin DM, Goldburg RJ, Hua K, Nichols PD (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 15103-15110.
- Naz M (2007). The changes in digestive enzymes and hormones of gilthead seabream larvae (*Sparus aurata*, L 1758) fed on *Artemia nauplii* enriched with different amino acids. PhD Thesis, Mustafa Kemal University, Hatay, Turkey.
- Ng WK, Romano N (2013). A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*, 5: 220-254.

- Olurin KB, Akinyemi Y, Obe OY, Olojo EAA (2004). Use of palm oil in the diet of the African mudfish, *Clarias gariepinus*. African Journal of Biotechnology, 3(8): 418-420.
- Ramadan MF, Morsel JT (2003). Determination of the lipid classes and fatty acid profile of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed oil. Phytochemical Analysis, 14: 366-370.
- Rønnestad I, Conceicao LEC, Arago C, Dinis MT (2000). Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). The Journal of Nutrition, 130: 2809-2812.
- Sener E, Yıldız Mustafa (2003). Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) juveniles. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3: 111-116.
- SPSS (1993) SPSS for windows base system user's guide, release 8.0.2. Chicago USA
- Syume M, Chandravanshi BS (2015). Nutrient composition of niger seed (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.) cultivated in different parts of Ethiopia. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 29: 341-355.
- Szlaminska M, Escaffre AM, Charlon N, Bergot P (1993). Preliminary data on semi synthetic diets for goldfish (*Carassius auratus* L.) larvae. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. (Eds.). Fish Nutrition in Practice. INRA, Paris, 607-612. Les colloques, 61.
- Tacon AGJ (1997). Fishmeal replacers: review of antinutrients within oilseeds and pulses a limiting factor for the aquafeed Green Revolution? In Tacon A.G.J. (ed.), Basurco B. (ed.). Feeding tomorrow's fish. Zaragoza: CIHEAM, 153-182.
- Turchini GM, Torstensen BE, Ng WK (2009). Fish oil replacement in finfish nutrition. Rev Aquacult. 1, 01-57.
- Vles RO, Gottenboss JJ (1989). Nutritional characteristics and food uses of vegetable oils, in oil crops of the world, McGraw Hill: Newyork.
- Zambonino Infante JL, Cahu CL, Peres A (1997). Partial substitution of di- and tripeptides for native proteins in sea bass diet improves *Dicentrarchus labrax* larval development. The Journal of Nutrition, 127: 608-614

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Bitkisinde Yapraktan GA₃ ve Metil Jasmonat Uygulamalarının Meyve Verimi ve Uçucu Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

Arif ŞANLI*¹, Tahsin KARADOĞAN¹, Halil ERÇABUK², Hamide DAĞLI²

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 255-262, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 255-262, 2021

Özet: Bu çalışma farklı gelişme dönemlerinde yapraktan yapılan Gibberellik asit (GA₃) ve Metil Jasmonat (MJ) uygulamalarının kimyon (*Cuminum cyminum* L.) meyve verimi ve uçucu yağ kalitesine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Isparta koşullarında 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda GA₃ (0, 50, 100 ve 150 ppm) ve MJ (0, 0.5, 1.0 ve 1.5 mM) vejetatif gelişme dönemi (çıkıştan 40 gün sonra) ve çiçeklenme ortası (çıkıştan 60 gün sonra) olmak üzere iki gelişme döneminde bitki yapraklarına püskürtme şeklinde uygulanmıştır. GA₃ ve MJ uygulamaları kimyonda meyve verimi ve verimi etkileyen parametreleri genellikle olumlu yönde etkilemiş, ortaya çıkan etki uygulama dozlarına bağlı olarak değişim göstermiştir. En yüksek şemsiye sayısı ve meyve sayısı 100 ppm GA₃, 1000 tane ağırlığı ve meyve verimi ise 0.5 ve 1.0 mM MJ uygulamalarından elde edilmiştir. Her iki fitohormonun da uçucu yağ sentezine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuş, yüksek dozda yapılan GA₃ uygulamaları hariç diğer uygulamalar meyve uçucu yağ oranını kontrole göre (% 1.85) önemli derecede arttırmıştır. Tüm uygulamalarda da uçucu yağları oluşturan ana bileşenler benzer (3-Caren-10-al, cuminic aldehyde, γ-terpinene, β-pinene ve cymol) olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kimyon, GA₃, Metil Jasmonat, meyve verimi, uçucu yağ oranı ve bileşenleri

Effects of Foliar GA₃ and Methyl Jasmonate Applications on Fruit Yield and Essential Oil Quality of Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

Abstract: This study was carried out in Isparta conditions in 2014 and 2015 in order to determine the effects of foliar applications of Gibberellic acid (GA₃) and Methyl Jasmonate (MJ) at different growth stages on cumin (*Cuminum cyminum* L.) fruit yield and essential oil quality. Different concentrations of GA₃ (0, 50, 100 and 150 ppm) and MJ (0, 0.5, 1.0 and 1.5 mM) were applied to the leaves by spraying in two developmental periods: vegetative development period (40 days after emergence) and mid-flowering (60 days after emergence). The applications of GA₃ and MJ have generally positively affected the yield and parameters affecting fruit yield in cumin, and the resulting effect has varied depending on the application doses. The highest number of umbrellas and number of fruits was obtained from applications of 100 ppm GA₃, 1000 grain weight and fruit yield were obtained from applications of 0.5 and 1.0 mM MJ. The effect of both applications on the synthesis of essential oils was found to be statistically significant, and all applications except that high-dose GA₃, significantly increased the fruit essential oil content compared to the control (1.85%). The main components of the essential oils in all applications were similar (3-carene-10-al, cuminic aldehyde, γ-terpinene, β-pinene and cymol).

Keywords: Cumin, GA₃, Methyl Jasmonate, fruit yield, essential oil content and components

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
arifsanli@sdu.edu.tr

Alınış (Received): 29/10/2021
Kabul (Accepted): 15/12/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri
Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Apiaceae familyasından tek yıllık bir bitki olup Hindistan, Suriye, Türkiye, Sudan, İran, Pakistan, Arjantin, Çin, vb. gibi ülkelere yaygın olarak yetiştirilmektedir (Kan ve ark. 2007). Kimyonun dünyadaki ticari hacmi yıllara göre değişmekle beraber 80-100 bin ton civarındadır. Dünya kimyon ticaretinin yaklaşık %90'ını önemli kimyon ihracatçıları Hindistan, İran, Suriye, Türkiye ve Afganistan birlikte karşılamaktadır (Arslan, 2019). Dünya kimyon ihracatında önemli bir yere sahip olan ülkemizde 2020 yılında yaklaşık 21.213 ha alanda 13.926 ton üretim gerçekleştirilmiştir (Tüik, 2021).

Kimyon önemli derecede antimikrobiyal (Hajlaoui ve ark., 2010), antikanser (Nalini ve ark., 2006) ve antioksidan (Martinez-Tome ve ark., 2001) aktivitenin yanı sıra uyku düzenleyici (Chauhan ve ark., 2010), şeker hastalıkları (Srinivasan, 2005) ile mide ve bağırsak ağrılarınin tedavisinde (Milan ve ark., 2008) kullanılan önemli bir aromatik bitkidir. Kimyon meyveleri ile meyvelerinden elde edilen uçucu yağ bileşenleri ticari olarak parfümeri, yiyecek, içecek ve ilaç sektörlerinde kullanılmaktadır (Beis ve ark., 2000).

Morfogenetik, ontogenetik ve diurnal varyabilitenin yanı sıra biotik ve abiotik stres faktörleri, topoğrafik, coğrafik ve ekolojik faktörler ve kültürel işlemler bitkilerde uçucu yağ sentezini etkileyen önemli faktörler olarak sıralanabilir (Lima ve ark., 2003; Gobbo-Neto ve Lopes, 2007). Özellikle çevresel faktörlerde meydana gelen değişimler, bitki metabolizmasını ve dolayısıyla uçucu yağ biyosentezini etkileyen biyokimyasal yolları ve fizyolojik süreçleri önemli ölçüde etkilemektedir (Sangwan et al., 2001). Bitkilerde meydana gelen bu değişimler önemli ölçüde bitki büyüme düzenleyicileri tarafından kontrol edilmektedir. Bitki büyümesini düzenleyici maddeler tarımda çimlenme, vejetatif büyüme, üreme, olgunlaşma, yaşlanma ve hasat sonrası gibi gelişimsel süreçleri kontrol etmekte ve bitkilerde primer ve sekonder metabolit havuzunu etkileyen ana faktörlerden birisi olarak bilinmektedir (Prins ve ark., 2010). Bazı büyüme düzenleyicilerinin birçok aromatik bitki türünde bitki gelişimini ve uçucu yağ biyosentezini teşvik ettiği ve uçucu yağ miktar ve kalitesine olumlu yönde etki gösterdiği bildirilmiştir (Prins ve ark., 2010; Zheljzakov ve ark., 2010; Sharafzadeh ve Zare 2011; Feizbakhsh ve ark., 2016).

Gibberellinler (GA) angiospermlerden gymnospermlere ve eğreltilere kadar birçok bitkide bulunan, bitki büyüme ve gelişmesini gövde uzaması, kök ve meyve gelişmesi, çiçeklenme, meyve tutumu ve çiçek gelişimi gibi bir çok fizyolojik olayları kontrol eden endojen hormonlardır (Olszewski, 2002; Tyler ve ark., 2004; Alabadi ve ark., 2004; Swain ve Singh, 2005). Metil Jasmonat ve Jasmonik asit çiçeklenme, olgunlaşma, senesens, fotosentez, patojen ve böcek saldırıları ile abiyotik stres faktörlerine karşı savunma tepkisi gibi fizyolojik süreçlerde ve bitki gelişiminde önemli rol oynayan hücre içi düzenleyiciler olarak bilinmektedir (Maciejewska ve ark., 2004; Choi ve ark., 2005; Kim ve ark., 2009; Warabieda ve ark., 2010) Konu ile ilgili olarak yürütülen çalışmalarda, MJ uygulamalarının fesleğen bitkisinde uçucu yağ bileşen sayısını önemli ölçüde arttırdığı (Kim ve ark., 2006; Li ve ark., 2007), GA₃ uygulamalarının adaçayı yağının kimyasal kompozisyonunu etkilediği (Povh ve Ono 2007), GA₃ ve benzyladenin uygulamalarının alman papatyasında verim ve uçucu yağ oranını arttırdığı (Amiri ve ark., 2014) bildirilmiştir.

Ürün miktar ve kalitesine gösterdikleri olumlu etkilerden dolayı bitkisel hormonların tarımsal üretimde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, kimyonda bitkisel hormonların uçucu yağ üretiminde kullanımları hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, kimyon bitkisinde GA₃ ve Metil Jasmonat uygulamalarının verim ve verimi etkileyen özellikler ile uçucu yağ oranı ve bileşenlerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında 2014-2015 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada Ankara ilinde 2013 yılında üretimi yapılan kimyon (yerel popülasyon) tohumları ile Sigma-Aldrich firmasından temin edilen GA₃ ve Metil Jasmonat materyal olarak kullanılmıştır.

Deneme tarlası toprağı; tekstür bakımından tınlı, pH 8.0, toplam tuz içeriğı % 0.029 ve katyon değişim kapasitesi %33 olan kireççe zengin (%23.2), organik madde miktarı bakımından fakir (%1.1), alınabilir fosfor (19.1 mg/kg P₂O₅)

Tablo 1. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait aylık ortalama iklim verileri

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nem (%)		
	1950-2015	2014	2015	1950-2015	2014	2015	1950-2015	2014	2015
Mart	55.3	78.6	111.6	6.2	7.2	6.7	65.3	63.9	65.8
Nisan	55.3	44.8	26.1	10.8	11.3	8.6	61.0	60.6	60.7
Mayıs	52.3	107.0	67.5	15.6	14.7	16.1	57.4	62.6	59.8
Haziran	30.6	42.8	92.2	20.2	19.4	17.8	51.2	53.0	67.7
Temmuz	14.6	0.8	3.0	23.7	24.2	23.7	45.3	45.6	48.3
Ağustos	11.7	10.2	43.4	23.2	24.6	23.5	46.4	46.1	54.8
Yağış Top.									
Sıcaklık-Nem Ort.	219.8	284.2	343.8	16.6	16.9	16.1	54.4	55.3	59.5

ve toplam azot miktarı bakımından fakir (%0.38), potasyum bakımından zengin (187 g/da KO₂) bir topraktır. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü Isparta ilinin 2014 ve 2015 yıllarına ait bazı önemli iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir. Isparta ili Göller Bölgesi'nde Akdeniz iklimi ile karasal iklimin kesişme noktasında Batı Geçit Kuşağı'nda yer almakta, kışları nispeten serin ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak bir iklim yaşanmaktadır (Yıldız, 2011).

Arazi çalışmaları Tesadüf Blokları Deneme deseninde göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Kimyon tohumları her iki deneme yılında da Nisan ayının ilk haftasında toprak tavının uygun olduğu dönemde 30 x 5 cm normunda her bir parsel alanı 9 m² (1.5m x 6 m) olacak şekilde el ile ekilmiştir. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda GA₃ (50, 100, 150 ppm) (Prins ve ark., 2010), Metil Jasmonat (0.5, 1.0, 1.5 mM) (Degenhardt ve Lincoln, 2006) ve kontrol olmak üzere her blokta 7, toplamda ise 21 parsel oluşturulmuştur. Ekim ile birlikte dekara 6 kg/da saf azot ve fosfor gelecek şekilde DAP (18-46-0) ve Amonyum sülfat (%21 N), çiçeklenme öncesi döneminde ise 4 kg/da saf azot olacak şekilde Nitropower (%30 N) kullanılarak gübreleme yapılmıştır (Elik ve ark., 2010). GA₃ ve Metil Jasmonat uygulamaları vejetatif gelişme dönemi (çıkıştan 40 gün sonra) ve çiçeklenme ortası (çıkıştan 60 gün sonra) olmak üzere iki gelişme döneminde 40 L/da su normunda sırt pompası ile bitki üst kısmına püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Hiçbir uygulama yapılmayan parseller kontrol olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kuru koşullarda yürütülmüş, yabancı otlarla 2 kez el ile mücadele edilmiştir.

Her bir parselde hasat kimyon bitkisinin kritik olgunlaşma zamanı (ortadaki şemsiyelerin olgunlaştığı, bütün şemsiyelerin %50-75'inin sararıp kahverengiye dönmeye başladığı devre) dikkate alınarak ayrı ayrı yapılmıştır. Her parselin kenar sıraları ile parsel baş ve sonlarından 1'er metre kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra geriye kalan alan hasat alanı olarak değerlendirilmiştir. Hasat alanı içerisinde rastgele seçilen 20 bitkide bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide şemsiye sayısı ve şemsiyede meyve sayısı parametreleri belirlenmiştir. Hasat alanındaki tüm bitkiler toprak seviyesinin hemen üzerinden kesilerek tarlada çuvallar üzerinde 1 hafta süreyle kurumaya bırakılmış, ardından meyveler temizlenerek tartılmış ve hasat alanı üzerinden meyve verimleri hesaplanmıştır.

Meyve örneklerinde uçucu yağ oranları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazı kullanılarak belirlenmiş, meyveler uçucu yağ analizinden önce öğütülmüştür. Uçucu yağ analizi için her parselden alınan 100'er g meyve örneği 3 tekrarlamalı olarak distilasyon cihazının kaynatma balonunda 0,5 litre su eklenecek şekilde 100 °C'de 3 saat süreyle damıtılmıştır (Şanlı ve ark., 2012). Elde edilen uçucu yağların miktarı ml olarak ölçülerek ortalamaları alındıktan sonra % oranları (v/w) hesaplanmıştır (Marotti ve Piccaglia 1992). Uçucu yağ bileşenleri, SDÜ Deneysel ve Gözlemsel

Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 detektörlü Shimadzu 2010 Plus) CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm. 0.25 µm) kapiler kalonu kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye yükseltilmiş ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir. Toplam program süresinin 60 dakika, enjektör sıcaklığının 240 °C ve detektör sıcaklığının 250 °C olarak ayarlandığı bu çalışmada taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (20 mL/dakika, oran 1:20) kullanılmıştır (Baydar, 2016).

Araştırmadan elde edilen veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular

Araştırmada her iki yıla ait verilerin birleştirilmiş varyans analizine göre yıllar arasındaki farklılıklar ile yıl x uygulama interaksyonları istatistiksel anlamda önemli bulunmamış, bu nedenle araştırmada incelenen tüm parametreler 2 yıllık ortalama veriler kullanılarak açıklanmıştır.

Büyüme düzenleyici madde uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi önemli bulunmuş, 1.5 mM MJ uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar bitki boyunu önemli derecede arttırmıştır. Uygulamalara bağlı olarak bitki boyu 21.8-25.8 cm arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Uygulamalar bitkide dal sayısını istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemiş, en yüksek dal sayıları 1 mM MJ ile 100 ve 150 ppm GA₃ uygulamalarından (sırası ile 12.5, 12.9 ve 12.4 adet) elde edilmiştir. MJ uygulamalarında ortalama dal sayısı doz artışı ile birlikte 1 mM dozuna kadar önemli derecede artarken, 1.5 mM dozu dal sayısının önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Bitkide şemsiye sayısı uygulamalara bağlı olarak 11.2-20.8 adet arasında değişim göstermiş, en yüksek şemsiye sayıları 100 ve 150 ppm GA₃ uygulamalarında (sırası ile 20.8 ve 19.8 adet) belirlenmiştir. Çalışmada 1.5 mM MJ uygulamaları şemsiye sayısının azalmasına neden olurken, diğer tüm uygulamalarda şemsiye sayısı kontrole göre önemli derecede artış göstermiştir. 100 ppm GA₃ uygulamaları (19.3 adet) şemsiyede meyve sayısını kontrole göre (17.7 adet) önemli derecede arttırırken, yüksek dozda yapılan MJ uygulamaları şemsiyede meyve sayısını azaltıcı etki göstermiştir. Diğer uygulamaların şemsiyede meyve sayısına etkileri kontrol ile benzer olmuştur. Bitkide meyve sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuş, 1.5 mM MJ hariç diğer tüm uygulamalar bitkide meyve sayısını önemli derecede arttırmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, 100 ppm GA₃ uygulamaları bitkide meyve sayısını yaklaşık % 63 arttırırken, 1.5 mM MJ uygulamaları bitkide meyve sayısının % 30 azalmasına neden olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. MJ ve GA₃ uygulamalarının kimyonun büyüme ve bazı verim özelliklerine etkileri

Uygulama	Doz	Bitki Boyu (cm)	Dal Sayısı (adet/bitki)	Şemsiye Sayısı (adet/bitki)	Şemsiyede Meyve Sayısı (adet)	Bitkide Meyve Sayısı (adet)
Metil	0.5 mM	23.9 b	11.6 c	17.4 cd	18.5 ab	315 cd
Jasmonat	1.0 mM	24.3 ab	12.5 ab	16.5 d	17.8 b	304 d
	1.5 mM	21.9 c	10.4 d	11.2 f	15.8 c	188 f
Giberallik Asit	50 ppm	24.8 ab	12.0 bc	17.9 bc	18.8 ab	331 bc
	100 ppm	25.8 a	12.9 a	20.8 a	19.3 a	374 a
	150 ppm	25.7 a	12.4 ab	19.8 ab	18.3 ab	344 b
Kontrol		21.8 c	10.8 d	13.5 e	17.7 b	241 e
Lsd (0.01)		1.7**	0.55*	1.93**	1.12**	27.1**
CV (%)		4.1	8.7	8.1	4.2	5.3

Tablo 3. MJ ve GA₃ uygulamalarının kimyonda meyve verimi ile uçucu yağ oranı ve verimine etkileri

Uygulama	Doz	Meyve Verimi (kg/da)	Bin tane Ağırlığı (g)	Uçucu Yağ Oranı (%)	Uçucu Yağ Verimi (kg/da)
Metil	0.5 mM	80.2 ab	4.19 a	2.07 ab	1.66 b
Jasmonat	1.0 mM	84.6 a	4.33 a	2.15 a	1.82 a
	1.5 mM	47.4 e	3.92 b	1.98 b	0.94 e
	50 ppm	68.4 c	3.67 c	2.00 b	1.37 c
Giberallik Asit	100 ppm	76.2 bc	3.48 c	1.97 b	1.50 bc
	150 ppm	72.8 bc	3.53 c	1.64 d	1.19 d
Kontrol		59.4 d	3.94 b	1.85 c	1.10 de
Lsd (0.01)		8.9**	0.2**	0.11**	0.16**
CV (%)		7.8	2.9	4.2	10.9

