

# DERİM

Cilt | **37**  
Volume

Sayı | **1**  
Number

Yıl | **2020**  
Year

ISSN 1300-3496  
e-ISSN 2149-2182

**Editör/Editor Adres/Adress**

Doç. Dr. Köksal AYDİNŞAKİR *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

**Alan Editörleri/Section Editors Adres/Adress**

Zir. Yük. Müh. Ahmet EREN *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Prof. Dr. Bekir ŞAN *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*

Dr. Betül SAYIN *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Prof. Dr. Bülent UZUN *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

Dr. Esra CEBECİ *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Dr. Filiz ÖKTÜREN ASRİ *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN *Çukurova Üniversitesi, Adana*

Dr. Işıl YILDIRIM *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Dr. İlker KURBETLİ *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Doç. Dr. İlknur POLAT *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KEÇECİ *Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Malatya*

Doç. Dr. Muharrem GÖLÜKCÜ *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Prof. Dr. Ömür BAYSAL *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla*

Prof. Dr. Semih Metin SEZEN *Çukurova Üniversitesi, Adana*

Doç. Dr. Şekip ERDAL *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

**Teknik Editörler/Technical Editors Adres/Adress**

Mehmet Uğur KAHRAMAN *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

Musa KIRIŞIK *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya*

**Sayı Hakemleri/Referees for This Issue Adres/Adress**

- Doç. Dr. Mürsel ÇATAL *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. Nuh BOYRAZ *Selçuk Üniversitesi, Konya*
- Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat*
- Dr. Tuncay TOPDEMİR *Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İzmir*
- Prof. Dr. İsmail KARACA *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*
- Prof. Dr. Serdar SATAR *Çukurova Üniversitesi, Adana*
- Doç. Dr. Selin AKÇAY *Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın*
- Doç. Dr. Gülüzar Duygu SEMİZ *Ankara Üniversitesi, Ankara*
- Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ *Ankara Üniversitesi, Ankara*
- Doç. Dr. Melike ÇETİNBAŞ *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Isparta*
- Dr. Öğr. Üyesi Adem BARDAK *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş*
- Doç. Dr. Hüsnü AKTAŞ *Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin*
- Dr. Öğr. Üyesi Yasin Emre KİTİŞ *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay*
- Prof. Dr. İnanç ÖZGEN *Fırat Üniversitesi, Elazığ*
- Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*
- Prof. Dr. Mehmet ZENGİN *Selçuk Üniversitesi, Konya*
- Prof. Dr. Füsün GÜLSER *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van*
- Doç. Dr. Mehmet ARSLAN *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. Hasan BAYDAR *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*
- Doç. Dr. İlknur POLAT *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. İsmail KASAP *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale*
- Doç. Dr. Keziban YAZICI *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize*
- Doç. Dr. Havva Nilgün BUDAK *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta*
- Doç. Dr. Yalçın COŞKUNER *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman*

<b>Danışma Kurulu/Advisory Board</b>	<b>Adres/Address</b>
Prof. Dr. Ajit VARMA	<i>Amity University, Uttar Pradesh, India</i>
Prof. Dr. Aleš LEBEDA	<i>Palacký University, Olomouc, Czech Republic</i>
Dr. Anna-Maria SAARELA	<i>Savonia University, Kuopio, Finland</i>
Prof. Dr. Anne FRARY	<i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, Türkiye</i>
Prof. Dr. Ayşe GÜL	<i>Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye</i>
Prof. Dr. Ayten NAMLI	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Prof. Dr. Cafer Olcayto SABANCI	<i>Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye</i>
Prof. Dr. Cengiz SAYIN	<i>Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye</i>
Prof. Dr. Esvet AÇIKGÖZ	<i>Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye</i>
Prof. Dr. Fernando Rivera CABRERA	<i>Metropolitan Autonomous University, Mexico City, Mexico</i>
Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL	<i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye</i>
Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Prof. Dr. Gürsel DELLAL	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Prof. Dr. Hakan AKTAŞ	<i>Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye</i>
Prof. Dr. Halit YETİŞİR	<i>Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye</i>
Prof. Dr. Hasan BAYDAR	<i>Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye</i>
Prof. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI	<i>Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye</i>
Prof. Dr. Hülya İLBİ	<i>Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye</i>
Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ	<i>Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye</i>
Prof. Dr. İsmail Hakkı TÜZEL	<i>Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye</i>
Dr. James Erwin AYARS	<i>United States Department of Agriculture, California, USA</i>
Prof. Dr. Jerzy WEBER	<i>Wroclaw University, Grunwaldzka, Poland</i>
Prof. Dr. Marvin Paul SCOTT	<i>Iowa State University, Iowa, USA</i>
Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN	<i>Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye</i>
Prof. Dr. Mustafa ERKAN	<i>Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye</i>
Prof. Dr. N. Singh RAGHUWANSHI	<i>Indian Institute of Technology, Kharagpur, India</i>
Prof. Dr. Nevin ERYÜCE	<i>Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye</i>
Prof. Dr. Nevzat ARTIK	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Prof. Dr. Sezai ERCİŞLİ	<i>Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye</i>
Prof. Dr. Soner KAZAZ	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU	<i>Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye</i>
Dr. Tom PAYNE	<i>Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City, Mexico</i>
Prof. Dr. Turgut YEŞİLOĞLU	<i>Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye</i>
Dr. Wagdy SOBEIH	<i>Lancaster University, Lancaster, United Kingdom</i>
Prof. Dr. Vedat CEYHAN	<i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye</i>
Prof. Dr. Yeşim AYSAN	<i>Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye</i>
Prof. Dr. Yigal COHEN	<i>Bar-Ilan University, Ramat-Gan, Israel</i>
Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT	<i>Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye</i>
Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN	<i>Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye</i>

## İÇİNDEKİLER

## Araştırma Makaleleri

- Siyah mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinde gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) uygulamalarının fenolik bileşen miktarları üzerine etkisi 1-9  
Esra ALIM - Halil İbrahim UZUN  
Orçun ÇINAR
- Kültür koşullarında yetiştirilen farklı *origanum* spp. türlerinin bazı verim ve kalite parametreleri 10-17  
Fatma UYSAL BAYAR-Orçun ÇINAR
- Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi 18-26  
Resul ALTIN-Sahriye SÖNMEZ
- Sodyum azid (NaN<sub>3</sub>) ile muamele edilen arpa mutantlarının genetik çeşitliliğinin ISSR markörler ile belirlenmesi 27-32  
Hüseyin GÜNGÖR –  
Mehmet Aydın AKBUDAK - Ertuğrul FİLİZ  
İlker YÜCE - Ziya DUMLUPINAR
- CO<sub>2</sub> emisyonlarının tarım üzerindeki etkileri: Türkiye örneği 33-43  
Bekir PAKDEMİRLİ
- Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae)'nın Valencia portakalının meyve kalitesine etkisi 44-50  
Serdar SATAR - GülsevİM TİRİNG  
Adnan TUSUN - Turgut YEŞİLOĞLU
- Manisa ili kekik (*Origanum onites* L.) alanlarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları, rastlanma sıklıkları 51-56  
Yıldız SOKAT
- Küllemeye dayanıklılıkta kavun genotipleri arasında genetik varyasyon 57-63  
Abdullah ÜNLÜ
- Elazığ ve Malatya illerinde, Akdeniz meyvesineği'nin bazı biyo-ekolojik özellikleri ile zarar durumu üzerine çalışmalar 64-75  
Mehmet BUĞDAY - Mehmet KEÇECİ

## CONTENTS

## Research Articles

- Effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on phenolic compounds in black myrtle fruit (Myrtus communis L.)* 1-9  
Esra ALIM - Halil İbrahim UZUN  
Orçun ÇINAR
- Yield and quality parameters of some cultivated *origanum* spp. species* 10-17  
Fatma UYSAL BAYAR-Orçun ÇINAR
- Determination of the irrigation water qualities in Muğla-Dalaman district and investigation of its seasonal changes* 18-26  
Resul ALTIN-Sahriye SÖNMEZ
- Genetic diversity in sodium azide (NaN<sub>3</sub>) induced barley mutants using ISSR markers* 27-32  
Hüseyin GÜNGÖR –  
Mehmet Aydın AKBUDAK - Ertuğrul FİLİZ  
İlker YÜCE - Ziya DUMLUPINAR
- Impacts of CO<sub>2</sub> emissions on agriculture: Empirical evidence from Turkey* 33-43  
Bekir PAKDEMİRLİ
- The effect of *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae) on fruit quality of Valencia orange* 44-50  
Serdar SATAR - GülsevİM TİRİNG  
Adnan TUSUN - Turgut YEŞİLOĞLU
- Determination of weed species, frequencies and densities in thyme (*Origanum onites* L.) area in Manisa provinces* 51-56  
Yıldız SOKAT
- Genetic variation among melon genotypes in resistance to powdery mildew* 57-63  
Abdullah ÜNLÜ
- Studies on some bio-ecological parameters and damage status of Mediterranean fruit fly in Elazığ and Malatya province* 64-75  
Mehmet BUĞDAY - Mehmet KEÇECİ