Fitohormon uygulamalarının meyve verimine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuş, 1.5 mM MJ hariç diğer uygulamalar meyve verimini kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. En yüksek meyve verimi 0.5 ve 1.0 mM dozlarında yapılan MJ uygulamalarından elde edilmiş, bu uygulamalar ile meyve verimi % 35'den fazla artmıştır. Diğer taraftan 1.5 mM MJ uygulaması meyve veriminin önemli derecede azalmasına neden olmuştur (Tabla 3). Fitohormon uygulamalarına bağlı olarak bin dane ağırlığı 3.48-4.33 g arasında değişim göstermiştir. Kimyon meyvelerinin bin dane ağırlığı 0.5 ve 1.0 mM MJ uygulamaları ile kontrole göre önemli derecede artarken, GA₃ uygulamaları bin dane ağırlığının azalmasına neden

olmuştur (Tablo 3). Fitohormon uygulamaları meyve uçucu yağ oranını önemli derecede etkilemiş, 150 ppm GA₃ hariç diğer tüm uygulamalar uçucu yağ oranını kontrole göre (%1.85) arttırmıştır. En yüksek uçucu yağ oranı 0.5 ve 1.0 mM MJ uygulamalarından (sırası ile % 2.07 ve % 2.15), en düşük uçucu yağ oranı ise 150 ppm GA₃ uygulamalarından (%1.64) elde edilmiştir (Tablo 3). Birim alan uçucu yağ verimi fitohormon uygulamalarına bağlı olarak 0.94-1.82 kg/da arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Kontrolde ortalama 1.10 kg/da olan uçucu yağ verimi her iki fitohormonun da yüksek dozları hariç diğer dozlarında önemli derecede artmıştır. En yüksek uçucu yağ verimi 1.82 kg/da ile 1.0 mM MJ

Tablo 4. MJ ve GA₃ uygulamalarının meyve uçucu yağ bileşenlerine etkileri

Bileşenler	RT	GA ₃								MJ					
		Kontrol		50 ppm		100 ppm		150 ppm		0.5 mM		1.0 mM		1.5 mM	
		%	Std. Sp	%	Std. Sp	%	Std. Sp	%	Std. Sp	%	Std. Sp	%	Std. Sp	%	Std. Sp
α-Pinen	4.195	1.49	0.04	1.35	0.17	0.95	0.24	1.27	0.05	1.17	0.14	1.38	0.28	1.38	0.19
Sabinene	4.743	1.26	0.05	1.18	0.17	0.84	0.19	1.15	0.07	1.13	0.07	1.21	0.08	1.21	0.11
β-Pinene	4.819	13.87	0.08	11.96	0.52	10.80	1.23	12.54	0.11	12.80	1.02	13.17	1.36	12.89	0.72
β-Myrcene	5.007	2.14	0.08	2.00	0.27	1.54	0.33	1.96	0.07	1.89	0.15	2.12	0.35	2.04	0.23
L-Phellandrene	5.240	7.47	1.11	6.41	1.88	6.25	1.58	6.75	0.67	6.36	1.60	7.69	2.49	6.80	1.85
Cymol	5.497	10.10	0.13	9.86	0.25	7.92	0.63	8.95	0.17	8.04	0.46	7.63	1.57	8.37	0.68
β-Phellandrene	5.641	3.63	0.25	3.33	0.44	2.75	0.53	3.17	0.02	2.59	0.06	3.54	0.99	3.23	0.54
γ-Terpinene	6.146	15.01	0.77	14.73	1.89	13.32	1.54	14.45	0.91	15.08	2.44	15.92	2.78	15.07	1.32
Cuminic aldehyde	8.982	22.90	0.89	23.85	1.94	23.72	1.56	23.50	0.77	24.23	0.84	22.93	1.68	23.28	1.40
2-carene-10-al	9.734	5.86	0.45	6.07	1.58	7.48	0.51	7.15	0.20	7.25	0.57	6.82	1.47	6.76	1.18
3-carene-10-al	9.858	16.10	1.45	18.82	2.77	19.48	2.61	18.06	0.58	19.30	2.43	19.98	6.16	17.17	2.41
β-Farnesene	12.864	1.15	0.12	1.20	0.18	1.42	0.31	1.12	0.06	1.18	0.06	0.86	0.57	1.16	0.11
Toplam bileşen sayısı		46		47		48		44		55		52		54	

uygulamalarından elde edilirken, bunu aynı istatistiki grupta yer alan 0.5 mM MJ (1.66 kg/da) ve 100 ppm GA₃ (1.50 kg/da) uygulamaları takip etmiştir (Tablo 3).

Fitohormon uygulamalarına bağlı olarak meyve uçucu yağını oluşturan toplam bileşen sayıları 46-55 arasında olmuş, uçucu yağlarda toplam 85 farklı bileşen tespit edilmiştir. MJ uygulamalarında toplam bileşen sayısı daha fazla olmuştur. Çalışmada yapılan tüm uygulamalarda da meyve uçucu yağını oluşturan ana bileşenler kumin aldehit (% 22.90-24.23) 3-carene-10-al (% 16.10-19.98), γ -Terpinene (% 13.32-15.92), β -Pinene (% 10.80-13.27) ve cymol (% 7.63-10.10) olarak belirlenmiştir. Fitohormon uygulanan bitkilerin meyve uçucu yağlarında genellikle B pinene ve cymol oranı daha düşük, buna karşılık Kumin aldehide ve 3-carene-10-al oranları daha yüksek olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

4. Tartışma

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre fitohormon uygulamalarının kimyon bitkisinde verimi ve verimi etkileyen parametreler ile uçucu yağ oranı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Bitki boyu fitohormon uygulamaları ile birlikte artış göstermiş özellikle GA₃ uygulamaları daha etkili olmuştur. Gibberellinlerin büyüme noktalarında hücre bölünmesini uyardıkları ve bitki boyunun düzenlenmesinden sorumlu olduğu bilinmektedir (Khan ve ark., 2016). Aromatik bitkilerde GA₃ uygulamaları ile bitki boyunun arttığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Cecconi ve ark., 2002; Rahman ve ark., 2004; Haokip ve ark., 2016; Sing ve ark., 2012; Kusuma ve ark., 2019). Rahimi ve ark. (2013), MJ uygulamalarının kimyonda bitki boyu üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Verim ile doğrudan ilişkili olan şemsiye sayısı, şemsiyede meyve sayısı ve bitkide meyve sayısı yüksek dozda yapılan MJ hariç genel olarak fitohormon uygulamaları ile artış göstermiştir. Ortaya çıkan bu etkinin bu iki fitohormonun bitki gelişimini teşvik ederek çiçeklenme ve meyve tutumunu arttırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. GA₃ ve MJ uygulamalarının çiçeklenme ve meyve bağlamayı teşvik ettiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Choi ve ark., 2005; Rohamare ve ark., 2013; Amiri ve ark., 2014). Diğer taraftan yüksek dozda yapılan MJ uygulamalarının muhtemelen çiçeklenmeyi ve polen canlılığını olumsuz yönde etkilemek suretiyle meyve tutumunu azalttığı düşünülmektedir. Fitohormonlar bitkilerde düşük konsantrasyonlarda bulunan ve fizyolojik aktiviteleri genellikle yine düşük konsantrasyonlarda ortaya çıkan aktif moleküller olup, fazlalıkları durumunda engelleyici ya da inhibitör aktivite gösterebilmektedirler (Teale ve ark., 2006).

Kimyon meyvelerinde bin tane ağırlığı MJ uygulamaları ile artış gösterirken, GA₃ uygulamaları bin tane ağırlığının düşmesine neden olmuştur. GA₃ uygulamaları bitkide dal sayısını ve dolayısıyla şemsiye sayısını ve bitki başına

meyve sayısını arttırmış, bu durum ise bin dane ağırlığının düşmesine neden olmuştur. MJ uygulamalarında ise şemsiye sayısı ve şemsiyede meyve sayısı artmasına rağmen bitki başına meyve sayısı GA₃ uygulamalarındaki kadar yüksek olmamıştır. Bunun yanı sıra, MJ özellikle abiyotik stres faktörlerine karşı savunma tepkisi gibi fizyolojik süreçlerde ve bitki gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Warabieda ve ark., 2010). MJ uygulamalarının, sulama yapılmadan yetiştirilen kimyon bitkilerinin kuraklığa karşı toleransını arttırarak meyvelerin daha iri olmasına olanak sağladığı düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer olarak, Abdulsalam ve Almas (2014), 50 ppm Ga₃ uygulamalarının çörek otunda (*Nigella sativa* L.) tohum ve yağ verimini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

Her iki fitohormon uygulamaları da meyve verimini önemli derecede arttırmış, verimde gerçekleşen artış fitohormonların uygulama dozlarına göre değişkenlik göstermiştir. Fitohormon uygulamalarının çiçeklenme ve meyve bağlama gibi verimi doğrudan etkileyen parametreler üzerine olan olumlu etkileri, meyve veriminde gerçekleşen artışı açıklar niteliktedir. Yüksek dozda yapılan MJ uygulamalarında şemsiye sayısı, şemsiyede meyve sayısı ve bin tane ağırlığı gibi özelliklerin olumsuz yönde etkilenmesine bağlı olarak meyve verimi de daha düşük olmuştur. Bulgularımıza benzer olarak, GA₃ uygulamalarının kişniş bitkisinde meyve verimini arttırdığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Verma ve Sena, 2006; Singh ve ark., 2012; Haokip ve ark., 2016)

Fitohormon uygulamaları kimyon meyvesinde uçucu yağ oranını önemli derecede arttırmış, bu artış MJ uygulamalarında daha belirgin olmuştur. Yüksek dozda yapılan GA₃ uygulamaları ise uçucu yağ oranını azaltmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri bitki büyümesini, pirimer ve sekonder metabolit üretimini, uçucu yağların depo yapılarını, uçucu yağların biyosentez, verim ve bileşenlerini kontrol edebilme özelliğine sahip moleküllerdir (Sangwan ve ark., 2001; Prins ve ark., 2010; Sharafzadeh ve Zare, 2011). Fitohormonların çok sayıda aromatik bitki türünde bitki büyümesini ve terpen biyosentezini uyardığı ve terpenoid kalitesi ve miktarında önemli değişiklikler meydana getirebildiği Farooqi ve Shukla (1990) tarafından da bildirilmiştir. MJ'nin bitkilerin bazı çevresel şartlara adaptasyonunda önemli rol oynayan sekonder metabolitlerin biyosentezini arttırdığı bilinmektedir (Choi ve ark., 2005). Konu ile ilgili olarak GA₃ uygulamalarının adaçayı (Povh ve Ono, 2007), alman papatyası (Amiri ve ark., 2014), kişniş (Haokip ve ark., 2016), nane (Zlatev ve ark., 1978) ve fesleğen (Eid ve ark., 1976) bitkilerinde, MJ uygulamalarının ise *Agastache foeniculum* (Raouf Fard ve ark., 2012) ve fesleğen (Kim ve ark., 2006; Li ve ark., 2007) bitkilerinde uçucu yağ oranını arttırdığı bildirilmiştir. Keskin ve Baydar (2016), kimyon meyvelerinde uçucu yağ oranını % 1.67, uçucu yağ verimini ise 1.61 kg/da olarak belirlemiştir.

Çalışmada uçucu yağları oluşturan bileşen sayıları farklılık göstermiş, özellikle MJ uygulamalarında daha fazla bileşen sentezlendiği görülmüştür. Uçucu yağların ana bileşenleri 3-Caren-10-al, kumin aldehit, γ -terpinene, β -pinene ve cymol olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenleri benzer olmakla birlikte uçucu yağ bileşenlerinin oranları kısmi farklılıklar göstermiştir. Aromatik bitkilerde MJ uygulamalarının gen regülasyonuna etki ederek uçucu yağ bileşenlerini değiştirebildiği ve bu bileşiklerin metabolik yoluna bağlı enzimlerin transkript sayılarında artışı teşvik ettiği bilinmektedir (Kim ve ark., 2006; Li ve ark., 2007). Diğer taraftan, MJ'in sekonder metabolizma ile savunma proteinleri ve hücre duvarı oluşumunu düzenleyen genleri etkilediği (Cheong ve ark., 2003) ve patojene karşı PR proteinlerini çoğaltarak doğal direnç mekanizması sağladığı Ding ve ark. (2001) tarafından bildirilmiştir. Aromatik bitkilerde bitki büyümesi ve terpenoid biyosentezi, terpenoidlerin hem özelliklerinde hem de içeriğinde önemli etki gösteren bitki büyüme düzenleyicileri tarafından düzenlenmektedir (Sangwan ve ark., 2001). Şanlı ve ark. (2012), kimyonda uçucu yağın önemli bir kısmını oluşturan 2-carene10-al (% 50,02) ve cuminal (% 22,25)'in ana bileşenler olduğunu bildirmiştir.

5. Sonuç

Kimyonun çeşitli amaçlar için kullanılmakla beraber en önemli faydalanılan kısmı meyveleri ve meyvelerinden elde edilen uçucu yağlardır. Bu nedenle üzerinde durulması gereken en önemli özellik meyve verimi ve uçucu yağ oranıdır. Çalışmamızda sonuç olarak GA₃ ve MJ uygulamalarının kimyonda büyüme, verim ve uçucu yağ oranı üzerine olumlu etkilerinin olduğu anlaşılmıştır. Özellikle 0.5-1.0 mM MJ ile 100 ppm GA₃ uygulamaları ile kimyonda meyve ve uçucu yağ veriminin önemli derecede artırılabilirliği ve bu uygulamaların kimyon yetiştiriciliğinde ekonomik açıdan yüksek potansiyele sahip olabileceği sonucuna varılmıştır

Kaynaklar

Abdulsalam AR, Almas GM (2014). Effect of nitrogen fertilization and gibberellic acid spray on seed yield and oil content of black seed (*Nigella sativa* L.). Journal of Zankoy Sulaimani- Part A, 16: 355-362.

Alabadi D, Gil J, Blázquez MA, García-Martínez JL (2004). Gibberellins repress photomorphogenesis in darkness. Plant Physiology, 134 (3): 1050-1057.

Amiri S, Sharafzadeh S, Ordoorkhani K (2014). The effect of gibberellic acid and benzyladenine on growth and essential oils of German Chamomile. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4 (1): 186-188.

Arslan, N. (2019). Türkiye'de Kimyon Üretimi ve Ticareti. TÜRTOB Dergisi, 8 (29): 52-55.

Baydar H (2016). Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). SDÜ Yayınları, Yayın No: 51, Isparta, Türkiye.

Beis S, Azcan N, Ozek T, Kara M, Baser K (2000). Production of essential oil from cumin seeds. Chemistry of Natural Compounds, 36: 265-268.

Cecconi F, Gaetani M, Lenzi C, Durante M (2002). The sunflower dwarf mutant Dw1: effects of gibberellic acid treatment. HELIA, 25 (36): 161-166.

Chauhan PS, Satti NK, Suri KA, Amina M, Bani S (2010). Stimulatory effects of *Cuminum cyminum* and flavonoid glycoside on Cyclosporine-A and restraint stress induced immune-suppression in Swiss albino mice. Chemico-Biological Interactions 185: 66-72.

Cheong JJ, Choi YD (2003). Methyl jasmonate as a vital substance in plants. Trends in Genetics, 19: 409-413.

Choi DW, Jung J, Im Ha Y, Park HW, In DS, Chung HJ, Liu JR (2005). Analysis of transcripts in methyl jasmonate-treated ginseng hairy roots to identify genes involved in the biosynthesis of ginsenosides and other secondary metabolites. Plant Cell Reports, 23(8): 557-566.

Degenhardt DC, Lincoln DE (2006). Volatile emissions from an odorous plant in response to herbivory and methyl jasmonate exposure. Journal of Chemical Ecology, 32: 725-743.

Ding CK, Wang CY, Gross KC, Smith DL (2001). Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Science, 161: 1153-1159.

Eid MNA, Ahmed SS (1976). Preliminary studies on the effect of GA₃ and CCC on growth and essential oil content of *Ocimum basilicum* L. Egyptian Journal of Horticulture, 3: 83-87.

Elik H, Özgüven M, Kızıl S (2010). Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının dereotu (*Anethum graveolens* L.)'nda bazı agronomik ve teknolojik özellikler üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Farooqi AHA, Shukla A (1990). Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. Chromatography, 12: 152-157.

Feizbakhsh A, Pazoki H, Ebrahimzadeh MA (2016). Effect of gibberellic acid on composition of *S. ebulus* leaf essential oil (caprifoliaceae). Pharmacology Online on Line, 2: 137-142.

Gobbo-Neto L, Lopes NP (2007). Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. Quim Nova, 30 (2): 374-381.

- Hajlaoui H, Mighri H, Noumi E, Snoussi M, Trabelsi N, Ksouri R, Bakhrouf A (2010). Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil: a high effectiveness against *Vibrio* spp. strains. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2186-2192.
- Haokip MC, Sharangi AB, Debbarma K, Ranjita Devi AK, Karthik CS (2016). Role of plant growth regulators on the growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Crop and Weed*, 12 (3): 33-35.
- Kan Y, Kartal M, Özek T, Aslan S, Başer KHC (2007). Composition of essential oil of *Cuminum Cyminum* L. according to harvesting times. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4 (1): 25-29.
- Bano U, Khan AF, Farina Mujeeb F, Maurya N, Tabassum H, Siddiqui MH, Haneef M, Osama K, Farooqi A (2016). Effect of plant growth regulators on essential oil yield in aromatic plants. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8 (7):733-739.
- Keskin S, Baydar H (2016). Umbelliferae familyasından bazı önemli kültür türlerinin isparta ekolojik koşullarında tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1): 133-141.
- Kim EH, Kim YS, Park SH, Koo YJ, Choi YD, Chung YY, Lee IJ, Kim JK (2009). Methyl jasmonate reduces grain yield by mediating stress signals to alter spikelet development in rice. *Plant Physiology*, 149: 1751-1760.
- Kim HJ, Chen F, Wang X, Rajapakse NC. (2006). Effect of methyl jasmonate on secondary metabolites of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2327-2332.
- Kusuma MV, Venkatesha J, Ganghadarappa PM, Hiremath J S, Mastiholi AB, Manjunatha G (2019). Effect of growth regulators at different stages on growth and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* mill.). *International Journal of Current Research*, 11 (1): 392-397.
- Li Z, Wang X, Chen F, Kim HJ (2007). Chemical changes and over expressed genes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) upon methyl jasmonate treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 706-713.
- Lima HRP, Kaplan MAC, Cruz AVM (2003). Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. *Floresta Ambient*, 10: 71-77.
- Maciejewska BD, Keszy J, Zielińska M, Kopcewicz J (2004). Jasmonatlar kısa gün bitki pharbitis nil'de çiçeklenmeyi inhibe eder. *Bitki Büyüme Yönetmeliği*, 43(1): 1-8.
- Marotti M, Piccaglia R (1992). The influence of distillation conditions on the essential oil composition of three varieties of *Foeniculum vulgare* mill. *Journal of Essential Oil Research*, 4: 569-576.
- Martinez-Tome M, Jimenez AM, Ruggieri S, Frega N, Strabbioli R, Murcia MA (2001). Antioxidant properties of mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food Protection*, 64: 1412-1419.
- Milan KM, Dholakia H, Tiku PK, Vishveshwaraiah P (2008). Enhancement of digestive enzymatic activity by cumin (*Cuminum cyminum* L.) and role of spent cumin as a bionutrient. *Food Chemistry*, 110: 678-683.
- Nalini N, Manju V, Menon V (2006.) Effect of spices on lipid metabolism in 1, 2-dimethylhydrazine-induced rat colon carcinogenesis. *Journal of Medicinal Food*, 9: 237-245.
- Olzewski N, Sun TP, Gubler F (2002). Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism, and response pathways. *Plant Cell*, 14: S61-S80.
- Povh JÁ, Ono EO (2007). Efeito do ácido giberélico na composição do óleo essencial de *Salvia officinalis* L. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, 13(1/2): 7-10.
- Prins CL, Vieira IJC, Freitas SP (2010). Growth regulators and essential oil production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22 (2): 91-102.
- Rahimi AR, Rokhzadi A, Amini S, Karami E (2013). Effect of salicylic acid and methyl jasmonate on growth and secondary metabolites in *Cuminum cyminum* L. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 3 (12): 140-9.
- Rahman S, Islam N, Tahar A, Karim A (2004). Influence of GA₃ and MH and their time of spray on morphology, yield contributing characters and yield of soybean. *Asian Journal of Plant Science*, 3 (5): 602-609.
- Raouf Fard F, Omidbaigi R, Sharifi M, Sefidkon F, Behmanesh M (2012). Effect of methyl jasmonate on essential oil content and composition of *Agastache foeniculum*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 5701-5705.
- Rohamare Y, Nikam TD, Dhupal KN (2013). Effect of foliar application of plant growth regulators on growth, yield and essential oil components of Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). *International Journal of Seed Spices*, 3: 34-41.
- Sangwan NS, Farooqi AHA, Shabih F, Sangwan RS (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34 (1): 3-21.

- Sharafzadeh S, Zare M (2011). Influence of growth regulators on growth and secondary metabolites of some medicinal plants from Lamiaceae family. *Advances in Environmental Biology*, 1: 2296–2303.
- Singh D, Singh PP, Naruka IS, Rathore SS, Shaktawat RPS (2012). Effect of plant growth regulators on growth and yield of coriander. *Indian Journal of Horticulture*, 69: 91-93.
- Srinivasan K (2005). Plant foods in the management of diabetes mellitus: spices as beneficial antidiabetic food adjuncts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56: 399-414.
- Şanlı A, Karadoğan T, 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.
- Teale WD, Paponov IA, Palme K (2006). Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nature reviews Molecular Cell Biology*, 7 (11): 847-859.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021). Türkiye kimyon üretimi. <http://www.tuik.gov.tr> (Son erişim tarihi: 25 Ağustos 2021)
- Tyler L, Thomas SG, Hu J, Dill A, Alonso JM, Ecker JR, Sun T (2004). Della proteins and gibberellin-regulated seed germination and floral development in arabidopsis. *Journal of Plant Physiology*, 135: 1008–1019.
- Verma P, Sena NL (2006). Effect of Plant growth regulators on vegetative growth and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cv. RCr435. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 15 (2): 118-122.
- Warabieda W, Olszak R (2010). Effect of exogenous methyl jasmonate on numerical growth of the population of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) on strawberry plants and young apple trees. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 541-544.
- Yıldız TY (2011). Isparta ilinde iklim – tarım ilişkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Zheljazkov VD, Cantrell CL, Astatkie T, Ebelhar MW (2010). Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen growth stage, and harvest time. *Agronomy Journal*, 102: 124-128.
- Zlatev S, Iliev L, Vasilev G, Zlateva M (1978). Influence of some cytokinins on herb and essential oil yield of peppermint. *Horticultural Science (Sofia)*, 15: 51-56.

Antalya Yöresi Seralarında Topraklı ve Topraksız Ortamlarda Yetiştirilen Domates Bitkisinin Mineral Beslenme Durumlarının Karşılaştırılması

Ömer ÖZOKÇU¹, Figen ERASLAN İNAL^{*1}

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 263-271, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 263-271, 2021

Özet: Bu araştırma, Antalya ilinin Merkez, Aksu, Serik, Manavgat ilçelerinde domates yetiştiriciliği yapılan 27 adet topraklı, 25 adet topraksız seradan alınan yaprak örnekleriyle, domates bitkilerinde besin elementi içerikleri belirlenerek farklı gelişme ortamlarında yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumlarını ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla belirlenen seralardan alınan yaprak örneklerinde N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Cl ve B içerikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak yetiştirme ortamlarının arasındaki mineral beslenme durumları kıyaslanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre domates bitki örneklerinin besin elementi içerikleri yetiştirme ortamları arasında karşılaştırıldığında topraksız yetiştiricilikte örneklerin % 32'sinde N fazlalığı, her iki ortamda da % 50' den fazla P noksanlığı tespit edilmiştir. Araştırmada örneklerin Ca içeriği her iki ortamda da fazla (topraksızda % 100 ve topraklıda % 93) düzeyde bulunurken, K içerikleri topraklı sera örneklerinin tamamında noksanlık sınıfında iken, topraksız ortamda bitkilerin % 60' ında noksan düzeyde, Mg içerikleri ise her iki ortamda da yaklaşık % 20 civarında noksan düzeyinde tespit edilmiştir. Domates bitkilerinin her iki ortamda mikro element bakımından beslenmesi incelendiğinde; örneklerin Fe içeriklerinin topraklı ve topraksız sera örneklerinin sırasıyla % 74.5 ve % 24'ünde noksan seviyesinde olduğu belirlenmiş, benzer durum Zn' da da tespit edilmiştir. Topraksız seralarda örneklerin % 36'sında Cu noksanlığı belirlenmiştir. Bitki örneklerinin Cl içerikleri kıyaslandığında, topraklı ortamda bitkilerin % 70' inde fazla seviyede Cl tespit edilmiştir. Her iki yetiştiricilik sisteminde de dengeli bir bitki besleme programının uygulanmadığı gözlenmiştir. Yüksek verim, kaliteli üretim ve dengeli bir gübreleme programı için bitkilerin gelişme dönemlerinin belirli aşamalarında yaprak örnekleri alınarak besin maddesi içerikleri belirlenmeli ve elde edilen verilere göre gübreleme programları güncellenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Domates, mineral beslenme, topraksız yetiştiricilik

Comparison of Mineral Nutritional Status of Soil and Soilless Culture Tomato Plant Grown under Greenhouses in Antalya

Abstract: This research was carried out to compare the nutrient element concentrations of the plants with the samples taken from 27 soil and 25 soilless cultures greenhouses which were cultivated in tomatoes in Central Antalya, Aksu, Serik, Manavgat provinces. For this purpose, as representative to selected greenhouses, N, P, K, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Cl, B concentrations of tomato leaf samples were determined. Mineral nutrition concentrations of tomato plants grown in soil and soilless culture were compared in terms of the sufficiency thresholds given in the literature. According to the results, as mineral nutrition concentrations of plant samples were compared between the growing media; N concentrations were in excess about 32% in soilless culture, whereas more than 50 % of the plants were P deficient in the both growing media. While Ca concentrations of the samples were found excessive (100% in soilless and 93% in soil culture) in the both growing media; K concentrations were deficient in 100% in the soil culture and in 60% in the soilless culture. Magnesium concentrations were determined at the deficiency level about in 20% in the both growing media. In terms of micro nutrients concentrations of the plants, Fe and Zn concentrations of samples were observed at the deficient level in 74.5 and 24% of the soil and soilless culture, respectively. Copper deficiency was determined in 36% of the samples in soilless culture. When Cl concentrations of the plant samples were compared, Cl excess was determined at a rate of 70% in soil culture. It was observed that balanced plant nutrition program could not be applied in the both growing media. For high yield, quality and a balanced fertilization program, leaf samples should be taken at certain stage of the development period of the plants to determine their nutrient content and optimization of fertilization strategies should be updated according to the plant analyses results.

Keywords: Tomato, mineral nutrition, soilless culture

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
figeneraslan@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 26/04/2021
Kabul (Accepted): 13/08/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki
Besleme Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Tarım alanlarındaki üretimin sürekli hale getirilmesi, küçük alanların değerlendirilmesi ve birim alandan daha çok verim alınmasını sağlayan en önemli tarım faaliyetlerinden birisini seracılık oluşturur (Emekli ve ark., 2007). Serada yetiştiriciliğin en yaygın olarak yapıldığı bölgeler Marmara ve Ege Bölgeleri ile Akdeniz kıyı şerididir. Sera yetiştiriciliği Türkiye’de 2020 itibarıyla 805.159 da alana ulaşmıştır. Sera yetiştiriciliğinde 286.522 da alanla Antalya ilk sırada yer almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye ve Antalya’daki sera alanları (TUİK, 2020)

	Toplam (da)	Cam Sera (da)	Plastik Sera (da)	Alçak Tünel (da)	Yüksek Tünel (da)
TÜRKİYE	805.159	80.779	401.795	218.326	104.258
ANTALYA	286.522	85.584	184.740	9.042	7.156

Kontrollü şartların sağlanarak ileri yetiştirme tekniklerinin kullanıldığı seralarda toprağın örtü altında kullanılmasına alternatif olarak topraksız yetiştiricilik ortamları geliştirilmiştir. Sera yetiştiriciliğinde topraktan kaynaklanan sorunlara çözüm olarak önerilen topraksız tarım, toprak dezenfeksiyonu ihtiyacını ortadan kaldırması, toprağın bitkisel üretime uygun olmadığı yerlerde bitki yetiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca bitki gelişimi ve ürün kalitesinin kontrol altında tutulabilmesi vb. avantajlara sahip olması nedeniyle pek çok ülkede sera üretiminde önemli ölçüde benimsenmiştir (Toprak ve Gül, 2013).

Sürekli aynı toprakta yapılan yetiştiricilik zamanla toprak kalitesinin bozulmasına ve hastalıklara neden olurken, bitki gelişimi için gerekli olan su ve besin elementlerinin kök ortamına verilmesi esasına dayalı topraksız tarım ticari olarak dünyada yaygınlaşmaktadır. İngiltere’de üretilen hıyarların %80’i, domatesin %50’si topraksız kültürde yetiştirilmektedir (Bradley, 1990). Hollanda’da sera sebze üretim alanlarının %56’sında topraksız kültür uygulanmakta (Şahin ve ark., 1998) ve günümüzde 10.000 ha alanla Avrupa’da ilk sırada yer almaktadır (Salm ve ark., 2020). Sera topraklarında yapılan üretime kıyasla birçok avantaja sahip olan topraksız tarım daha fazla bilgi ve tecrübe, sürekli enerji gereksinimi, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması gibi bazı olumsuzlukları da kapsamaktadır.

Ülkemiz seracılığının %57’sinin yapıldığı Antalya ili örtü altı alanlarında yapılan sebze üretimine bakıldığında 4.099.129 ton ile domates ilk sırada yer almaktadır (TUİK, 2020). Sera yetiştiriciliğinde birim alanda daha fazla sayıda bitki bulunması ve bitki ıslah çalışmaları sonucu geliştirilen yüksek verimli çeşitlerin kullanılması ile birlikte oldukça yüksek miktarlarda besin maddesi kaldırılmaktadır (Orman ve Kaplan, 2004). Bu nedenle açıkta yapılan yetiştiriciliğe göre daha fazla gübre kullanımı gerektirmektedir. Ancak örtüaltı yetiştiriciliğinde

kontROLSÜZ ve aşırı miktarda gübre kullanılması da bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sonucunda sera topraklarının doğal yapısı bozulmakta, tuzluluk ve toprak yorgunluğu gibi nedenlerle yetiştiricilikte önemli sorunlar meydana gelmektedir. Ayrıca yapılan araştırmalar incelendiğinde bitkilerin dengesiz beslenmesi ile bitki hastalık ve zararlıları arasında önemli ilişkiler saptanmıştır (Güneş ve ark., 2000).

Günümüzde bitkisel üretimde en fazla ve en kaliteli üretime ulaşmada doğru ve dengeli gübrelemenin önemi artmaktadır. Bu nedenle bitkilerin dengeli ve yeterli beslenebilmeleri için gerekli besin elementlerini ihtiyacı olan miktar ve zamanda tüketmesi gerekmektedir. Ancak ülkemiz örtü altı yetiştiriciliğinde en büyük problemlerden birisi bitki besleme yönetiminin yeterince bilinçli yapılamamasıdır. Dengeli bir bitki besleme, gübrelerden en üst düzeyde fayda sağlanabilmesi ve bunlara bağlı olarak gübreleme ile daha fazla verim ve kaliteli ürün alınmasının en etkili yolu toprak ve bitki analizlerine dayalı uygulamalardır.

Bu çalışma ile seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ilinde topraklı ve topraksız kültürde yetiştirilen domates bitkilerinde besin elementi içerikleri belirlenerek farklı gelişme ortamlarında yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumlarını ortaya koymak ve olası problemleri belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Antalya ili Merkez, Aksu, Serik, Manavgat ilçelerinde domates yetiştiriciliği yapılan 27 adet topraklı ve 25 adet topraksız seradan, 5. çiçeklenme devresinin başında büyüme uçlarındaki 3. ve 4. yapraklardan bitki örnekleri alınmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Laboratuvara ulaştırılan bitki örnekleri çeşme ve saf su ile yıkandıktan sonra 65°C’de 48 saat kurutulmuş ve mineral analizler için öğütülmüştür.

Bitki örneklerinde toplam N içerikleri Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Bitkide P, kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneklerinin yaş yakma (NHO₃:HClO₄, 4:1) sonucu elde edilen çözeltilerinde vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle spektrofotometrede (T80 UV-VIS, PG Instruments Ltd) kolorimetrik olarak belirlenmiş; K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise yaş yakılmış örneklerde atomik absorpsiyon spektrometresiyle, AAS, (Varian AA 240FS) belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Bitkide Cl, kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri saf su ile ekstrakte edilerek potasyum kromat indikatörü ile renklendirilmiş ve AgNO₃ ile titre edilerek belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Bitkilerin B içerikleri kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneklerinin yaş yakma sonucu elde edilen çözeltilerinde spektrofotometrik olarak Azomethine-H metodu ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Yaprak bitki besin maddesi içerikleri Jones ve ark. (1991) ve Alpaslan ve ark. (2005)' nin domates bitkisi için önerdiği sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Antalya ili Merkez, Aksu, Serik ve Manavgat ilçelerinde 27 adet topraklı ve 25 adet topraksız kültürde domates üretimi yapılan seralardan alınan yaprak örneklerinde bitki besin elementi içerikleri Tablo 2 ve Tablo 3' de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde topraksız ortamda yetiştirilen domates bitkisinin N içeriği ortalama olarak %4.20, P içeriği %0.48, K içeriği %4.84, Ca içeriği %4.18, Mg içeriği %0.47, Fe içeriği 67.3 mg kg⁻¹, Zn içeriği 28.9 mg kg⁻¹, Cu içeriği 8.70 mg kg⁻¹, Mn içeriği 169 mg kg⁻¹, B içeriği 33.7 mg kg⁻¹ ve Cl içeriği %0.36 olarak bulunmuştur.

Topraklı ortamda yetiştirilen domates bitkisinin yaprak besin elementi içerikleri incelendiğinde ise; N içeriği ortalama olarak %3.75, P içeriği %0.49, K içeriği %3.09, Ca içeriği %4.76, Mg içeriği %0.42, Fe içeriği 58.7 mg kg⁻¹, Zn içeriği 19.4 mg kg⁻¹, Cu içeriği 19.5 mg kg⁻¹, Mn içeriği 113 mg kg⁻¹, B içeriği 51.9 mg kg⁻¹ ve Cl içeriği %0.79 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Domates yaprak örneklerinin N içerikleri Tablo 4'de N için verilen sınır değerler ile karşılaştırıldığında; topraklı

seralarda yetiştirilen domates örneklerinin N içeriği bakımından %18' inin noksan, %67' sinin yeterli ve %15'inin fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %4'ü noksan, %64'ü yeterli, %32' si fazla düzeyde N içermektedir. Topraklı ve topraksız yetiştiricilik sistemleri karşılaştırıldığında; topraklı sistemde N eksikliğinin topraksız sisteme göre oransal olarak daha fazla dağılım gösterdiği görülürken, topraksız sistemde N fazlalığı oransal olarak daha fazla dağılım göstermiştir (Şekil 1).

Topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin P içeriği incelendiğinde yaprak örneklerinin %52' sinin noksan, %48' inin yeterli düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda bu oran %60' ı noksan, %40' ı yeterli düzeyde tespit edilmiştir (Tablo 4, Şekil 1). Elde edilen bu veriler doğrultusunda ortam pH'nın bitkinin yararlanabileceği P'un alınımını olumsuz etkilediği özellikle topraksız yetiştiricilikte kullanılan besin çözeltilerinin domates bitkisi için uygun formülasyonda hazırlanmadığı izlenimini doğurmaktadır. Asri-Öktüren ve Sönmez (2009) tarafından yapılan, Antalya yöresinde topraksız kültür sistemiyle yetiştirilen domates bitkilerinin beslenme durumunun incelendiği çalışmada topraksız kültür domates seralarındaki bitkilerin %93.1'inin P beslenmesi açısından yeterli ve yüksek sınıfına girdiği ve P beslenmesi ile ilgili problemlerle pek karşılaşmadığı belirtilmiştir.

Tablo 2. Topraksız ortamda yetiştirilen domates bitkisinin besin elementi içerikleri

Örnek No	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)	Cl (%)
1	4.50	0.50	4.60	5.10	0.40	73.6	21.90	4.60	186	28.6	0.22
2	4.10	0.47	5.60	4.70	0.52	67.1	26.62	6.30	94.0	23.0	0.37
3	3.50	0.50	4.70	5.30	0.49	52.3	18.85	0.40	87.2	19.0	0.23
4	4.60	0.47	4.20	3.80	0.69	67.9	25.34	16.7	149	35.1	0.34
5	4.10	0.53	5.60	3.90	0.23	83.6	25.75	14.4	99.4	21.4	0.31
6	5.10	0.43	4.50	4.10	0.27	60.3	17.70	2.00	146	21.4	0.28
7	5.00	0.49	5.20	5.50	0.44	73.8	21.41	15.4	198	49.6	0.56
8	3.90	0.40	4.60	4.40	0.40	54.7	21.36	2.00	96.2	27.8	0.17
9	4.70	0.58	5.00	3.10	0.22	59.8	31.90	15.2	112	32.6	0.30
10	4.60	0.46	4.40	3.40	0.41	49.6	27.89	3.90	181	21.4	0.54
11	4.10	0.67	6.10	5.40	0.43	74.1	49.38	25.6	322	56.8	0.42
12	4.30	0.52	5.40	4.80	0.29	64.2	67.83	10.2	275	40.7	0.46
13	4.10	0.32	5.00	4.50	0.30	60.8	82.37	5.80	298	40.7	0.24
14	4.70	0.41	5.60	4.30	0.31	54.4	67.41	6.20	256	31.8	0.39
15	4.20	0.40	5.60	4.90	0.42	70.4	21.14	10.0	203	39.9	0.31
16	4.10	0.57	6.60	6.20	0.44	62.7	31.06	16.9	237	50.4	0.37
17	3.90	0.35	4.50	3.70	0.44	59.4	14.32	3.00	96.0	23.0	0.22
18	3.70	0.28	4.70	5.10	0.61	95.0	16.39	7.30	243	25.4	0.32
19	4.20	0.48	4.30	2.90	0.42	68.2	13.98	11.5	108	14.1	0.23
20	4.10	0.43	4.30	3.00	0.31	64.7	23.54	15.2	184	28.6	0.21
21	4.20	0.48	5.10	3.80	0.33	63.2	12.42	7.50	168	23.0	0.40
22	3.20	0.33	3.10	2.90	0.88	75.2	14.51	4.80	94.8	43.1	0.71
23	4.20	0.66	4.80	2.60	0.44	91.5	18.16	1.60	98.1	44.7	0.49
24	3.20	0.59	3.20	3.00	1.32	64.0	17.60	4.30	94.7	44.7	0.48
25	4.70	0.73	4.30	4.10	0.69	71.4	32.35	6.00	205	55.2	0.34
Ortalama	4.20	0.48	4.84	4.18	0.47	67.3	28.85	8.70	169	33.7	0.36
En Düşük	3.20	0.28	3.10	2.60	0.22	49.6	12.42	0.40	87.2	14.1	0.17
En Yüksek	5.10	0.73	6.60	6.20	1.32	95.0	82.37	25.6	322	56.8	0.71

Tablo 3. Topraklı ortamda yetiştirilen domates bitkisinin besin elementi içerikleri

Örnek No	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)	Cl (%)
1	3.90	0.62	4.50	7.40	0.59	54.0	35.60	21.7	179	48.7	0.91
2	3.60	0.61	3.70	7.20	0.44	71.5	65.30	30.1	397	54.4	0.93
3	3.60	0.71	3.40	7.60	1.11	58.7	41.44	31.2	74.2	97.0	0.80
4	3.10	0.57	3.30	2.40	0.44	36.5	16.38	13.8	44.1	28.6	0.35
5	4.20	0.46	2.80	2.60	0.46	82.3	18.15	11.7	42.9	27.0	0.28
6	4.70	0.57	3.00	2.00	0.46	46.8	12.08	7.6	31.4	19.0	0.44
7	3.60	0.50	2.00	6.30	0.48	61.2	31.19	82.3	215	85.0	1.07
8	3.40	0.61	3.60	4.60	0.21	51.5	8.48	12.0	106	49.6	0.34
9	3.70	0.40	2.30	3.50	0.34	40.2	7.26	20.8	68.6	26.2	0.54
10	4.80	0.64	4.00	4.80	0.39	108.4	8.10	60.5	154	84.2	0.74
11	4.00	0.40	2.50	4.20	0.29	48.0	9.78	12.8	120	47.1	1.45
12	3.30	0.51	2.60	6.50	0.38	42.2	10.71	10.3	154	67.3	0.93
13	4.80	0.53	3.50	4.70	0.18	58.1	10.63	27.3	129	60.8	0.79
14	4.80	0.66	3.90	3.80	0.31	62.4	19.48	12.8	88.2	20.6	0.20
15	3.40	0.58	2.70	5.70	0.35	57.1	15.84	12.1	99.1	62.4	0.82
16	3.70	0.44	2.40	4.80	0.39	54.1	15.89	10.8	112	57.6	0.56
17	4.40	0.43	4.70	4.20	0.59	46.1	19.45	8.30	67.6	31.8	1.05
18	3.70	0.40	3.00	4.30	0.51	51.9	12.22	27.7	82.1	31.8	0.48
19	3.50	0.45	3.30	6.30	0.27	160	9.72	25.6	77.7	59.2	1.19
20	3.20	0.40	0.80	5.70	0.56	39.4	6.77	21.0	109	61.6	1.67
21	3.00	0.38	2.40	5.20	0.39	47.5	7.06	17.9	103	79.3	1.24
22	3.50	0.40	2.50	5.30	0.50	66.2	44.97	4.50	114	61.6	1.96
23	2.80	0.37	3.40	2.00	0.17	33.9	6.73	9.80	42.6	26.2	0.28
24	2.70	0.50	3.00	5.50	0.46	53.7	10.12	8.20	151	115	0.64
25	4.20	0.41	3.30	5.60	0.32	57.9	56.11	14.2	130	55.2	0.60
26	3.80	0.37	3.90	2.50	0.36	38.3	14.28	3.00	61.1	10.1	0.74
27	3.90	0.41	3.00	3.70	0.31	57.7	9.02	9.10	106	35.1	0.24
Ortalama	3.75	0.49	3.09	4.76	0.42	58.7	19.36	19.5	113	51.9	0.79
En Düşük	2.70	0.37	0.80	2.00	0.17	33.9	6.73	3.00	31.40	10.1	0.20
En Yüksek	4.80	0.71	4.70	7.60	1.11	160	65.30	82.3	397	115	1.96

Tablo 4. Topraklı ve topraksız sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin yaprak örneklerinde makro (N, P, K, Ca, Mg) bitki besin elementi içeriklerinin sınır değerler ile karşılaştırılarak sınıflandırılması (Jones ve ark., 1991).