**İÇİNDEKİLER****Araştırma Makaleleri**

- Kahramanmaraş İli cevizlerinde zararlı Elma içkurdu [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)]'na karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin etkinliği  
Naim ÖZTÜRK - Adalet HAZIR 76-85
- Çukurova koşullarında farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun biyokütle verimine ve yem kalitesine etkileri  
Muammer DÜNDAR - Celal YÜCEL  
Mustafa ÜNLÜ - Aylin OLUK 86-94
- Gama ışınıyla (Kobalt 60) elde edilmiş mutant elma popülasyonunda sonbahar yaprak renk değişimi  
Ayşe Nilgün ATAY - Ersin ATAY  
Burak KUNTER 95-101

**CONTENTS****Research Articles**

- Efficacy of mating disruption technique against Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)] in walnut orchards in Kahramanmaraş*  
Naim ÖZTÜRK - Adalet HAZIR
- The effects of different irrigation water levels on the biomass and forage quality of sweet sorghum in Çukurova condition*  
Muammer DÜNDAR - Celal YÜCEL  
Mustafa ÜNLÜ - Aylin OLUK
- Autumn leaf colour changes in gamma-ray (Cobalt 60)-induced mutant apple population*  
Ayşe Nilgün ATAY - Ersin ATAY  
Burak KUNTER

# Siyah mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinde gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) uygulamalarının fenolik bileşen miktarları üzerine etkisi

Esra ALIM<sup>1</sup> Halil İbrahim UZUN<sup>2</sup> Orçun ÇINAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: esra.alim@tarimorman.gov.tr

ORCID:0000-0003-2433-8834

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1): 1-9

doi: 10.16882/derim.2020.561947

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 08.05.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 24.01.2020



## Öz

Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) ülkemizde Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahil bölgelerinde kendiliğinden yetişmektedir. Mersinin meyveleri sofralık tüketimde, yapraklarının uçucu yağları ise başta ilaç sanayinde olmak üzere kozmetik ve bitkisel ilaç gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Bitkinin siyah ve beyaz renkli iki tipte meyvesi bulunmaktadır. Siyah mersin meyveleri beyaz meyvelilere göre daha yüksek oranda fenolik bileşen, antosiyanin ve antioksidan aktiviteye sahiptir. Bu nedenle son zamanlarda siyah mersin meyvelerine talep artmıştır. Çalışmalar Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nde siyah mersin bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Çiçeklenmenin farklı aşamalarında, tüm bitkilere 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmıştır. Antioksidan aktivite analizi ABTS/TEAC yöntemine göre yapılmıştır. Fenolik bileşen miktarlarının analizleri ise LC-MS/MS cihazında belirlenmiştir. Bazı uygulamalar meyvelerde fenolik bileşen miktarlarını arttırırken, ağaç başı verim ve antioksidan aktivite miktarlarının azalmasına neden olmuştur. İkinci GA<sub>3</sub> uygulaması gallik asiti 2.43'den 3.58'e (mg 100 g<sup>-1</sup>), kuersetini 1.48'den 2.74'e (mg 100 g<sup>-1</sup>), kamferolü 0.48'den 1.10'a (mg 100 g<sup>-1</sup>), rutini 0.34'den 0.58'e (mg 100 g<sup>-1</sup>), epikateşini 0.31'den 0.41'e (mg 100 g<sup>-1</sup>), mirisetini 11.21'den 17.90'a (mg 100 g<sup>-1</sup>) ve benzoik asiti 0.27'den 0.68'e (mg 100 g<sup>-1</sup>) arttırmıştır. Üçüncü GA<sub>3</sub> uygulaması ise ağaç başı verimin 8265'den 4393'e (g ağaç<sup>-1</sup>), antioksidan aktivitenin ise 262.86'dan 137.18'e (µM troloks g<sup>-1</sup>) düşmesine neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Myrtus communis*; Siyah mersin meyvesi; Gibberellik asit; Fenolik bileşen

## Effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on phenolic compounds in black myrtle fruit (*Myrtus communis* L.)