Sınır Değeri (%)	Değerlendirme	Topraklı		Topraksız	
		Oransal Dağılım (%)		Oransal Dağılım (%)	
N					
2.80-3.19	Noksan	18	4		
3.20-4.50	Yeterli	67	64		
>4.50	Fazla	15	32		
P					
0.40-0.49	Noksan	52	60		
0.50-1.20	Yeterli	48	40		
>1.20	Fazla	0	0		
K					
4.50-4.99	Noksan	100	60		
5-10	Yeterli	0	40		
>10	Fazla	0	0		
Ca					
1.10-1.49	Noksan	0	0		
1.50-2.40	Yeterli	7	0		
>2.40	Fazla	93	100		
Mg					
0.26-0.31	Noksan	18	20		
0.32-0.80	Yeterli	78	72		
>0.80	Fazla	4	8		

Jones ve ark. (1991)' un önerdiği sınıflamaya göre, topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin K içeriği bakımından %100' ü noksan düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %60' ı noksan, %40' ı yeterli düzeyde K içermektedir. Her iki yetiştirme ortamında da K fazlalığına rastlanılmamıştır. Domates yapraklarının Ca içerikleri incelendiğinde, topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin Ca içeriği bakımından %7'sinin yeterli, %93'ünün fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %100'ü fazla düzeyde Ca içermektedir. Her iki yetiştirme ortamında da Ca noksanlığı tespit edilmemiştir (Tablo 4, Şekil 1). Buna karşın yapılan görsel incelemelerde meyvelerde Ca noksanlığına rastlanmıştır. Bu durum, transpirasyon oranının düşük olduğu sera koşullarında bitki bünyesinde hareketi sınırlı olan ve su ile taşınan Ca'un yaprakta birikmesi ve meyvelere taşınmamasıyla açıklanabilir.

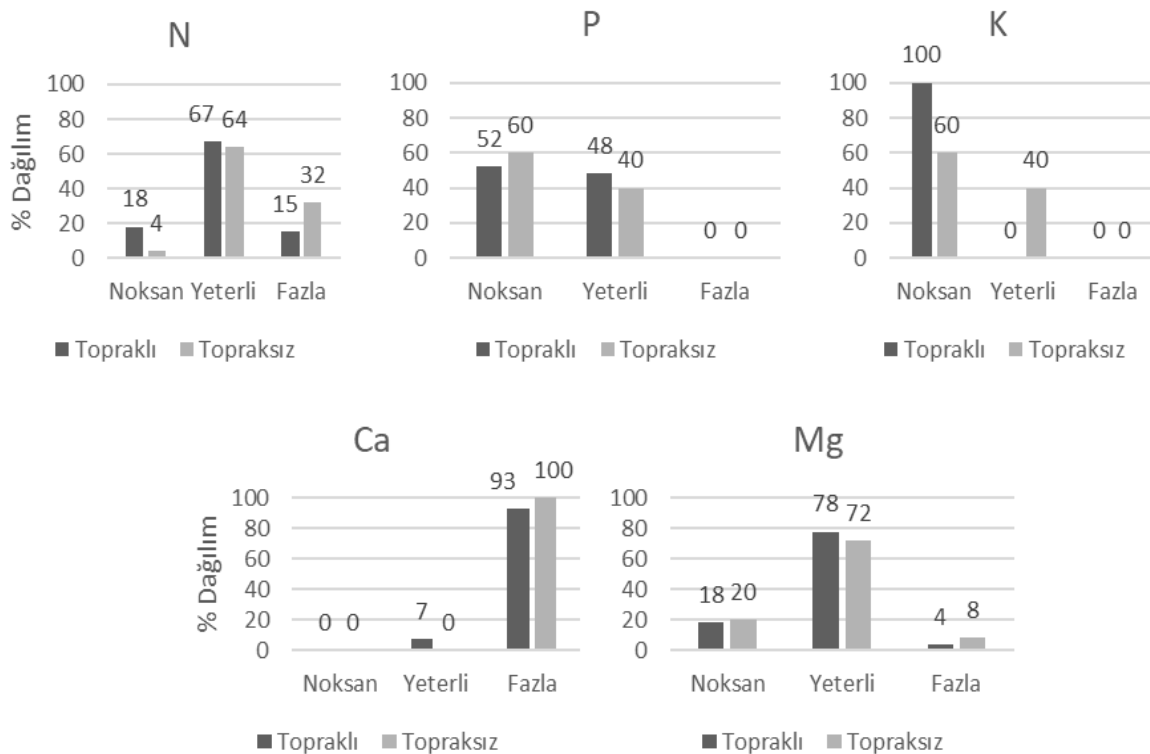
Asri-Öktüren ve Sönmez (2009) tarafından Antalya' da yapılan çalışmada da domates yaprak örneklerinin %76'sının yeterli ve %21'inin yüksek düzeyde Ca konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir.

Domates yapraklarının Mg içerikleri incelendiğinde, topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin Mg içeriği bakımından %18'inin noksan, %78'inin yeterli ve %4'ünün fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin ise %20'sinde

noksan, %72'sinde yeterli, %8'inde fazla olarak dağılım göstermektedir (Tablo 4, Şekil 1). Her iki ortamda da yaklaşık %20 civarında Mg noksanlığının tespit edilmesi bitkilerin Ca ile daha fazla beslenmesinin antagonistik etkisinden dolayı bitkilerde Mg noksanlığına sebep olduğunun bir göstergesi olabilir. Benzer durum bitkilerin K içerikleri incelendiğinde de özellikle topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinde K noksanlığı tespit edilmesinin sebeplerinden birisi olarak gösterilebilir.

Rietra ve ark. (2017), Ca, Mg ve K arasında antagonistik etkileşimlerin olduğunu, bitki besin elementleri arasındaki sinergistik ve antagonistik etkileşimlerin bilinmesi ve değerlendirilmesinin gübreleme programlarının optimizasyonuna, yüksek verim ve besin elementi kullanım etkinliğinin sağlanmasına önemli etki edeceğini belirtmişlerdir. Özellikle bitkilerin Ca, Mg ve K bakımından dengeli beslenebilmeleri açısından bitkilerin gelişme dönemlerinin belirli aşamalarında yaprak örnekleri alınarak besin maddesi içerikleri belirlenmeli ve elde edilen verilere göre gübreleme programları güncellenmelidir. Sonraki süreçlerde de bu güncellemeler göz önüne alınarak daha dengeli gübreleme programları geliştirilmelidir.

Beşiroğlu (2007), sera koşullarında domateslerin topraksız yetiştiriciliğinde besin çözültisi formülasyonunun hazırlanmasında Mg'a önem verilmesinin ve çözülti



Şekil 1. Topraklı ve topraksız sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin yaprak örneklerinde makro (N, P, K, Ca, Mg) bitki besin elementi içeriklerinin dağılımları

içerisinde Mg' un yeterli düzeyde bulunmasına dikkat edilmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir.

Topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin Fe içeriği incelendiğinde; %74'ünün noksan, %26'sının yeterli düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %24'ü noksan, %76'sı yeterli düzeyde Fe içermektedir (Tablo 5, Şekil 2). Topraklarda bitkiye yararlı Fe miktarı yeterli olsa bile yüksek kireç, HCO₃⁻ iyonları ve yüksek toprak ve su pH'sı da Fe alımını olumsuz etkilemektedir. Bu durumda özellikle topraklı seralarda Fe gübrelemesi yapılırken yaprak gübrelemesi ve Fe kleyt formunda ilave etmek önem kazanmaktadır.

Tablo 5'e göre yapılan yeterlilik sınıflandırmasına göre domates örneklerinin Zn içeriklerinin topraklı seralarda %78'inin noksan, %22 'sinin yeterli düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %36'sı noksan, %64'ü yeterli düzeyde Zn içermektedir. Domates bitkilerin Fe ve Zn ile beslenmeleri açısından her iki ortamda da önemli oranda noksanlıklar tespit edilmiş olup bu durum özellikle topraklı seralarda daha fazla sorun teşkil etmiştir. Topraklarda yeterli miktarda Fe ve Zn bulunmasına karşın ülkemiz topraklarının genelinde olduğu gibi yüksek kireç içeriği, düşük organik madde ve yüksek toprak ve sulama suyu pH'sı da bitkilerin mevcut Fe ve Zn'dan yararlanmasını olumsuz etkilemektedir (Eyüpoğlu, 1999). Bu durumda özellikle topraklı seralarda Fe ve Zn gübrelemesi yapılırken

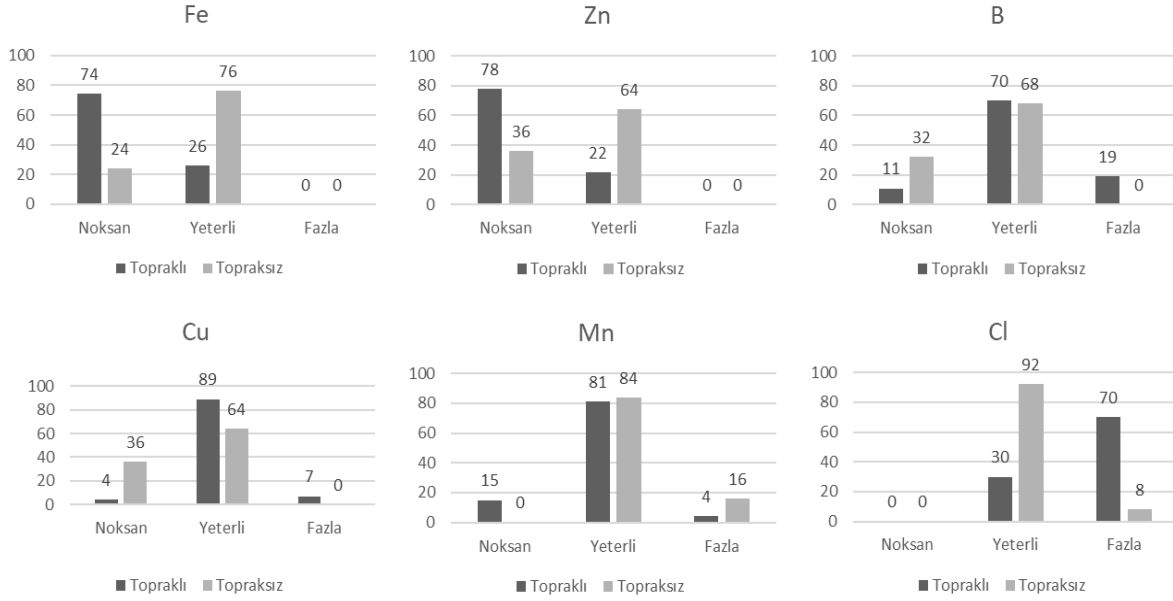
yaprak gübrelemesi ve toprağa kleyt uygulamalarında ise pH'nın göz önünde bulundurularak uygun form seçilip Fe gübrelemesi yapılması önem kazanmaktadır.

Bakır için verilen yeterlilik sınıflandırmasına göre topraklı seralarda yetiştirilen domates örneklerinin Cu içeriği bakımından %4'ünün noksan, %89'unun yeterli ve %7'sinin fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin ise %36'sında noksan, %64'ünde yeterli olarak dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 5, Şekil 2). İki yetiştirme sistemindeki farklılığın temel nedeni, topraklı yetiştiricilikte bazı hastalıkların kontrollünde Cu içeren preparatların yaygın olarak kullanılması olabilir. Sönmez ve ark., (2006), örtüaltı yetiştiriciliğinin yoğun bir şekilde yapıldığı Akdeniz Bölgesi'nde bakır (Cu) içeren gübrelerin ve fungusidler yoğun kullanımı nedeniyle yaygın olarak bitki analizlerinde, yer yer de toprak analizlerinde yüksek Cu içeriklerinin belirlendiğini bildirmişlerdir. Kaplan (1999) tarafından Batı Akdeniz Bölgesinde yürütülen bir çalışmada, Antalya bölgesindeki sera topraklarının %8'inin Cu içeriğinin kritik toksisite sınırının üzerinde olduğu ve yaprak örneklerinin Cu içeriğinin yapraktan uygulanan Cu içeren kimyasallardan dolayı çok yüksek olduğu belirtilmiştir.

Domates örneklerinin Mn içeriklerinin Tablo 5'e göre yapılan yeterlilik sınıflandırmasına göre incelenmesinde topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin

Tablo 5. Topraklı ve topraksız sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin yaprak örneklerinde mikro (Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cl) bitki besin elementi içeriklerinin sınır değerler ile karşılaştırılarak sınıflandırılması (Jones vd. 1991)

Sınır Değeri (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme	Topraklı		Topraksız	
		Oransal Dağılım (%)		Oransal Dağılım (%)	
Fe					
50-59	Noksan	74	24		
60-300	Yeterli	26	76		
>300	Fazla	0	0		
Zn					
18-19	Noksan	78	36		
20-250	Yeterli	22	64		
>250	Fazla	0	0		
Cu					
3-4	Noksan	4	36		
5-50	Yeterli	89	64		
>50	Fazla	7	0		
Mn					
40-49	Noksan	15	0		
50-250	Yeterli	81	84		
>250	Fazla	4	16		
B					
23-24	Noksan	11	32		
25-75	Yeterli	70	68		
>75	Fazla	19	0		
Cl					
-	Noksan	-	-		
0.005-0.49	Yeterli	30	92		
0.5-2	Fazla	70	8		



Şekil 2. Topraklı ve topraksız sera koşullarında yetiştirilen domates bitkisinin yaprak örneklerinde mikro (Fe, Zn, B, Cu, Mn, Cl) bitki besin elementi içeriklerinin dağılımları

%15'inde noksan, %81'inde yeterli ve %4'ünde fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates örneklerinin ise %84'ünde yeterli, %16'sında fazla olduğu tespit edilmiştir. Topraklı ve topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin B içerikleri Tablo 5'de verilen yeterlilik sınıflarına göre değerlendirildiğinde; topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin B içeriği bakımından %11'inin noksan, %70'inin yeterli ve %19'unun fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin ise %32'sinde noksan, %68'inde yeterli olarak dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Topraklı seralarda yetiştirilen bitkilerinin %19'unda B içeriğinin fazla bulunması hem toprakların hem de sulama suyunun B içeriğinin yüksek olması ile açıklanabilir.

Mills ve Jones (1996) bitkilerdeki Cl içeriğinin genellikle 50-200 mg kg⁻¹ olduğunu, hassas bitkilerde bu oranın %0.5-2 arasında toksik etki meydana getireceğini bildirmişlerdir. Bu sınıflandırmaya göre, topraklı seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin Cl içeriği bakımından %30'unun yeterli ve %70'inin fazla düzeyde olduğu belirlenirken; topraksız seralarda yetiştirilen domates bitkilerinin %92'si yeterli, %8'i fazla düzeyde Cl içermektedir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda topraklı üretimde Cl miktarının fazla çıkması, bölge topraklarının yapısı ve sulama suyunun tuz içeriğinin fazla olması ile kullanılan düşük maliyetli klorlu gübrelerin yaygın kullanılması ile açıklanabilir. Orman ve Kaplan (2004), domates bitkisinin tuzluluğa tolerans sınırının 2.5 dS m⁻¹ olduğunu, Antalya'nın Kumluca ve Finike ilçelerinde yürüttükleri çalışmada domates sera topraklarından elde edilen elektriksel iletkenlik ortalama değerlerinin ise bu değer üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

4. Sonuç

Antalya ili Merkez, Aksu, Serik, Manavgat ilçelerinde serada topraklı ve topraksız ortamda yetiştirilen domates bitkilerinin mineral beslenme durumlarının ortaya konulmaya çalışıldığı bu araştırmadan elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir.

Topraklı ve topraksız yetiştiricilik sistemlerinde bitki örneklerinin N içerikleri genellikle yeterli seviyede olmasına karşın özellikle topraksız yetiştiricilikte %32 oranında N fazlalığı tespit edilmiştir.

Bitki örneklerinin her iki ortamda da %50'den fazlasında P noksanlığı belirlenmiş, bu oranın topraksız yetiştiricilikte daha fazla (%60) olduğu gözlenmiştir.

Potasyum içerikleri topraklı sera örneklerinin tamamında noksanlık sınıfında iken, topraksız ortamda bitkilerin %60'ında noksan düzeydedir. Bu çalışmada her iki ortamda da domates bitkilerinin K beslenmelerinde bir sorun olduğu ve potasyumlu gübrelemeye önem verilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Araştırmada Ca içeriği topraksız seralardan alınan yaprak örneklerinin %100'de fazla, topraklı ortam örneklerinde ise %93'de fazla düzeydedir.

Her iki ortamda da yaklaşık %20 civarında Mg noksanlığının tespit edilmesi bitkilerin Ca ile daha fazla beslenmesinin antagonistik etkiden dolayı bitkilerde Mg noksanlığına sebep olduğunun bir göstergesi olabilir. Benzer durum bitkilerin K içerikleri incelendiğinde de özellikle topraklı seralarda yetiştirilen domates

bitkilerinde K noksanlığı tespit edilmesinin sebeplerinden birisi olarak gösterilebilir.

Demir içerikleri bakımından topraklı sera örneklerinin %74'ü noksan, %26'sı yeterli, topraksız ortam örneklerinin %24'ü noksan, %76'sı yeterli düzeyde belirlenmiştir. Bitkilerin Fe ile beslenmeleri açısından topraklı seralarda daha fazla sorun tespit edilmiştir.

Topraklı seradan alınan domates örnekleri Zn bakımından %78'i noksan iken topraksız ortamda örneklerin %36'sı noksan sınıfında bulunmuştur. Bu durumda iki ortam için de bitkilerin Zn ile beslenmesi bakımından sorun yaşandığına işaret etmekte, bitki besin maddeleri arasındaki ilişkilerin ve dengesiz gübrelemelerin, bu sonuçları hazırladığı düşünülmektedir.

Bakır içerikleri bakımından ortamlar karşılaştırıldığında topraklı seralardan alınan örneklerde bitkilerin Cu ile beslenmeleri açısından bir sorun tespit edilmezken, topraksız seralarda örneklerin %36'sında Cu noksanlığı belirlenmiştir. Araştırma örneklerinin Mn kapsamına bakıldığında domates bitkilerinin Mn ihtiyacının her iki ortamda da yeterli düzeyde karşılandığı söylenebilir.

Bitki örneklerinin Cl içerikleri kıyaslandığında, topraklı ortamda bitkilerin %70'i fazla, topraksız ortamda ise %8'i fazla düzeyde Cl içermektedir. Araştırma örneklerinin B içerikleri her iki ortamda çoğunlukla yeterli düzeyde belirlenmiştir. Bu durumda Antalya yöresi seralarında domatesin mineral beslenmesinde B ile beslenme bakımından herhangi bir sorunun olmadığı tespit edilmiştir.

Bitkisel üretimde yüksek verim ve kaliteli üretime ulaşmada doğru ve dengeli bir gübreleme programının yapılması çok önemlidir. Bu nedenle bitkilerin dengeli ve yeterli beslenebilmeleri için gerekli besin elementlerini ihtiyacı olan miktar ve zamanda alabilmeleri gerekmektedir. Ancak ülkemiz örtü altı yetiştiriciliğinde en büyük problemlerden birisi bitki besleme yönetiminin yeterince bilinçli yapılamamasıdır.

Dengeli bir bitki besleme, gübrelerden en üst düzeyde fayda sağlanabilmesi ve bunlara bağlı olarak gübreleme ile daha fazla verim ve kaliteli ürün alınmasının en etkili yolu toprak ve bitki analizlerine dayalı uygulamalardır.

Teşekkür

Bu araştırma "Antalya Yöresi Seralarında Topraklı ve Topraksız Ortamlarda Yetiştirilen Domates Bitkisinin Mineral Beslenme Durumlarının Karşılaştırılması" isimli Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Alpaslan M, Güneş A, İnal A, Aktaş M (2001). Akdeniz bölgesi seralarında yetiştirilen bitkilerin beslenme durumlarının incelenmesi II. Domates, hıyar, biber ve patlıcan bitkilerinin beslenme durumları. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(4): 12-22.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A (2005). Deneme Tekniği (2.Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1543, Ders Kitabı: 496, Ankara, 437 s.
- Asri-Öktüren F, Sönmez S (2009). Antalya yöresinde topraksız kültür sistemiyle yetiştirilen domates bitkilerinin beslenme durumunun ve sulama suyu kalite kriterlerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 191-200.
- Beşiroğlu A (2007). Magnezyumun sera koşullarında farklı büyüme ortamlarında yetiştirilen domatesin gelişmesi, magnezyumun alımı ve dağılımına etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bradley MR (1990). Hydroponic System for the Production of Greenhouse Crops. Proceedings of the International Sear and British-Israel Workshop on Greenhouse Technology, Bet Dagan, 149-154, Israel.
- Emekli NY, Baştuğ R, Büyükaş K (2007). Antalya ili Kumluca ilçesindeki seraların mevcut durumu, sorunları ve uygun çözüm önerilerinin geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 273-288.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumları. T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, Ankara, 122 s.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2000). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı,1514, Ankara.
- Jones JB, Wolf B, Mills HA (1991). Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro Macro Publishing, Athens, GA.
- Kacar B, İnal A (2008). Bitki Analizleri, Cilt 1, Nobel yayını, Ankara.
- Kaplan M (1999). Accumulation of copper in soils and leaves of tomato plants in greenhouses in Turkey. Journal of Plant Nutrition, 22 (2): 237- 244.

- Orman Ş, Kaplan M (2004). Kumluca ve Finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 19-29.
- Rietra RPJJ, Heinen M, Dimkpa CO, Bindraban PS (2017). Effects of nutrient antagonism and synergism on yield and fertilizer use efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48 (16): 1895-1920.
- Salm C, Voogt W, Beerling E, Ruijven J, Os E (2020). Minimising emissions to water bodies from NW European greenhouses; with focus on Dutch vegetable cultivation. Agricultural Water Management, 242: 106398.
- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK, Kaya H (2006). Toprakta yapılan bakır uygulamalarının toprak pH'sı ve bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 151-158.
- Şahin Ü, Özdeniz A, Zülkadir A, Alan R (1998). Sera koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisinde farklı yetiştirme ortamlarının verim, kalite ve bitki gelişmesine olan etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 71-79.
- Toprak E, Gül A (2013). Topraksız tarımda kullanılan ortam domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu?. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(2): 41-47.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>. (erişim tarihi: 8 Temmuz 2021)

Elma Bahçelerinde Kırmızı Örümcek Savaşımında *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae)'un Farklı Salım Oranlarının Etkinliğinin Belirlenmesi

Burak GÖÇER¹, Recep AY*¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 272-279, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 272-279, 2021

Özet: Kırmızı örümcekler elma üretimi yapılan tüm bölgelerde önemli zararlara neden olmaktadır. Türkiye'de kırmızı örümcekler ve diğer zararlıların mücadelesinde genellikle kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Günümüzde kimyasal mücadelenin birçok olumsuz yönü ortaya çıkmıştır. Kırmızı örümceklerin birçok doğal düşmanı vardır ve öncelikli olarak bunların etkinliklerinin belirlenmesi önemlidir. *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) kırmızı örümcekler ile mücadelede kullanılan önemli bir avcı türüdür. Bu çalışmada elma bahçelerinde kırmızı örümcekler ile mücadele de avcı akar *N. californicus* 'un farklı oranlarda salım oranı ve etkinliği belirlenmiştir. Bu amaçla Isparta ili Şarkikaraağaç ilçesinde Çavundur köyü ve Alcıklar mahallesinde iki farklı elma bahçesinde iki farklı deneme kurulmuştur. Çalışma tesadüf deneme parsellerine göre kurulmuştur. Parsellerde ağaç başına 25, 50 veya 100 avcı akar (NC) salınmıştır. Kontrol ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. *N. californicus* salımı yapılan Çavundur köyündeki elma bahçesinde kontrol, 25, 50 ve 100 NC/ağaç salımı yapılan bahçelerde 63. günde sırasıyla ortalama 10.31, 2.58, 1.96 ve 1.69 adet kırmızı örümcek hareketli dönemi (hd)/yaprak ve 8.09, 1.11, 0.66 ve 1.16 yumurta/yaprak bulunmuştur. Alcıklar mahallesinde ise kontrol, 25, 50 ve 100 NC/ağaç salımı yapılan bahçelerde 63. günde sırasıyla ortalama 4.53, 1.02, 0.49 ve 0.49 adet hd/yaprak ve aynı sıraya göre ortalama 3.11, 0.67, 0.36 ve 0.31 adet yumurta/yaprak belirlenmiştir. Sonuç olarak bütün uygulamalarda kırmızı örümcek popülasyonları kontrole göre farklı zamanlarda baskı altına alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, elma, *Neoseiulus californicus*, *Panonychus ulmi*, salım oranı, *Teranychus urticae*

Determining the Effectiveness of Different Release Rates of *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae) in Control of Spider Mite in Apple Orchards

Abstract: Spider mites lead to significant damage in the areas where apple is produced. Chemical control is generally preferred in the control of spider mites and other pests in Turkey. Today, many negative aspects of chemical control have turned up. Spider mites have a lot of natural enemies and knowing their activities is important. *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) is a predator species which is used to control against spider mites. In this study, activities and release ratio of predator *N. californicus* that is control against spider mites in apple orchards are determined. For this purpose, two different experiments were established in two different apple orchards in Çavundur village and Alcıklar neighborhood in Şarkikaraağaç district of Isparta province. The study was established according to random trial parcels. 25, 50 or 100 predatory mites (NC) were released per tree in parcels. No application has been used for control. In the orchards located in Çavundur village where *N. californicus* has been released, control, 25, 50 and 100 NC/tree in 63rd day, 10.31, 2.58, 1.96, 1.69 spider mite moving stages (ms)/leaf and 8.09, 1.11, 0.66 and 1.16 egg/leaf have been found. In Alcıklar neighborhood, control, 25, 50 and 100 NC/tree release 63rd day 4.53, 1.02, 0.49, and 0.49 ms/leaf and in the same order 3.11, 0.67, 0.36 and 0.31 egg /leaf has been detected. Finally, As a result, red spider populations were suppressed at different times compared to the control in all treatments.

Keywords: Biological control, apple, *Neoseiulus californicus*, *Pononychus ulmi*, release rate, *Tetranychus urticae*

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
recepay@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 25/09/2021
Kabul (Accepted): 14/12/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Meyvecilik sektörü dünyada ve ülkemizde geniş bir yer tutmaktadır. Meyve grupları arasında üretimi yapılan elma meyvesi hem taze hem işlenmiş olarak tüketilebilir. Ülkemizde üretilen en önemli meyvelerden biri olan elma meyvesi, sezon başından itibaren mücadelesi, hasadı ve hasattan sonra depolanması, paketlenmesi ve ihracatında ülke ekonomisine fazlaca katkıda bulunmaktadır. FAO verilerine göre dünyada 2019 yılı toplam meyve üretiminin yaklaşık %10'unu oluşturan elma, muzdan ve karpuzdan sonra üçüncü sırada yer alan önemli bir üründür. Dünya da elma üretiminde 4. sırada yer alan ülkemiz, ihracat yapan ülkeler arasında 11. sırada bulunmaktadır (Anonim, 2019a). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2018 sezonunda yaklaşık 3 milyon ton olan elma üretimi 2019 sezonunda 3.6 milyon tona yükselmiştir. Ülkemizde üretim alanları incelendiğinde en fazla üretim alanı 235 bin da ile Niğde ilinde bulunmaktadır. Toplam üretim alanının %13.5'ini kapsayan Niğde ilini %13.1 ile Isparta ili takip etmektedir. Meyve veriminde olan ağaç sayısı en fazla olan il ise Karaman'dır. Her geçen yıl üretimi daha da artan ve toplam üretimi 4 milyon tona yaklaşan elma meyvesinin en fazla üretildiği il Isparta'dır. 2019 yılında 732 bin ton elma üretimi ile toplam üretimin yaklaşık %20'si Isparta'da gerçekleşmiştir. 485 bin ton ile Karaman, %13'ünü ve 438 bin ton ile Niğde ili %12'sini gerçekleştirilmiştir. 2019 sezonuna bakıldığında ülkelere göre elma ihracatında ülkemizin payı 208 bin tondur. Türkiye elma ihracatının 40.131 tonluk kısmını (%19.3) Rusya'ya, 37.197 tonluk kısmını (%17.9) Irak'a, 31 000 tonluk kısmını Suriye'ye yapmıştır (Anonim, 2019b).

Hastalık ve zararlılar ile yapılan kimyasal mücadele, biyolojik mücadelede kullanılan faydalı böcek ve akarlar başta olmak üzere birçok hedef dışı organizmaya da tehlikeli olmaktadır. Karamürsel ve ark. (2004), yaptığı çalışmada Isparta ilindeki elma üreticilerinin ilaçlama zamanının belirlerken erken uyarı sisteminden büyük ölçüde verimli olarak yararlandıklarını, fakat uygulamada kullanılacak pestisit tercihinde bu kadar başarılı olmadıklarını, gerekli olmadığı halde geniş spektrumlu ilaçların kullanıldığını belirtmişlerdir. Her geçen üretim sezonunda bilinçsiz kullanımlarında etkisi ile artış gösteren kimyasal kullanımı gelecek nesillere aktarılacak olan bu alanlarındaki sağlıklı ve sürdürülebilir üretime engel olmaktadır.

Elma yetiştiriciliğinde mücadele edilen en önemli zararlılardan biri de kırmızı örümceklerdir. Ülkemizde elma bahçelerinde iki noktalı kırmızı örümcek (*Teranychus urticae* Koch, 1836), Avrupa kırmızı örümceği (*Panonychus ulmi* Koch, 1836), Ajkdiken akarı (*Amphitetranynchus viennensis* (Zacher, 1920)), meyve kahverengi akarı (*Bryobia rubrioculus* (Schulten, 1857)) ve yassı akar (*Cenopalpus pulcher* (Canestrini ve Fanzago, 1876))

görülmektedir (Anonim, 2017). Isparta ili elma bahçelerinde ise yaygın olarak *T. urticae* ve *P. ulmi* görülmektedir (Yaman ve ark., 2016; Sökeli ve ark., 2007). Birçok kültür bitkisinde zarar yapan kırmızı örümcekler elma da ciddi zararlara yol açmaktadır. Bitki öz suyunu emerek zarar yapan bu zararlılar zehirli madde salgırlar. Bunun sonucu olarak, yapraklarda öncelikle beyaz daha sonra sarı kahverengi lekeler meydana gelir, bu lekeler daha sonra birleşerek yaprağın kuruyup dökülmesine neden olur (Anonim 2017). Zarar gören meyvelerin renksiz ve kalitesiz olmasına, tomurcuklara verdikleri zarardan dolayı meyve tutumunun olmamasına ve meyve veriminin yıldan yıla düşmesine neden olabilmektedirler (Anonim, 2017). Yaşam sürelerinin kısa olması, üreme güçlerinin yüksek olması ve partenogenetik üreme şekilleri nedeniyle popülasyonlarını kısa sürede artırebilmektedirler. Kırmızı örümcekler yüksek üreme potansiyelleri, kısa biyolojileri ve üreme şekilleri nedeniyle kısa sürede savaşımında kullanılan ilaçlara karşı direnç geliştirebilmektedirler (Van Leeuwen ve ark., 2004).

Ülkemizde ve bölgemizde yoğun olarak kullanılan kimyasallara karşı zararlı organizmaların direnç kazanması yapılan mücadelenin ekonomik olmasını engellemektedir (Sökeli ve ark., 2007; Yaman ve ark., 2016; Demircan ve Yılmaz, 2005). Zararlı organizmaların kazanmış olduğu direnç nedeniyle uygulama sürecinde kullanılan kimyasal mücadeleden etkili sonuç alınamamaktadır. Ortaya çıkan verim kaybı yetiştirilen üründe ekonomik kayba neden olmaktadır. Karşılaşılan bu verim kayıpları üreticileri ve araştırmacıları alternatif mücadele arayışına yöneltmektedir. Aynı zamanda kimyasal mücadele yapılırken hedef olmayan organizmaların zarar görmesi alternatif mücadele arayışını güçlendirmektedir. Bu alternatiflerin başında ise biyolojik savaşım gelmektedir.

Kırmızı örümcekler ile mücadelede *Phytoseiidae* familyasından birçok türden kullanılmaktadır. *Amblyseius californicus* olarak da bilinen *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae) kırmızı örümcekler ile mücadelede kullanılan en yaygın avcı akar türlerinden biridir. 1994 ve 1997 yılında yapılan bazı çalışmalarda tercih olarak tetranychid akarlar ile beslenen *N. californicus*'un, avının ortamda bulunmadığı zamanlarda *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) ve *Tarsonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae) gibi diğer zararlı akarlar ile beslenebildiği ve polen ile de beslenerek de yaşamını devam ettirdiği belirtilmiştir (Castagnoli ve Liguori, 1994). Bu avcı akar ülkemizde ilk olarak Aydın ili Kuşadası ilçesinde 2001 yılında tespit edilmiştir (Çakmak ve Çobanoğlu 2006). Yorulmaz ve Ay 2008 yılında yaptıkları çalışmalarda Isparta ili elma bahçelerinde yoğun olarak *N. californicus* varlığını tespit etmiştir (Yorulmaz ve Ay, 2011). Elma bahçelerinde yoğun olarak kullanılan pestisitler bu avcı akarları baskı altına almakta, başka bir deyişle etkinliklerini sınırlandırmaktadır.

Bu çalışmada Isparta ili elma bahçelerinde var olan, ancak etkinlikleri kimyasal savaşım ilaçları ile sınırlandırılan *N. californicus*'un farklı salım oranlarındaki etkinliği iki farklı elma bahçesinde belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma da kullanılan *N. californicus* bireyleri, 2008 yılında Isparta ili Eğirdir ilçesinden bulunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü' nün organik elma bahçesinden toplanmış ve o tarihten bu yana Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde iklim kabininde kültüre alınmış ve üretimi devam ettirilmiş popülasyondan sağlanmıştır. Salım çalışmaları Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesinde iki farklı bölgede bulunan bir tam bodur ve bir yarı bodur elma bahçelerinde 2020 sezonunda yapılmıştır. Deneme kurulan ilk bahçe Isparta ili Şarkıkaraağaç ilçesine bağlı Çavundur köyünde, ikinci bahçe ise Şarkıkaraağaç ilçesi Alcıklar mahallesinde bulunmaktadır. Çavundur köyünde kullanılan bahçedeki elma çeşidi 9 yaşında tam bodur M9 anaç Red Chief ve Gala çeşidi, Alcıklar mahallesinde kullanılan ikinci bahçede ise 5 yaşında yarı bodur M111 anaç Starkimson ve Gala çeşididir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Parseller her iki bahçenin içerisinde üç sırada ve her sırada dört parsel oluşturularak bahçelerin bir kısmı kullanılmıştır. Her üç ağaç bir parsel kabul edilmiş, her sıra başında ve parseller arasında bir ağaç boş bırakılmıştır. Yapılan çalışmada deneme kurulan her iki bahçe içerisinde, parseller tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 sırada ve 4 parsel olacak şekilde planlanmıştır. Her parsel 3 ağaç olması sağlanmış ve sıra arasında ve sıra üzerinde bir ağaç boş bırakılmıştır. Boş bırakılan ağaçlara her hangi bir uygulama yapılmamıştır. Uygulamalar, kontrol, 25 avcı, 50 avcı ve 100 avcı olmak üzere her parselde kura çekilerek dağıtılmıştır. Deneme tesadüf deneme parsellerine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Çalışma hazırlıkları yapıldıktan sonra, belirlenen bahçelerden tesadüfi olarak toplanan yapraklarda sayımlar yapılmış ve yaprak başına kırmızı örümcek sayıları tespit edilmiştir. Yapraklar denemeye dahil edilen ağaçların dört yanından alt üst olmak üzere, her bir ağaçtan 10 adet toplanmıştır. Her iki bahçeden alınan yaprakların sayılması ile zararlı sayıları yaprak başına 3-12 arasında tespit edilmiştir. Tarım bakanlığı yayınladığı Elma, Armut Ayva Entegre Mücadele Teknik Talimatı (Anonim, 2017)'na göre Mayıs ayından itibaren, 100 yaprakta periyodik olarak yapılacak sayımlarda, Akdiken akarı, İkinoktalı kırmızı örümcek ve Avrupa kırmızı örümceği sayısının yaprak başına ortalama 8-10 adet birey olması durumunda kimyasal mücadeleye başlanması gerektiğini tavsiye edilmiştir. Yapılan bu sayımlar da tespit edilen sayıların parsellerde değişkenlik göstermesi ve erken mücadelenin başarılı sonuç getireceği düşünüldüğü için mücadeleye başlanmıştır.

ISUBÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Toksikoloji laboratuvarında üretimi yapılan *N. californicus*'un tesadüfen seçilen dişi bireyleri 25'er, 50'şer ve 100'er adet sayılarak mavi kapaklı (50 ml'lik) tüplere koyulmuştur. Bu tüpler buz kalıpları içine yerleştirilip uygulama yapılacak bahçeye transfer edilmiştir. Bahçeye getirilen avcı akarların içerisinde bulunduğu mavi kapaklı tüpler ağaçların gövdelerinin başlangıç noktasına bağlanarak kapakları açılıp parsellere salınmıştır. Her bir ağaca bir mavi kapaklı tüp asılmıştır. Zararlıların ve avcı akarın sayımları, her ağacın farklı yönlerinden tesadüf olarak alınan yapraklarda yapılmıştır. Her bir ağaçtan 10 adet ve her bir parselden toplam 30 yaprak tesadüfi olarak toplanmıştır. Toplanan bu yapraklar üzerinde parsel numarası yazan etiketlenmiş poşetler içerisine arasına saman kâğıdı koyularak yerleştirilmiştir. Etiketlenmiş poşetler buz kalıplarının bulunduğu çanta içerisinde Toksikoloji laboratuvarına transfer edilmiştir. Toksikoloji laboratuvarına getirilen yapraklar akar fırçalama makinesi yardımı ile sayımları yapılmıştır. Bu amaçla sayımda kullanılacak olan 12.5 cm çapındaki cam diskler öncelikle tamamen temizlenerek ince vazelin tabakası ile kaplanmış ve fırçalama aletinin altına yerleştirilmiştir. Etiketli poşetlerden alınan her yaprağın iki yüzü fırçalama aletinden geçirilerek yaprak üzerindeki bireylerin cam disklerin üzerine düşmesi sağlanmıştır. Üzerinde zararlı hareketli dönemleri ve yumurta, avcı hareketli dönemleri ve yumurtaların bulunduğu cam diskler sayım kartonu üzerine yerleştirilip, steromikroskop altında parsel başına düşen birey sayıları sayılıp veriler işlenmiştir. Yapılan çalışmada her parselde zararlı hareketli dönemleri ve yumurta olmak üzere 2 farklı sayım değeri elde edilmiştir. Elde edilen veriler fırçalanan yaprak sayısına bölünerek yaprak başına yumurta veya hareketli dönem (larva, nimf ve ergin) sayıları belirlenmiştir. Sayımlar uygulamadan hemen önce ve uygulama yapıldıktan 3., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49., 56. ve 63. günde yapılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı 2020 sezonunda araştırma süresince çalışma konusu olan *N. californicus* dışında elma bahçelerinde hiçbir bitki koruma uygulaması (kimyasal vd.) yapılmamıştır. Sadece haftada 12 saat sulama yapılmıştır.

2.1. Sonuçların değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada yukarıda belirtilen şekilde yapılan sayımlardan sonra elde edilen verilerin faktöriyel düzende Repeated Measures ANOVA varyans analizi tekniği uygulanmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde TUKEY testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Çavundur bölgesinde kurulan ilk deneme bahçesinde *N. californicus* salımı 30.07.2020 tarihinde, Alcıklar mahallesinde kurulan ikinci bahçede ise 10.08.2020

tarihinde yapılmıştır. Denemenin kurulduğu bahçelerde *Tetranychus urticae* popülasyonu daha baskın olurken, *Panonychus ulmi* yoğunluğu ise daha az olmuştur. Çavundur köyünde ki bahçede kurulan denemede yumurta sayıları ile zaman arasında interaksiyon bulunmuştur ($P<0.05$, $df:30$, $F:5.43$). Kontrol parseline bakıldığında yumurta sayıları ile zaman arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır (Tablo 1). Yapılan ilk sayım değeri 6.49 olan kontrol parsellerinde yapılan son sayımda bu değer 8.09 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Kontrol parsellerinde yumurta sayısı zamanla artmış ve zamanlar arasında yumurta artışı istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:22,20$). Avcı salım uygulaması yapıldıktan sonra, ağaç başına 25 avcı salımı yapılan 3 parselde de son sayım tarihine kadar zararlı yumurta sayısında sayısal olarak düşüş görülse de bu düşüş istatistikî olarak önemli derece de farklı bulunmamıştır ($P>0.05$, $df:10$, $F:22,20$). Başka bir deyiş ile yumurta sayısı artmamıştır. 50 NC/ağaç salımı yapılan parsellerde, yaprak başına düşen zararlı yumurta sayısındaki düşüş hem sayısal olarak hem istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Ağaç başına 50 avcı salınan parsellere bakıldığı zaman 28.gün sayımlarına kadar görülen düşüş istatistikî olarak çok önemli olmamakla birlikte, 28.gün itibari ile yapılan sayımlardan sonra belirlenen sayısal fark istatistikî olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$, $df:10$, $F:22,20$) (Tablo 1). Bir diğer uygulama parseli olan 100 NC/ağaç salımı yapılan parsellerde son sayımda tespit edilen yumurta sayısı, başlangıçtaki sayılara göre önemli ölçüde azalmış ve bu azalma istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:22,20$) (Tablo 1). Avcı salım tarihinden itibaren 21.günde yapılan sayımlarda 100 NC/ağaç salımı yapılan parsellerde önemli derecede fark tespit edilmiştir. 100 NC/ağaç salımı yapılan parsellerde, istatistikî olarak 7. günden itibaren yumurta sayıları arasında fark tespit edilse de ($P<0.05$, $df:10$, $F:22,20$), 21.gün itibari ile *N. californicus*'un zararlı yumurtalarını büyük ölçüde kontrol altına aldığı tespit edilmiştir. Avcı salımı yapılmadan önceki sayımlar incelendiğinde zararlı yumurta sayısı en yüksek 9.56 ile 25 NC/ağaç salınan parselde tespit edilmiştir. Aynı parselde

son sayım yapıldığında yumurta sayısı 1.11 olarak tespit edilmiştir ve 25 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde zararlı yumurta sayısının azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Çavundur köyünde yapılan çalışmada, tüm verilere bakıldığında en yüksek yumurta sayısı, 50 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 28.07.2020 tarihinde yapılan sayımda 9.07 olarak tespit edilen, 50 NC/ağaç salımı yapılan parselde 01.10.2020 tarihinde zararlı yumurta sayısı 0.66 olarak tespit edilmiştir. 50 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerdeki yumurta sayılarının azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. 01.10.2020 tarihinde yapılan en son sayım verilerine göre en yüksek yumurta sayısı kontrol parsellerinde 8.09 olarak tespit edilmiştir ve uygulama yapılan parsellerin aksine yumurta sayılarının artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. 63 gün sayımları dikkate alındığında 25, 50 ve 100 NC/ağaç salımı yapılan parsellerdeki yumurta sayısı sırasıyla 1.11, 0.66 ve 1.16 yumurta/yaprak olmuştur ve kontrol grubuna göre önemli derecede azalmıştır (Tablo 1). *N. californicus* salım oranlarının etkinlikleri arasında ise bir fark belirlenememiştir ($P>0.05$, $df:3$, $F:4,89$).