### Abstract

Myrtle (*Myrtus communis* L.) grows naturally in the Mediterranean climate zone in our country. The fruits of myrtle are used in table consumption and the essential oils of the leaves are used especially in the sectors such as pharmaceutical, cosmetics and pesticide industry. Myrtle fruits are white and black colour. Black myrtle fruits have higher phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity than white berries. Therefore, demand for fruits of black myrtle has recently increased. The studies were carried out in the orchard of black myrtle cultivar located in Akdeniz University, Faculty of Agriculture. At different flowering stages, GA<sub>3</sub> dose of 100 ppm were applied to the whole of the plants. Antioxidant activity analysis was made according to the ABTS/TEAC method. The ratios of phenolic compounds were determined by LC-MS/MS. Some applications significantly increased ratios of phenolic compounds in fruits, reduced the amount of yield and antioxidant activity. As a result of the study, 2<sup>nd</sup> GA<sub>3</sub> application increased amount of gallic acid from 2.43 to 3.58 (mg 100 g<sup>-1</sup>), quercetin from 1.48 to 2.74 (mg 100 g<sup>-1</sup>), kaempferol from 0.48 to 1.10 (mg 100 g<sup>-1</sup>), rutin from 0.34 to 0.58 (mg 100 g<sup>-1</sup>), epicatechin from 0.31 to 0.41 (mg 100 g<sup>-1</sup>), myricetin from 11.21 to 17.90 (mg 100 g<sup>-1</sup>) and benzoic acid from 0.27 to 0.68 (mg 100 g<sup>-1</sup>). In addition, 3<sup>rd</sup>. GA<sub>3</sub> application decreased fruit yield from 8265 to 4393'e (g tree<sup>-1</sup>) and antioxidant activity from 262.86 to 137.18'e (µM trolox g<sup>-1</sup>).

**Keywords:** *Myrtus communis*; Black myrtle fruits; Gibberellic acid; Phenolic compounds

## 1. Giriş

Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) orman altı açıklıklarında ve maki alanlarında yetişen herdem yeşil, çalı formunda, tıbbi ve aromatik özelliğe sahip bir bitkidir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Tunus, Fas ve Fransa gibi Akdeniz

ikliminin hakim olduğu ülkelerde kendiliğinden yetişmektedir. Ülkemizde ise Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde en düşük rakımdan itibaren, 600 metreye kadar yayılış göstermektedir. Mersin ülkemizde erduran, erdüren, sazrak, zazar, murt, mort gibi isimlerle de anılmaktadır (Baytop, 2007; Baytop, 1999;



Davis, 1982; Oğur, 1994). Mersin meyveleri yuvarlak veya yumurta şeklinde, bezelye büyüklüğünde, siyah ve beyaz meyveli olmak üzere doğada iki tipte doğal olarak yetişmektedir. Akdeniz bölgesinde beyaz mersin meyveleri sofralık olarak tüketilmekte ve ticareti yapılmaktadır. Raf ömrü 2-3 ay olan siyah mersin meyveleri sofralık tüketimde beyazlara göre daha uzun süre pazarda kalmaktadır. Siyah mersin meyveleri hem taze hem de kuru meyve olarak kullanılmaktadır. Ayrıca marmelat, reçel ve meyve çayı şeklinde tüketimi de yaygındır (Baytop, 2007; Alım ve Uzun, 2017).

Doğal olarak yetişen mersin bitkisi hem hastalık ve zararlılara hem de kuraklık ve topraktan kaynaklanan stres faktörlerine dayanıklıdır. Bu özellik mersinin organik olarak yetiştirilmesini sağlamaktadır (Uzun vd., 2014). Mersinin yaprakları ve meyveleri öksürükte, ağız yaralarında, kabızlıkta, iştah açmada, yaraların iyileştirilmesinde, hipoglisemik ve antimikrobik olarak kullanılmaktadır (Aydın ve Özcan, 2007).