Çavundur bölgesinde kurulan deneme de yapılan sayımlarda hareketli dönem nimf+ergin (hd) sayıları zamana ve uygulamalara göre değişmiştir ($P<0.05$, $df:30$, $F:8.53$) (Tablo 2). Kontrol parsellerinde ortalama hd sayısı 7.13' den 10.31 hd/yaprağa yükselmiştir. Kontrol parseline yapılan sayımlar arasında kaydedilen bu artış istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:14.85$). 25 NC/ağaç salınan parsellerde yapılan ilk sayımda hd sayısı 10.49 olarak bulunmuştur. 01.10.2020 tarihinde yapılan son sayımda bu sayı 2.58 olarak belirlenmiştir. 28.gün sayımından itibaren ilk sayım değerlerine göre önemli derecede düşüş tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:14.85$). 50 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde uygulama öncesinde kaydedilen ilk sayım değeri 8.87 hd/yaprak iken, 01.10.2020 tarihinde yapılan son sayımda 1.96 hd/yaprak olarak tespit edilmiştir. 28.gün sayımına kadar oluşan farklılık istatistikî olarak çok

Tablo 1. Çavundur köyünde 2020 yılında kurulan denemede zamana bağlı olarak uygulamalara göre ortalama kırmızı örümcek yumurta sayısı (ortalama yumurta/yaprak) *

Tarih/uyg**	28.07	30.07	2.08	6.08	13.08	20.08	27.08	3.09	10.09	17.09	24.09	1.10
	Uyg. Öncesi Sayım		3.gün	7.gün	14.gün	21.gün	28.gün	35.gün	42.gün	49.gün	56.gün	63.gün
Kontrol	6,49± 0,99	Avcı Salım Tarihi	1,58± 0,69	5,02± 1,37	3,37± 1,73	4,05± 0,64	5,07± 0,63	4,27± 0,46	5,07± 0,56	6,18± 0,40	7,16± 0,37	8,09± 0,30
	ABCab*		Da	ABCDab	CDab	BCDa	ABCDa	BCDa	ABCDa	ABCa	ABa	Aa
25 NC/ağaç	9,56± 0,99		1,63± 0,69	2,62± 1,37	2,49± 1,73	2,17± 0,64	2,22± 0,63	1,84± 0,46	1,95± 0,56	1,6± 0,40	1,38± 0,36	1,11± 0,30
	Aa		Ba	Bb	Bb	Ba	Ba	Ba	Bab	Bb	Bb	Bb
50 NC/ağaç	9,07± 0,99		3,36± 69	5,73± 1,37	5,74± 1,73	3,91± 0,64	4±0,63	3,07± 0,46	1,73± 0,56	1,64± 0,40	1,24± 0,36	0,66± 0,30
	Ab		BCa	ABab	ABa	BCa	BCa	BCa	Cb	Cb	Cb	Cb
100 NC/ağaç	9,55± 0,99		4,25± 0,69	5,87± 1,37	6,62± 1,73	4,93± 0,64	4,44± 0,63	3,73± 0,46	2,98± 0,56	2,04± 0,40	1,42± 0,36	1,16± 0,30
	Ab		BCDEa	BCa	ABa	BCDa	BCDEa	BCDEa	CDEab	DEb	DEb	Eb

*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı TUKEY testine göre ($P<0.05$) göstermektedir,**Uyg: uygulama

Tablo 2. Çavundur köyünde kurulan denemede zamana bağlı olarak uygulamalara göre ortalama kırmızı örümcek hd sayısı (ortalama hd/yaprak)*

Tarih/uyg**	28.07 Uyg. Öncesi Sayım	30.07	2.08 3.gün	6.08 7.gün	13.08 14.gün	20.08 21.gün	27.08 28.gün	3.09 35.gün	10.09 42.gün	17.09 49.gün	24.09 56.gün	1.10 63.gün	
Kontrol	7,13± 1,29 ABa*	Avcı Salım Tarihi	4,54± 1,00 Bb	7,07± 2,05 ABa	6,31± 2,25 ABb	7,74± 2,19 ABa	9,24± 1,58 Aa	8,04± 1,49 ABa	7,82± 0,99 ABa	8,58± 0,99 ABa	9,73± 0,93 Aa	10,31± 1,00 Aa	
25 NC/ağaç	10,49± 1,29 Aa		4,89± 1,00 BCb	7,07± 2,05 ABa	6,31± 2,25 ABCb	6,04± 2,19 BCa	6,22± 1,57 ABCab	5,82± 1,49 BCa	5,06± 0,99 BCa	4,04± 0,99 BCab	3,33± 0,93 BCb	3,33± 1,00 Cb	2,58± 1,00 Cb
50 NC/ağaç	8,87± 1,29 ABa		8,32± 1,00 ABab	10,05± 2,05 Aa	10,05± 2,25 Aab	10,31± 2,19 Aa	9,02± 1,58 ABab	6,93± 1,49 ABCa	5,33± 0,99 BCDa	3,91± 0,99 CDab	3,20± 0,93 Cdb	3,20± 1,00 Db	1,96± 1,00 Db
100 NC/ağaç	8,99± 1,29 ABa		12,74± 1,00 Aa	8,09± 2,05 Ba	12,44± 2,25 Aa	7,86± 2,19 Ba	3,44± 1,57 Cb	2,93± 1,49 Ca	2,71± 0,99 Ca	2,27± 0,99 Cb	2± 0,93 Cb	2± 1,00 Cb	1,69± 1,00 Cb

*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda uygulamalar arası farklılığı TUKEY testine göre (P<0.05) göstermektedir,**Uyg: uygulama

önemli görülmemiştir ve 35.gün sayımı itibari ile kaydedilen sayısal değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05, df:10, F:14.85). 100 NC/ağaç parselinde yapılan sayımlarda avcı salımın 21. Gününe kadar oluşan fark istatistikî olarak çok önemli görülmemiştir. Avcı salımının 28.günü değerleri ile son sayım değerleri arasında tespit edilen fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05, df:10, F:14.85). Çavundur bölgesinde kurulan denemede yapılan uygulamalar genel olarak değerlendirildiğinde avcı salımı yapıldıktan sonra yaprak başına en fazla zararlı akar hd'i kontrol parselinde belirlenmiştir ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunmuştur (P<0.05, df:3, F:0,70). 01.10.2020 tarihinde yapılan sayım değerlerine göre kontrol parsellerindeki yaprak başına düşen hd 10.31 olarak sayılmıştır. İstatistiksel olarak aynı grupta yer alan 25, 50 ve 100 NC/ağaç parsellerinde en düşük zararlı akar hd'i 100 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde 1.69 olarak bulunmuştur. Bunu 50 ve 25 NC/ağaç parselleri sırasıyla 1.96 hd ve 2.58 hd sayısı olarak takip etmiştir (Tablo 2). *N. californicus* salımı yapılan parsellerdeki zararlı yoğunluğu genel olarak azalma eğilimi gösterirken, kontrol parselinde artış eğiliminde olmuştur.

Aynı yıl içerisinde Isparta ili Şarkikaraağaç ilçesine bağlı Alıcıklar mahallesinde aktif bir üretici bahçesine farklı bir

deneme kurulmuştur. Alıcıklar mahallesinde kurulan deneme bahçesinde *N. californicus* salımı 10.08.2020 tarihinde belirlenen sayılara göre yapılmıştır. Uygulama öncesi sayımı yapıldıktan sonra 08.08.2020 tarihinde, denemenin kurulduğu Alıcıklar mahallesinde meydana gelen yoğun yağmur yağışından dolayı avcı uygulamasını 2 gün geciktirmek mecburiyetinde kalınmıştır. Uygulama yapılan parseller ve kontrol parsellerindeki, uygulama öncesi sayım değerlerinin 3. günde yapılan sayımlarda azalmış olarak belirlenmesinde bölgedeki yağışın etkili olduğu düşünülmektedir (Tablo 3).

Alıcıklar mahallesinde yapılan çalışmada zararlı akar yumurta sayısı ve zaman arasında interaksiyon belirlenmiştir (P<0.05, df:30, F:3.44). Kontrol parsellerine bakıldığında zararlı yumurtalarının zamana göre aralarında bir ilişki olduğu saptanmıştır. Kontrol parsellerindeki yumurta sayısı 3.gün sayımından sonra zamana göre sürekli artış göstermiş, bu artıştan kaynaklanan fark istatistikî açıdan anlamlı bulunmuştur (P<0.05, df:10, F:22.81). 50 NC/ağaç salımı yapılan parsellere bakıldığında uygulama yapıldıktan sonra zararlı yumurta sayısının azalış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Deneme kurulan bahçenin bir diğer karakteri olan 100 NC/ağaç uygulanan parsellere bakıldığında uygulama öncesi sayımlara göre 7. gün sayımlarından itibaren

Tablo 3. Alıcıklar mahallesinde kurulan denemede zamana bağlı olarak uygulamalara göre ortalama kırmızı örümcek yumurta sayısı (ortalama yumurta/yaprak)*

Tarih/Uyg***	06,08 Uyg. Öncesi Sayım	10.08	13.08 3.gün	17.08 7.gün	24.08 14.gün	31.08 21.gün	07.09 28.gün	14.09 35.gün	21.09 42.gün	28.09 49.gün	05.10 56.gün	12.10 63.gün	
Kontrol	3,2± 1,05 Ab*	Avcı Salım Tarihi	1,24± 0,38 Ba	2,18± 0,29 ABa	1,42± 0,19 Ba	1,6± 0,20 ABa	2± 0,15 ABa	1,6± 0,07 ABa	1,91± 0,17 ABa	2,31± 0,11 ABa	2,67± 0,11 ABa	3,11± 0,12 ABa	
25 avcı	5,82± 1,05 Aa		1,6± 0,38 Ba	1,47± 0,29 Ba	1,33± 0,19 Ba	1,11± 0,21 Ba	1,11± 0,15 Ba	1,16± 0,74 Ba	1,11± 0,17 Ba	1,02± 0,11 Bab	0,89± 0,11 Bb	0,89± 0,11 Bb	0,67± 0,12 Bb
50 avcı	3,33± 1,05 Ab		1,69± 0,38 ABa	1,47± 0,29 Ba	1,38± 0,19 Ba	1,2± 0,21 Ba	1,29± 0,15 Ba	1,07± 0,07 Ba	0,89± 0,17 Ba	0,8± 0,11 Bb	0,62± 0,11 Bb	0,62± 0,11 Bb	0,36± 0,12 Bb
100 avcı	3,67± 1,05 Ab		2,31± 0,38 ABa	1,73± 0,29 BCa	1,42± 0,19 BCa	1,2± 0,21 BCa	1,24± 0,15 BCa	1,02± 0,07 BCa	0,76± 0,17 BCa	0,71± 0,11 BCb	0,58± 0,11 Cb	0,58± 0,11 Cb	0,31± 0,12 Cb

*Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda TUKEY testine göre (P<0.05) uygulamalar arası farklılığı göstermektedir,**uyg: uygulama.

Tablo 4. Alcıklar mahallesinde kurulan denemede zamana bağlı olarak uygulamalara göre ortalama kırmızı örümcek hd sayısı (ortalama hd/yaprak)**

Tarih/Uyg***	06.08		13.08 3.gün	17.08 7.gün	24.08 14.gün	31.08 21.gün	07.09 28.gün	14.09 35.gün	21.09 42.gün	28.09 49.gün	05.10 56.gün	12.10 63.gün
	Uyg. Öncesi	Sayım										
Kontrol	3,69±		4,27±	3,11±	2,98±	3,36±	4,04±	3,44±	3,47±	3,78±	4,31±	4,53±
	1,05		0,38	0,29	0,19	0,21	0,15	0,07	0,17	0,11	0,11	0,12
25 avcı	Aab*		Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
	4,73±		4,18±	2,93±	2,67±	2,67±	2,44±	2,27±	2,00±	1,60±	1,33±	1,02±
50 avcı	1,05		0,38	0,29	0,19	0,21	0,15	0,07	0,17	0,11	0,11	0,12
	Aa		ABa	ABCa	ABCa	ABCa	BCa	BCa	BCa	Cb	Cb	Cb
100 avcı	4±		3,38±	2,58±	2,36±	2,49±	2,49±	1,69±	1,38±	0,98±	0,76±	0,49±
	1,05		0,38	0,29	0,19	0,21	0,15	0,07	0,17	0,11	0,11	0,12
	Aab		ABa	ABCa	ABCa	ABCa	ABCa	BCa	BCa	Cb	Cb	Cb
	2,27±		4,53±	2,71±	2,89±	2,31±	2,40±	2,09±	1,64±	1,24±	0,80±	0,49±
	1,05		0,38	0,29	0,19	0,21	0,15	0,07	0,17	0,11	0,11	0,12
	ABCb		Aa	ABCa	ABa	ABCa	ABCa	BCa	BCa	BCb	BCb	Cb

* Büyük harfler her bir uygulamada zamanlar arası farklılığı, küçük harfler ise her bir zamanda TUKEY testine göre ($P<0.05$) uygulamalar arası farklılığı göstermektedir, **uyg: uygulama

yumurta sayıları zamana bağlı olarak azalma göstermiştir ve aradaki farklar istatistikî olarak önemli olmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:22.81$). Avcı uygulaması yapılan tüm parseller incelendiğinde zararlı yumurta sayısında önemli oranda bir artış görülmemiş, büyük ölçüde azalmalar bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:22.81$). Alcıklar mahallesinde kurulan bu denemede uygulamalar karşılaştırıldığında yumurta sayıları incelendiğinde uygulamalarda yumurta sayıları azalma eğiliminde iken, kontrol parselinde artış eğiliminde olmuştur. En son sayım (63. gün) sonucuna göre kontrol, 25, 50 ve 100 NC/ağaç salınan parsellerdeki yumurta sayısı sırasıyla 3.11, 0.67, 0.36 ve 0.31 yumurta/yaprak olmuştur. Kontrolle uygulamalar arasındaki fark istatistikî olarak önemliken ($P<0.05$, $df:3$, $F:5.03$), uygulamalar arasında bir fark bulunamamıştır ($P>0.05$, $df:3$, $F:5.03$) (Tablo 3). Uygulama yapılan parsellerde zararlı yumurta sayısı azalış eğiliminde iken, herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol parselinde zararlı yumurta sayısı artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Alcıklar mahallesinde kurulan deneme de yapılan sayımlardan elde edilen verilere göre zararlı hareketli dönem larva, nimf+ergin (hd) sayıları zamana ve uygulamalara göre değişmiştir. Kontrol parsellerinde ortalama hd sayısı ilk sayımda 3.69 hd/yaprak iken, 12.10.2020 tarihinde yapılan son sayımda 4.53 hd/yaprak olarak bulunmuştur (Tablo 4). Kontrol parselinde tespit edilen bu fark istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:10.89$). 25 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde uygulama öncesi yapılan sayımda hd sayısı 4.73, yapılan son sayımda ise 1.02 olarak bulunmuştur. Uygulama yapıldıktan sonra 63. gün sayımına kadar geçen sürede zararlı hd sayısı azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. 50 NC/ağaç uygulaması yapılan parseller incelendiğinde uygulama öncesi yapılan sayımda 4 hd/yaprak olan değer yapılan son sayımda 0.49 olarak bulunmuştur. Uygulama yapılan bu parselde zamana bağlı olarak görülen bu farklılık istatistikî olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:10.89$). 100 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerdeki sayım değerlerine

baktığımızda, uygulama öncesinde yapılan sayım değeri 2.27 hd/yaprak olarak bulunmuştur. Yapılan son sayımda bu sayı 0.49 hd/yaprak olarak belirlenmiştir. Zamana bağlı olarak tespit edilen önemli değişiklik istatistikî olarak da anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$, $df:10$, $F:10.89$). 100 NC/ağaç uygulaması yapılan parsellerde zararlı hd sayısı zamanla azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$, $df:10$, $F:10.89$).

Uygulamalar karşılaştırıldığında kontroldeki zararlı hd'si zamana göre artış eğilimi gösterirken uygulama yapılan parsellerdeki zararlı hd'si azalma eğilimi göstermiştir. En son (63. gün) sayım sonuçlarına göre kontrol, 25, 50 ve 100 NC/ağaç salınan parsellerde sırasıyla yaprak başına ortalama 4.53, 1.02, 0.49 ve 0.49 hd/yaprak bulunmuştur. Son sayıma göre kontrolle uygulamalar arasında istatistikî olarak önemli farklılık varken ($P<0.05$, $df:3$, $F:8.65$), uygulamalar arası önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$, $df:3$, $F:8.65$).

4. Tartışma

Ülkemizde ve Isparta ilinde geniş üretim alanlarında yetiştirilen elma meyvesi üreticiliği yapan çiftçilerin ve işletme sahiplerinin önemli gelir kaynaklarından bir tanesidir. Elma yetiştiricileri üretim sezonu boyunca ürün kalitesini korumak ve istenilen pazar değerini yakalamak adına birçok kimyasal uygulamaya başvurmaktadır. Boyraz ve ark. (2005), Isparta ilinde üreticilik yapan çiftçilerin mücadelede tercihini kimyasal mücadeleden yana kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu kimyasal uygulamaların büyük bir bölümünü hastalık ve zararlılar ile mücadelede kullanılan pestisitler oluşturmaktadır. Hedef alınan zararlılar kadar hedef dışı organizmaları da etkileyen bu kimyasalların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması zor görünmektedir.

Yapılan önceki çalışmalara bakıldığında, *N. californicus* 'un kırmızı örümcekler ile mücadelede elma üretim alanları ve diğer üretim alanlarında başarılı bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Jovicich ve ark. (2009), biber fidelerinde

faklı zaman ve oranlarda *N. californicus* salımı yapmışlardır. Seralarda yetiştirilen biber fideleri üzerine salınan *N. californicus*'un fideler taşınmadan önceki zararı büyük ölçüde önlediğini ve fideler taşındıktan sonra üretim alanındaki varlığını devam ettirip avcı salımı yapılmayan biber fidelerine göre % 50 oranında koruma sağladığını belirtmişlerdir. İbrahim ve ark. (2005), narenciye ağaçlarında önemli kayıplara neden olan *Eutetranychus orientalis*' i kontrol etmek için ağaç başına 40, 50 ve 70 olmak üzere 3 farklı oranda *N. californicus* salımı yapmışlardır. Avcı salımı yapıldıktan sonra zararlı popülasyonunun kademeli olarak azaldığını saptamışlardır. Avcı salımından 4 ay sonra zararlı popülasyondaki azalma yüzdesini sırasıyla %57.84, 73.76, 88.25 olarak tespit etmişlerdir. 2010 yılında İbrahim ve ark. (2010), Mısır daki genç elma ağaçlarında 3 farklı seviyede yapılan salımda *N. californicus*'un *T. urticae* ve *P. ulmi* zararlılarını kontrol altına alma etkinliğini saptanmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda salım yapılan avcı sayısı arttıkça etkinliğinde aynı oranda arttığı saptanmıştır ve salım yapılırken popülasyon içi rekabeti önlemek adına avcı salımının düşük seviyeden başlanması ve kademeli olarak yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Raworth ve ark. (1994), güney Fransa'daki elma bahçelerinde yaptıkları çalışmalarda *N. californicus*'un ilkbaharın ilk aylarından kasım ayı başına kadar farklı alanlarda av aramaya devam ettiğini tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılara göre *N. californicus* nisan ayında en yoğun popülasyonunu *Hordeum murinum* (Poales: Commelinids) (Pisipisi otu) bitkisinde tespit etmişlerdir, bu bitkinin Nisan ve mayıs aylarında biyolojik mücadele programlarında faydalı olacak şekilde polen üretmesi bu sonuçların çıkmasında en büyük etken olarak görülmüştür.

5. Sonuç

Bu çalışmada elde edilen tüm veriler incelendiğinde kontrol parelerindeki ortalama zararı hareketli dönem ve zararlı yumurta sayılarının artış eğiliminde olduğu görülmüştür, uygulama yapılan parsellerde ise zararlı popülasyonu farklı zamanlarda baskı altına alınmış ve bütün uygulamalarda yumurta+hareketli dönem toplam sayısı ekonomik zarar eşiği altında kalmıştır. Her iki elma bahçesinde de uygulama parsellerinde akarların yumurta, larva, nimf ve ergin toplam sayıları deneme süresince ekonomik zarar eşiğine ulaşmamıştır. Kontrol parsellerinde ise Çavundur köyünde deneme süresince da yumurta, larva, nimf ve ergin toplam sayıları ekonomik zara eşiği (8-10 birey) üzerinde olurken, Alcıklar mahallesinde ekonomik zarar eşiğine yakın olarak devam etmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre elma bahçelerinde kırmızı örümceklerle mücadelede de avcı akar *N. californicus*'un başarılı bir şekilde kullanılabileceği görülmektedir. *N. californicus* bodur ve yarı bodur elma ağaçlarında bütün salım oranlarında başarılı bulunmuştur. Ancak çalışmanın yapıldığı elma bahçelerinde *T. urticae* popülasyonu baskın olarak bulunmaktaydı. Bu nedenle

benzer bir çalışmanın *P. ulmi*'nin yoğun olduğu bahçede de yenilenmesinde yarar vardır.

Kaynaklar

- Anonim. (2017). Elma, Armut Ayva Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayınları, 213s, Ankara.
- Anonim (2019a). <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Son erişim tarihi: 05.03.2021).
- Anonim (2019b). <https://veri.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2019-30685> (Son erişim tarihi: 25.06.2021).
- Boyraz N, Kaymak S, Yiğit F (2005). Eğirdir ilçesi elma üreticilerinin kimyasal savaşım uygulamalarının genel değerlendirilmesi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 19 (36): 37-51.
- Castagnoli M, Liguori M (1994). Utilizzazione del polline per l'allevamento massale di *Amblyseius californicus* (McGregor) e *Typhlodromus exhilaratus Ragusa* (Acari: Phytoseiidae), in: G. Viggiani G (eds.), Convegno 'Lotta biologica'. Sper. Pat. Veg. Roma, pp. 139-144.
- Çakmak I, Çobanoğlu S (2006). *Amblyseius californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), a new record for the Turkish fauna. Turkish Journal of Zoology, 30 (1): 55-58.
- Demircan V, Yılmaz H (2005). The analysis of pesticide use in apple production in Isparta province in terms of economy and environmental sensitivity perspective. Ekoloji, 14:15-25.
- İbrahim GA, El-Ghobashy MS, El-Sayed KM Shoeib AA (2005). Biological control of citrus brown mite *Eutetranychus orientalis* using predatory mite, *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Tetranychidae & Phytoseiidae) on citrus trees. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83 (1): 131.
- İbrahim GA, Metwally AM, El-Halawany ASH, El-Sayed KM (2010). Evaluating the efficiency of different levels of *Neoseiulus californicus* (McGregor) released for controlling the spider mite *Tetranychus urticae* Koch and European red mite *Panonychus ulmi* Koch on young apple trees. Egyptian Journal of Agricultural Research, 88 (2): 451-463.
- Jovicich E, Cantliffe DJ, Osborne LS, Stoffella PJ, Simonne EH, Mason PG, David R (2009). Release of *Neoseiulus californicus* on pepper transplants to protect greenhouse-grown crops from early broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) infestations. Proceedings of the third International Symposium

on Biological Control of Arthropods: Christchurch, New Zealand, February 8-13, pp. 347-353.

- Karamürsel D, Öztürk FP, Öztürk G, Kaymak S, Eren İ, Akgül H (2004). Eğirdir yöresi elma yetiştiriciliğinin durumu ve sorunlarının belirlenmesi ile ekonomik yönden değerlendirilmesi. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül, pp. 225-231, Tokat.
- Raworth DA, Fauvel G, Auger P (1994). Location, reproduction and movement of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) during the autumn, winter and spring in orchards in the south of France. *Experimental and Applied Acarology*, 18 (10): 593-602.
- Sökeli E, Ay R, Karaca İ (2007). Determination of the resistance level of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) populations in apple orchards in Isparta province against some pesticides. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (4): 326-330.
- Van Leeuwen T, Stillatus V, Tirry L (2004). Genetic analysis and cross-resistance spectrum of a laboratory-selected chlorfenapyr resistant strain of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 32 (4): 249-261.
- Yaman Y, Yorulmaz Salman S, Ay R (2016). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch'nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık ve detoksifikasyon enzim düzeyleri. *Journal of Agricultural Sciences*, 22 (2): 249-260.
- Yorulmaz S, Ay R (2011). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan avcı akar *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) popülasyonlarının spiromesifen'e karşı duyarlılık düzeylerinin ve sinerjistlerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran, pp. 129, Kahramanmaraş.

Türkiye, Bulgaristan, İran ve Hindistan Orijinli Gül Yağlarında Uçucu Yağ Bileşenlerinin Uluslararası Standarda Uygunluklarının Karşılaştırılması

Hasan BAYDAR¹, Sabri ERBAŞ*¹

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 16, Sayı 2,
Sayfa 280-286, 2021

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 16, Issue 2,
Page 280-286, 2021

Özet: Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) çiçekleri kendine has floral kokusu ile kozmetik, gıda, parfüm ve ilaç endüstrileri için en kıymetli aromatik üründür. Yağ gülünün dünyada Bulgaristan, Türkiye, Hindistan ve İran başta olmak üzere birçok ülkede kültürü yapılmaktadır. Bu araştırmada, 2017 yılında Türkiye (Isparta), Bulgaristan (Kazanlık) ve İran (Darb)'dan temin edilen ve o ülkenin kendi geleneksel gül yağı üretim süreçlerine göre elde edilmiş gül yağı örneklerinde gaz kromatografisi alev iyonlaşma dedektörü (GC-FID) ile uçucu yağ bileşenleri tespit edilerek uluslararası gül yağı standardı (ISO 9842:2003) temel alarak karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Türk ve Bulgar gül yağları yüksek oranda sitronellol (sırasıyla %34.05 ve %31.06), geraniol (sırasıyla %16.55 ve %21.11) ve nerol (sırasıyla %7.68 ve %10.68), İran gül yağı ise yüksek oranda nonadesan (%23.56), nonadesen (%10.26) ve heneikosan (%8.82) içerdiği tespit edilmiştir. Türk, Bulgar ve İran gül yağlarında toplam monoterpen alkoller (oleoptenler) sırasıyla %58.28, %62.85 ve %13.39 olarak, toplam alifatik hidrokarbonlar (stearoptenler) sırasıyla %17.03, %20.55 ve %44.14 olarak belirlenmiştir. Hazır kimyasal analiz sonuçları referans alınan Hindistan (Keşmir) gül yağının ise içerik olarak daha çok Bulgar ve Türk gül yağlarına benzediği gözlenmiştir. Sonuç olarak uluslararası gül yağı standardına Türk ve Bulgar gül yağları uygunluk gösterirken, İran gül yağı standartların dışında kalmış, Hint gül yağının ise kısmen uygunluk gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağ gülü, *Rosa damascena*, gül yağı bileşenleri, ISO 9842:2003

Comparison of Essential Oil Compounds of Turkish, Bulgarian, Iranian and Indian Rose Oils Based on International Quality Parameters

Abstract: The flower of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) with its characteristic floral scent is the most important source for cosmetic, food, perfume and pharmaceutical industries. Oil-bearing rose is cultured in many countries of the World, especially in Turkey, Bulgaria, Iran and India. In this research, it was aimed to compare the essential oil compounds detected by GC-FID of Turkish (Isparta), Bulgarian (Kazanlak), Iranian (Darab) and Indian (Kashmiri) rose oil samples, which were produced according to distillation methods of their own countries, based on international quality parameters (ISO 9842:2003). According to the results of analysis, while Turkish and Bulgarian rose oils were high in citronellol (34.05% and 31.06%, respectively), geraniol (16.55% and %21.11, respectively), and nerol (7.68% and 10.68%, respectively), Iranian rose oil were rich in nonadecane (23.56%), nonadecene (10.26%), and heneicosane (8.82%) at high ratios. The total monoterpene alcohols (oleoptens) were determined as 58.28%, 62.85% and 13.39%, respectively, and total aliphatic hydrocarbons (stearoptens) were determined as 17.03%, 20.55%, and 44.14%, respectively in Turkish, Bulgarian and Iranian rose oils. As a result, it was determined that Turkish and Bulgarian rose oils conformed to the international rose oil standard, while Iranian rose oil remained outside the standards and Indian rose oil partially complied.

Keywords: Oil-bearing rose, *Rosa damascena*, rose oil compounds, ISO 9842:2003

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
sabrierbas@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 10/11/2021
Kabul (Accepted): 16/12/2021

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
Isparta, Türkiye.

1. Giriş

Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.), kendine has çiçeksi kokusu ile kozmetik, gıda, parfüm ve ilaç endüstrileri için en değerli kokulu gül türüdür (Guenther, 1952; Lawrence, 1991). Yağ gülünün dünyada Bulgaristan, Türkiye, İran, Hindistan ve Fas başta olmak üzere birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde Isparta, Burdur, Afyonkarahisar ve Denizli illerinin bulunduğu Göller yöresi yağ gülü tarımının ve endüstrisinin en yoğun yapıldığı bölgedir (Baydar ve Kazaz, 2013). On dokuzuncu yüzyılın son çeyreğinden bugüne kadar yağ gülü (Isparta gülü olarak adlandırılır) tarımı yapılan Göller yöresinde 2020 yılında yaklaşık 4.1 bin hektar alanda 18.2 bin tondan fazla gül çiçeği üretimi yapılmıştır (Anonim, 2021). Göller yöresinde rakıma (800-1500 m) bağlı olarak, çiçeklenme Mayıs ayının ilk haftasında başlar ve yaklaşık iki ay devam eder. Çiçeklenme sezonu boyunca 20'den fazla bulunan distilasyon ve ekstraksiyon tesislerinde taze çiçeklerden gül yağı, gül suyu, gül koncreti (katı gül yağı) ve gül absolütü üretilmektedir (Baydar, 2016).

Sabahın çok erken saatlerinde toplanan taze gül çiçeklerinden suyla distile edilerek "gül yağı" ve yan ürün olarak "gül suyu" üretilmektedir (Anaç, 1984; Başer, 1992; Bayrak ve Akgül, 1994). Yine taze çiçekler gölgede bir süre bekletilerek dinlendirilir ve sonrasında *n*-hekzan ekstraksiyonu ile "gül koncreti", koncretin de etanol ile tüketilmesiyle "gül absolütü" elde edilmektedir (Aydınlı ve Tutaş, 2003; Kürkçüoğlu ve Başer, 2003; Aycı ve ark., 2005; Erbaş ve Baydar, 2016). Genel olarak, üç ton taze gül çiçeğinin distile edilmesi ile 1 kg gül yağı (ortalama uçucu yağ oranı %0.03), 300 kg çiçeğin *n*-hekzan ekstraksiyonu ile 1 kg gül koncreti (ortalama koncret oranı %0.30) ve 1 kg koncretten de etanol ekstraksiyonu ile 0.5-0.6 kg gül absolütü (ortalama absolüt oranı %55) elde edilmektedir (Baydar, 2016).

Türkiye ile birlikte dünyanın en önemli yağ gülü ve gül ürünleri üreticisi olan Bulgaristan'da 17. yüzyılın ortasından günümüze kadar Osmanlı Devleti'nin girişimleriyle başlatılmış köklü bir gülcülük geleneği vardır (Kovacheva ve ark., 2010). Ülkenin "Gül vadisi" olarak adlandırılan ve Karlova ile Kazanlık arasında yer alan (ortalama 350 rakımlı) orta bölgeleri (Plovdiv, Stara Zagora ve Sliven) yağ gülü tarımı için son derece uygun ekolojik koşullara sahiptir. Bu bölgede yetişen yağ güllerinden (Kazanlık gülü olarak) su distilasyonu yöntemi ile %0.009-0.062 arasında (ortalama %0.035) uçucu yağ oranı elde edilmektedir (Georgiev ve Stoyanova, 2006). Ülke genelinde 4 bin ha kadar alanda yağ gülü üretimi yapılmakta ve yıllara göre değişmekle birlikte ortalama 1.5 ton gül yağı elde edilmektedir (Atanasova ve ark., 2016). Gül yağı üretiminden başka gül koncreti, gül absolütü ve gül suyu da üreten Bulgaristan, Türkiye ile birlikte dünyanın en önemli gül ürünleri ihracatçısı konumundadır.

Türkiye ve Bulgaristan geleneksel olarak imbik ile gül yağı ve gül suyu üretiminin yerine tamamen buharlı damıtma kazanlarından oluşan fabrika tipi distilasyon yöntemini kullanmaktadır. Taze toplanmış 500 kg taze gül çiçeği 3 tonluk damıtma kazanlarına konur ve üzerine 1.5 ton su ilave edilerek buhar kazanında üretilen sıcak su buharı ile yaklaşık 1.5 saat kaynatılır. Kaynamayla birlikte çiçeklerinden ayrılan gül yağları, kondensere doğru sürüklenerek yoğunlaştırılır. Florentin kabının cam fanusunda biriken gül yağı "birinci yağ" veya "çiçek yağı" adıyla alınır. Florentin kabında birinci yağın altında kalan yağ altı suyu kohobasyon [veronika sistemi] kazanında tekrar damıtılarak "ikinci yağ", "su yağı" veya "veronik yağı" olarak alınır. Elde edilen bütün yağlar harmanlanarak "ticari gül yağı" elde edilir (Başer, 1992; Baydar, 2016).

Türkiye ve Bulgaristan'dan daha eski yağ gülü kültürüne sahip olan İran'da 17. yüzyılın başından itibaren Fars tipi imbiklerde gül yağı ve gül suyu üretimi yapılmaktadır (Baydar ve ark., 2013). Ülke genelinde 7 bin ha alanda yağ gülü (Muhammedi gülü) üretimi yapılmakta, başta Kaşhan ve Ghamsar yöreleri olmak üzere Kerman, Şiraz, İsfahan ve Tebriz kentlerinde faaliyet gösteren binlerce gülhane (*Marasem-e-Golabgiri*)'de geleneksel yöntemlerle her yıl Mayıs ve Haziran aylarında yaklaşık 15 bin ton gül suyu üretilmektedir (Baydar ve ark., 2013). 120-150 litre kapasiteli bir imbikte yaklaşık 20-30 kg taze gül çiçeği 70-80 kg su ile beraber 4 saat damıtılması sonucunda yaklaşık 35-40 litre birinci kalite gül suyu elde edilmektedir. Şapka başlı Pers tipi imbikler odun ateşi ile kaynatılmaktadır. Kaynayan suyun buharı ile sürüklenen uçucu yağlar birbirlerine paralel olarak uzanan iki borudan geçerek soğuk su hatılının içine yerleştirilmiş cam damacanada birikmektedir. Damacanada biriken gül suyu, üzerinde biriken gül yağı ile birlikte konsantre halde bütün dünyaya pazarlanmaktadır. Ancak bazı işletmelerde gül suyunun üzerinde biriken gül yağları ayırarak "İran gül yağı" olarak satılmaktadır. Son yıllarda İran'da endüstriyel tipi distilasyon yöntemleriyle gül yağ ve gül suyu üretimi yapılmaya başladı ise de, bu ülke gül yağı ihracatında henüz Türkiye ve Bulgaristan için dikkate değer bir rakip değildir.

Dünyada geleneksel olarak gül yağı ve gül suyu üretimi yapılan diğer önemli bir ülke de Hindistan'dır. Hindistan'da Rajasthan eyaletinin Himachal Pradesh, Kashmir ve Pushkar yörelerinde, Uttar eyaletinde Hasayan, Ettah, Kanuj, Ghazipur ve Lucknow yörelerinde ve Punjab eyaletinde Pradesh ve Bihar yörelerinde yağ gülü kültürü yapılmaktadır. Hindistan'da 16 yüzyılda Babür kralı Cihangir'in eşi Nurcihan'ın gül serpilmiş havuzda gül yağını keşfetmesiyle birlikte ülkede gül tarımı giderek büyük önem kazanmıştır. Günümüzde net olarak üretim alanı bilinmemekle birlikte ağırlıklı olarak Batı Himalaya bölgesinde yer alan 2.5-3 bin ha alanda üretim yapıldığı ve yılda 200 kg kadar gül yağı ve en fazla da gül suyu üretildiği

tahmin edilmektedir (Shawl ve Adams, 2009). Hindistan'da üretilen gül yağı ve gül suyu ancak kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde olduğundan ihracat yapılmamaktadır.

Yağ gülünün kendine has kokusunu veren uçucu yağlar çiçeğin başlıca pembe renkli petal yapraklarında depolanırlar ve salgılanırlar (Baydar ve ark., 2013). Yağ gülü kokusunu oluşturan terpenik yapıdaki koku molekülleri monoterpenler, seskiterpenler, aromatik alkoller, oksitler, eterler, esterler ve aldehitlerden oluşurlar (Dudareva ve Pichersky, 2000). Bu zamana kadar yapılan araştırmalarda, gül türlerinde ve çeşitlerinde 400'ün üzerinde floral koku molekülü tespit edildiği rapor edilmiştir (Omata ve ark., 1991). Türk ve Bulgar gül yağlarında yapılan GC-FID ve GC-MS analizlerine göre gül yağının en önemli koku bileşenleri monoterpenik alkoller (sitronellol, geraniol ve nerol) ile alkenler, parafinler ve stearoptenler (nonadesan, nonadesen, eikosan, heneikosan ve trikosan)'dir (Garnero ve Buil, 1976; Anaç, 1984; Kovats, 1987; Başer, 1992; Bayrak ve Akgül, 1994; Erbaş ve Baydar, 2016). Yağ gülü çiçeklerinin hem uçucu yağ içeriği hem de bileşenleri üzerine genetik (genotip) ve çevre (ekoloji) yanında, çiçek gelişme devresi, çiçek hasat zamanı ve dönemi, çiçek toplandıktan sonra damıtmaya kadar geçen süre, distilasyon süresi ve yöntemi gibi daha pek çok faktör önemli etkilere bulunmaktadır (Baydar, 2016).

Gül yağı, dünyada en değerli ve en pahalı uçucu yağlardan birisi olduğundan, "tağşiş" (katıştırma) yoluyla içine gül kokusuna benzer olup daha ucuz ve fazla elde edilebilen sardunya, karanfil, geranium, palmarosa, sitronella gibi diğer uçucu yağlar katılmaktadır (Vankar, 2003). Doğal uçucu yağlardan başka, feniletıl alkol, sitronellol, geraniol ve nerol gibi sentetik esanslar ve bitkisel sabit yağlar, monopropilen glikol (MPG), dipropilen glikol (DPG), tyranton (diaseton alkol), dietil fitalat (DEP) gibi seyrelticiler gülyacağı ve gül suyuna karıştırılmaları muhtemel tağşiş unsurlarıdır (Özkostak ve Baydar, 2015). Demiray ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, Antalya'da esans yağlarının satıldığı marketlerden temin edilen 11 gül yağı numunesinde %90.9 oranında tağşişe rastlandığı tespit edilmiştir.

Gül yağının saflığı ve kalitesi fiziksel, organoleptik, kimyasal, kromatografik ve spektroskopik analizlerle belirlenebilmektedir. Bilhassa gül yağı saflığı ve kalitesini ortaya koyan yoğunluk, kırılma indeksi, optik rotasyon, erime ve donma dereceleri gibi fiziksel özellikler ile GC/MS ile kolaylıkla belirlenebilen koku molekülleri (kompozisyonu ve miktarları) gibi kimyasal özellikler belirlenebilmektedir. Elde edilen fiziksel ve kimyasal değerler yardımıyla herhangi bir gül yağı numunesinin standartlara uyup uymadığı kontrol edilebilmektedir. Dünyada gül yağı standartları ISO 9842:2003, Türkiye'de TS 1040:1971 ve Bulgaristan'da BDS ISO 9842:2004 esas

alınarak belirlenmektedir. Bu araştırmada, 2017 yılında Türkiye (Isparta), Bulgaristan (Kazanlık) ve İran (Darab)'dan temin edilen gül yağı örneklerinde GC-FID ile uçucu yağ bileşenleri tespit edilerek uluslararası gül yağı standardı (ISO 9842:2003) temel alarak karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu araştırmada materyal olarak 2017 yılı ürünü olan Türkiye (Isparta), Bulgaristan (Kazanlık) ve İran (Darab)'dan temin edilen ve bu ülkelerin kendi gül yağı distilasyon işlemlerine göre elde edilmiş olan ve ticari olarak satılan gül yağları kullanılmıştır. Gül yağı örnekleri, Isparta'da faaliyet gösteren Sebat Gülyacağı Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Gül yağı numuneleri 1/10 (v/v) oranında aseton ile seyreltildikten sonra 1 µL örnek GC-FID (gaz kromatografisi alev iyonlaşma dedektörü) cihazına (TRACE GC Ultra, Thermo Fisher Scientific, USA) yüklenmiştir. Kapiler kolon olarak TR-Wax MS (60 mm x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılmıştır. Fırın sıcaklık programı dakikada 6 °C artarak 80 °C'den 240 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekleme şeklinde yapılmıştır. Cihazın enjektör ve detektör sıcaklıkları 250 °C olarak, split oranı 1/10 olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (50 mL/dakika ve kolon akış hızı 3 mL/dakika), FID gazları olarak hava (350 mL/dakika) ve hidrojen gazı (35 mL/dakika) kullanılmıştır. Hindistan orijinli gül yağı temin edilemediği için Shawl ve Adams (2009) tarafından belirlenen Keşmir gül yağının GC-FID analiz sonuçları referans olarak kullanılmıştır. GC-FID ile tespit edilen uçucu yağ bileşenleri arasından uluslararası gül yağı standardı (ISO 9842:2003)'nda belirtilen kalite parametreleri esas alınarak her bir gül yağının standartlara uygunluğu belirlenmiştir: sitronellol (%20-34), nerol (%5-12), geraniol (%15-22), feniletıl alkol (maksimum %3.5), heptadesan (%1-2.5), nonadesan (%8-15) ve heneikosan (%3.0-5.5), alifatik hidrokarbonlar (stearoptenler: C17+C19+C21) (%12-23) ve monoterpen alkoller (oleoptenler: %40-78). Ayrıca Başer (1992) tarafında gül yağlarında koku kalitesini tahmin etmeye dönük olarak açıklanan Sitronellol (S) /Geraniol (G) oranları (1.25-1.30) dikkate alınmıştır (Tablo 1).

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 1'de Türk, Bulgar, İran ve Hint gül yağlarının temel bileşenleri ve ISO 9842:2003 kalite standartları sunulmuştur. Türk ve Bulgar gül yağlarının oksijenli monoterpenlerden sitronellol (sırasıyla %34.05 ve %31.06), geraniol (sırasıyla %16.55 ve %21.11) ve nerol (sırasıyla %7.68 ve %10.68) bakımından, İran gül yağının ise alifatik hidrokarbonlardan nonadesan (%23.56), nonadesen (%10.26) ve heneikosan (%8.82) bakımından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Türk, Bulgar ve İran gül yağlarında toplam monoterpen alkoller sırasıyla %58.28, %62.85 ve %13.39 olarak, toplam alifatik hidrokarbonlar sırasıyla %17.03, %20.55 ve %44.14 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Türk ve Bulgar gül yağlarının uçucu yağ bileşenlerine ilişkin elde edilen oranlar daha önce Anaç (1984), Başer (1992) ve Bayrak ve Akgül (1994) tarafından elde edilen değerler ile uyum göstermiştir. Gül yağında yüksek kalite için monoterpen alkollerin (uçuculuğu fazla olan ve hafif olan oleoptenler) yüksek, alifatik hidrokarbonların (oleoptenlere göre daha az uçucu ve ağır olan stearoptenler) ise düşük oranlarda bulunması istenmektedir (Başer, 1992). Yüksek oranda geraniol içeren gül yağları sitronellol, nerol ve farnesol bileşenlerinin ideal kombinasyonu ile güçlü, tatlı, taze ve floral bir karakter kazanmaktadır (Chinou, 2013).

İran'da gül yağı geleneksel olarak Fars tipi imbiklerde kohobasyon işlemi yapılmadan tek seferde elde edilen konsantre gül sularının üzerinde biriken gül yağları toplanarak üretilmektedir. Bu nedenle, İran gül yağı örneğinin sitronellol, geraniol ve nerol gibi oleoptenler bakımından zayıf, nonadesan, nonadesen ve heneikosan gibi stearoptenler bakımından ise zengin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Türk gül yağlarının damıtma sürecinde birinci aşama (sadece çiçekten gelen birinci yağ) ve ikinci aşama (yağlı sudan kohobasyonla elde edilen ikinci yağ) elde edilen gül yağlarının bileşenleri ile karşılaştırıldığında, birinci yağlar stearoptenler bakımından, ikinci yağlar ise oleoptenler bakımından daha zengindir (Başer ve ark., 1990; Baydar ve Göktürk Baydar, 2001). Bu yönüyle İran gül yağları Türk gül yağlarının birinci yağına (çiçek yağına) daha çok benzemektedir. Shawl ve Adams (2009) tarafından belirlenen Keşmir gül yağının GC-FID analiz sonuçları ise içerik olarak İran gül yağına değil, daha çok Bulgar ve Türk gül yağlarına benzediği gözlenmiştir (Tablo 1).

ISO standardına göre en fazla %3.5 olması gereken feniletil alkol oranı Türk gül yağında %1.39, Bulgar gül yağında %0.98 ve İran gül yağında %0.05 olarak tespit edilmiştir. Bir tür benzenoid olan feniletil alkol gerçekte taze gül çiçeğinin temel koku molekülüdür. Diğer taraftan feniletil alkolün (PEA) ana kaynağı olan 2-feniletil β -D-glukopiranosit damıtma boyunca kolaylıkla hidrolize olarak damıtma suyuna veya gül suyuna geçmektedir (Eikani ve ark., 2005). HS-SPME tekniği ile taze gül çiçeklerinde %44.5 oranında saptanan feniletil alkol oranı, damıtma sonucunda gül yağında ancak %1.3 oranında tespit edilebilmiştir (Baydar ve Erbaş, 2016).

Her ne kadar standartlarda geçerse de gül yağının kalitesi üzerinde belirleyici olan bileşenlerinden birisi de metil öjenoldür. Mutagenik ve alerjik reaksiyonlara sebep olduğu öne sürülen metil öjenolün (*methyl eugenol*, $C_{11}H_{14}O_2$) gül yağında ya hiç veya belirli sınırlarda bulunması istenmektedir (Harris, 2002). Halihazırda metil öjenol parfümlerde %0.3-0.8 oranında, krem ve losyonlarda % 0.01-0.05 oranında, sabun ve deterjanlarda %0.02-0.2 oranında koku verici olarak kullanıldığı rapor edilmektedir (Anonim, 2000). Bu nedenle son yıllarda fraksiyonel distilasyon yapılarak metil öjenolden arındırılmış gül yağlarının üretimi üzerinde yoğun çabalar harcanmaktadır (Kınacı, 2016). Gül yağındaki metil öjenolün asıl kaynağının petal dışındaki kısımlar ve özellikle de erkek organlar (stamenler) olduğu saptanmıştır (Rusanov ve ark., 2012; Baydar ve ark., 2013). Gül çiçeklerinin bütün olarak damıtılmasıyla elde edilen gül yağında metil öjenol %1.26 oranında bulunurken, petal yaprakların damıtılmasıyla iz düzeyde (%0.004), stamenlerin damıtılmasıyla ise yüksek düzeyde (%5.49)

Tablo 1. Türk, Bulgar, İran ve Hint gül yağlarının temel bileşenleri ve kalite standartları

Bileşenler	Yapısı	Sınıfı*	Türk Gül Yağı (Isparta)	Bulgar Gül Yağı (Kazanlık)	İran Gül Yağı (Darab)	Hint Gül Yağı (Keşmir)**	ISO (9842:2003)***
Sitronellol	$C_{10}H_{20}O$	OM	34.05	31.06	12.70	35.70	20-34
Nerol	$C_{10}H_{18}O$	OM	7.68	10.68	0.40	8.80	5-12
Geraniol	$C_{10}H_{18}O$	OM	16.55	21.11	0.29	30.20	15-22
Feniletil alkol	$C_8H_{10}O$	BB	1.39	0.98	0.05	1.10	<%3.5
Heptadesan	$C_{17}H_{34}$	AH	1.00	0.25	1.50	0.90	%1-2.5
Nonadesan	$C_{19}H_{40}$	AH	10.18	15.55	23.56	3.5	%8-15
Nonadesen	$C_{19}H_{38}$	AH	2.85	0.80	10.26	0.70	
Heneikosan	$C_{21}H_{42}$	AH	3.00	4.20	8.82	1.30	%3.0-5.5
<i>Alifatik hidrokarbonlar (stearoptenler) (C17+C19+C21)</i>			17.03	20.55	44.14	6.4	12-23
<i>Monoterpen alkoller (oleoptenler)</i>			58.28	62.85	13.39	74.70	40-78
ISO (9842:2006) standardına uygunluk gösteren parametre sayısı			9/9	8/9	2/9	4/9	9/9
S/G oranı			2.05	1.47	43.79	1.18	1.25-1.30****
Etanol	C_2H_4O	AA	1.95**	0.81	0.05	t	
Metil öjenol	$C_{11}H_{14}O_2$	FP	2.22	1.88	2.06	1.40	

*OM: Oksijenli Monoterpen; BB: Benzenoid bileşeni; AH: alifatik hidrokarbon; AA: Aromatik Aldehit, FP: Fenil Propen

**Shawl ve Adams (2009) tarafından belirlenen Keşmir gül yağının GC-FID analiz sonuçları

***ISO 9842:2003. Oil of rose (*Rosa x damascena* Miller).

****Başer (1992) tarafından açıklanan değerler

bulunmaktadır (Baydar ve Erbaş, 2016). Bu sonuç, çiçeğin sadece petal yapraklarından (ağırlıkça çiçeğin %65-75'ini oluşturur.) gül yağı damıtılarak neredeyse metil öjenolsüz gül yağı üretilebileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Araştırmamızda, GC-FID analiz sonuçlarına göre metil ojenol Türk gül yağında %2.22, Bulgar gül yağında %1.88, İnan gül yağında %2.06 ve Hint gül yağında %1.40 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Türk gül yağında metil öjenol oranının yüksek çıkması, yağ gülü çiçeklerinin hem geç saatlere kadar toplanması hem de toplandıktan sonra geç damıtılması nedeniyle ortaya çıkan fermantasyon (mayalanma)'dan kaynaklanmaktadır. Fermantasyonun en önemli nedeni, taze toplanan çiçekler çuvallar içerisinde beklerken ortaya çıkan yüksek ısıyla birlikte uçucu yağların enzimatik olarak parçalanması ve dönüşmesiyle ilgilidir. Normalde sabah çok erken saatlerde toplanan çiçeklerden damıtılan gül yağlarında geraniol oranı sitronellol oranından fazladır. Ancak bizim araştırmamızda da kullandığımız ticari (endüstriyel) gül yağlarında sitronellol oranı genellikle geraniol oranından yüksektir (Tablo 1). Çünkü endüstriyel damıtma süreci boyunca, çiçeklerin tarladan toplanıp damıtma tesisine geç ulaşması ve tesiste çuvalların aşırı şekilde yığılması sebebiyle geç saatlere kadar sıcakta bekletilmesi fermantasyona neden olmakta ve fermantasyon boyunca da geraniol oranı azalırken sitronellol ve metil öjenol oranı artı göstermektedir (Baydar ve Göktürk Baydar, 2005; Baydar ve ark., 2007; Baydar ve ark., 2008).

Damıtma sonunda elde edilen gül yağında Sitronellol/Geraniol (S/G) oranı eğer 1'in altında çıkması gül çiçeklerinin fermentasyona uğramadan damıtıldığına işaret eder. Türk, Bulgar ve İnan gül yağlarında S/G oranı sırasıyla %2.05, %1.47 ve 43.79 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Başer (1992) ideal kalitede bir gül yağında S/G oranının 1.25-1.30 düzeylerinde bulunduğunu bildirmiştir. Bu değere en yakın gül yağının 1.18 ile Hint gül yağında olduğu görülmektedir (Tablo 1). Ancak ISO gül yağı kalite standartlarına İnan gül yağından sonra en az uygunluk gösteren de Hint gül yağı olmuştur. Bu nedenle sadece S/G oranına veya başa bir parametreye uygun olması o yağın bütünüyle kaliteli olduğunu ifade etmemektedir. Ayrıca gül yağında normalin üzerinde etanol bulunması, damıtmada yüksek miktarlarda fermente gül çiçeği kullanıldığına bir diğer göstergesidir (Başer, 1992). Bizim araştırmamızda, Türk, Bulgar ve İnan gül yağlarında etanol oranları sırasıyla %1.95, %0.81 ve %0.05 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu sonuç, Türk gül yağlarının fermente olmuş, Bulgar gül yağının kısmen fermente olmuş ve İnan gül yağının ise fermente olmamış yağ gülü çiçeklerinden damıtıldığına işaret etmektedir. İz düzeyde etanol içeren ve S/C oranı en düşük olan Hint gül yağının en az fermente olmuş çiçeklerden elde edildiği söylenebilir.

4. Sonuç

Bu araştırmada, uluslararası gül yağı standardında uçucu yağ bileşenleri için belirtilen sınır değerlerine Türk ve Bulgar gül yağı örnekleri büyük oranda uygunluk gösterirken, Hint gül yağı örneği sadece sitronellol, nerol ve feniletıl alkol bakımından, İnan gül yağı örneği ise sadece feniletıl alkol ve heptadesan bakımından sınır değerlerine uygun bulunmuşlardır. Türk gül yağlarının diğerlerine göre daha yüksek oranlarda sitronellol, metil ojenol ve etanol içermesi, fermente olmuş gül çiçeklerinden damıtma yapıldığına yorumlanmıştır. Ancak uzun yıllardır bu şekilde dünya pazarlarında yer bulduğundan, Türk gül yağları kendine özgü bir değer yaratmıştır. Diğer yandan Bulgar gül yağları, Türk gül yağlarına kıyasla nispeten daha düşük sitronellol ve daha yüksek geraniol oranı ile öne çıkmıştır. ISO 9842:2003 gül yağı standardı Bulgar, Türk ve Fas tipi gül yağlarına göre hazırlandığından, İnan ve Hindistan orijinli gül yağları ise gerek farklı damıtma yöntem ve tekniklerinden, gerekse farklı iklim ve kültürel uygulamalardan kaynaklanan nedenlerle standartlara uymamaktadır. Örneğin İnan gül yağına ilişkin GC-FID analiz sonuçları, bu yağın imbikle elde edilmiş gül sularının üzerinde biriken gül yağlarının toplanarak elde edildiği göstermektedir. Türk ve Bulgar gül yağlarının kohobasyon destekli su distilasyon yönteminde olduğu gibi, son yıllarda İnan'da endüstriyel olarak kohobasyonlu damıtma tesislerinin sayısı giderek artmaktadır. Sonuç olarak uluslararası standartlara uygun gül yağı üretmek için sadece ideal ekolojik koşullara ve kültürel uygulamalara değil, aynı zamanda endüstriyel distilasyon proseslerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak dünyada iklim, teknoloji ve tüketim alışkanlıklarında yaşanan değişimler dikkate alınarak gül yağı standartlarının da bu değişimlere göre güncellenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Anaç O (1984). Gas chromatographic analysis on Turkish rose oil, absolute and concrete. *Perfumer & Flavorist*, 9: 1-14.
- Anonim (2000). Toxicology and carcinogenesis studies of methyl eugenol (CAS No. 93-15-2) in F344/N rats and B6C3F1 mice. National Toxicology Program Technical Report Series, 491: 1-412.
- Anonim (2021). Tarım istatistikleri. TÜİK, <http://www.tuik.gov.tr> (erişim tarihi: 10 Kasım 2021).
- Atanasova T, Kakalova M, Stefanof L, Petkova M, Stoyanova A, Damyanova S, Desyk M (2016). chemical composition of essential oil from *Rosa damascena* Mill., growing in new region of Bulgaria. *Ukrainian Food Journal*, 5 (3): 492-498.

- Aycı F, Aydın M, Bozdemir OA, Tutaş M (2005). Gas chromatographic investigation of rose concrete, absolute and solid residue. *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 481-486.
- Aydın M, Tutaş M (2003). Production of rose absolute from rose concrete. *Flavour and Fragrance Journal*, 18 (1): 26-31.
- Başer KH, Kürkçüoğlu M, Konur OZ (1990). Türk gül yağının üretimi ve özellikleri. *Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni*, Gül Özel Sayısı 4: 13-15.
- Başer KHC (1992). Turkish rose oil. *Perfumer & Flavorist* 17: 45-52.
- Baydar H (2016). Yağ gülü tarımı ve endüstrisi. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı)*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, pp. 290-325.
- Baydar H, Kazaz S, Erbaş S (2013). Yağ gülünde (*Rosa damascena* Mill.) morfojenetik, ontogenetik ve diurnal varyabiliteler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1): 1-11.
- Baydar H, Erbaş S (2016). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde tepe boşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (HS-SPME) ve konvansiyonel su distilasyonu yöntemleri ile elde edilen uçucu bileşenlerin karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1): 27-36.
- Baydar H, Erbaş S, Kineci S, Kazaz S (2007). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) damıtma suyuna katılan Tween-20'nin taze ve fermente olmuş çiçeklerin gül yağı verimi ve kalitesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 15-20.
- Baydar H, Göktürk Baydar N (2005). The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). *Industrial Crops and Products*, 21: 251-255.
- Baydar H, Göktürk Baydar N (2001). Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nde verim ve kalite üzerine hasat dönemi, distilasyon için bekleme süresi ve distilasyon aşamalarının etkisi. IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, pp. 117-122, Tekirdağ.
- Baydar H, Kazaz S (2013). Yağ gülü ve İsparta gülcülüğü. *GülBirlik Yayın No: 1, Isparta*.
- Baydar H, Schulz H, Kruger H, Erbaş S, Kineci S (2008). Influences of fermentation time, hydro-distillation time and fractions on essential oil composition of damask rose (*Rosa damascena* Mill.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 11 (3): 224-232.
- Bayrak A, Akgül A (1994). Volatile oil composition of Turkish rose oil (*Rosa damascena*). *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 64: 441-448.
- Chinou I (2013). Assessment report on *Rosa gallica* L., *Rosa centifolia* L., *Rosa damascena* Mill., European Medicines Agency, Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC).
- Demiray K, Çınar O, Tanrıseven M, Tuğrul Ay S, Gölükçü M (2014). Bazı ticari tıbbi ve aromatik bitki yağlarının kalite özelliklerinin araştırılması. *TAGEM Projesi*, Ankara.
- Dudareva N, Pichersky E (2000). Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. *Plant Physiology*, 122: 627-633.
- Eikani MH, Golmohammad F, Rowshanzamir S, Mirza M (2005). Recovery of water-soluble constituents of rose oil using simultaneous distillation-extraction. *Flavour & Fragrance Journal*, 20 (6): 555-558.
- Erbaş S, Baydar H (2016). Variation in scent compounds of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) produced by headspace solid phase microextraction, hydrodistillation and solvent extraction. *Records of Natural Products*, 10 (5): 555-565.
- Garnero J, Buil P (1976). Evolution of the composition of the rose essential oils and concrete during the production campaign. *Aerosol*, 58: 537-540.
- Georgiev E, Stoyanova A (2006). A guide for the specialist in aromatic industry, Plovdiv, Bulgaria.
- Guenther E (1952). Oil of rose. in: the essential oils. Florida, USA. pp. 3-48.
- Harris B (2002). Methyl eugenol – the current bete noir of aromatherapy. *International Journal of Aromatherapy*, 12 (4): 193-201.
- Kınacı S (2016). Çeşitli ayırma teknikleri uygulayarak gülyağından metil öjenolün izolasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi*.
- Kovacheva N, Rusanov K, Atanassov I (2010). Industrial cultivation of oil bearing rose and rose oil production in Bulgaria during 21st century directions and challenges. *Biotechnology & Biotechnology Equipment*, 24 (2): 1793-1789.
- Kovats E (1987). Composition of essential oils. Bulgarian oil of rose (*Rosa damascena* Mill.). *Journal of Chromatography*, 406: 185-222.
- Kürkçüoğlu M, Başer KHC (2003). Studies on Turkish rose concrete, absolute and hydrosol. *Chemistry of Natural Compounds*, 39 (5): 457-464.

- Lawrence BM (1991). Progress in essential oils: Rose oil and extracts. *Perfumer & Flavorist*, 16: 43-77.
- Omata A, Yomogida K, Nakamura S, Ota T, Toyoda T, Amano A, Muraki S (1991). New sulphur components of rose oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 6: 149-152.
- Özkostak B, Baydar H (2015). Organik ve konvansiyonel gül yağlarının uçucu yağ bileşenleri ve pestisit kalıntısı yönüyle karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, TÜBİTAK 2209/A, pp. 11, Isparta.
- Rusanov K, Kovacheva N, Rusanova M, Atanassov I (2012). Reducing methyl eugenol content in *Rosa damascena* Mill. rose oil by changing the traditional rose flower harvesting practices. *Journal of European Food Research and Technology*, 234: 921-926.
- Shawl AS, Adams R (2009). Rose oil in Kashmiri India. *Perfumer and Flavorist*, 34: 22-25.
- Vankar S (2003). Adulteration in rose oil. *Natural Product Radiance*, 2 (4): 180-181.