Mersinin meyve, yaprak ve tohumları önemli oranda fenolik madde içermektedir. Özellikle siyah meyveli olan genotiplerin beyaz meyveli olanlara göre daha fazla fenolik madde içerdiği belirlenmiştir (Şan vd., 2015). Ayrıca başka çalışmalarda siyah meyveli genotiplerin toplam fenolik madde, flavonoidler, flavonoller ve antosiyaninler bakımında beyaz meyvelilere göre daha zengin olduğu bildirilmiştir (Messaoud ve Boussaid, 2011). Fenolik bileşikler bitkilerde ikincil metabolizma ürünleri şeklinde doğal olarak oluşmaktadır. Fenolik bileşikler insan sağlığındaki fonksiyonlarının anlaşılmasıyla birlikte önem kazanmıştır. Son yıllarda üzerinde yapılan çalışmalar ile fenolik bileşenlerin oksidatif stresi önledikleri, enzim aktivitelerini düzenledikleri, hücre çoğalmasını inhibe ettikleri ve enzim inhibisyonuna neden oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle fenolik bileşikler bakımından zengin tıbbi ve aromatik bitkiler başta ilaç sanayi olmak üzere gıda, kozmetik, zirai mücadele gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca siyah mersin meyvelerinin oldukça yüksek antioksidan özelliği nedeniyle, mersin tüketiminin serbest radikallerin bertaraf edilmesinde ve lipit peroksidasyonunu önlemede etkili olduğu belirlenmiştir (Ekşi ve Karadeniz, 2002; Saldamlı, 1998; Serçe vd., 2010; Yıldız ve Baysal, 2003).

Mersin meyveleri içinde yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenler ve antosiyaninler insan sağlığı açısından son derece önemli maddelerdir (Messaoud ve Boussaid, 2011; De Oliveira vd., 2017). Meyvelerde tanımlanan ana fenolik bileşikler, kuersetin 3-O-galaktosit, kuersetin 3-O-ramnosit, mirisetin 3-O-ramnosit, kuersetin 3-O-glukozit, ellajik asit ve mirisetindir (Tuberoso vd., 2010; Sarais vd., 2016). Ayrıca mersin meyvelerinin özellikle gallik asit, kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit, klorogenik asit, siringik asit, ellajik asit ve naringin bakımından zengin olduğu yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır. Özellikle kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit ve siringik asit içerikleri bakımından, siyah meyveli türlerin beyaz meyveli türlere göre çok daha zengin olduğu bildirilmiştir (Montoro vd., 2006; Reynertson vd., 2008; Barboni vd., 2010; Tuberoso vd., 2006; Şan vd., 2015). Siyah mersin meyveleri son yıllarda özellikle içeriğindeki zengin fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriğine sahip olması nedeniyle önemini ve ticari olarak değerini arttırmıştır (Alım ve Uzun, 2017). Mersin meyveleri insan sağlığına katkı sağlayan fenolik asitler, antioksidanlar, flavonoller ve antosiyaninleri içermektedir. Bu nedenle siyah mersin meyvelerinin taze olarak tüketimindeki kalitesin artırılması için fenolik bileşiklerin nicel ve nitel özelliklerini etkileyen uygulamaların incelenmesi önemlidir.

Gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) çekirdeksiz meyve üretiminde ve meyve ağırlığının artırılmasında kullanılmaktadır. Günümüze kadar yapılan bir çok çalışmada, optimal GA<sub>3</sub> konsantrasyonunun çeşide, yıla ve ekolojiye göre değiştiği bildirilmektedir. Pires vd. (1990), İtalya üzüm çeşidinde tam çiçeklenme döneminde 40 mgL<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulandığında %100 çekirdeksiz meyve oluşumu ile birlikte salkımların daha az geliştiğini ve ağırlıklarında azalma olduğunu bildirmiştir. Lu vd. (1995), Muscadine üzüm çeşidi meyve salkımlarına çiçeklenme öncesinde ve sonrasında 100, 200 ve 300 ppm dozlarında GA<sub>3</sub> püskürtmüşlerdir. Çalışmada 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasının meyve ağırlığı, olgunlaşma süresi ve çekirdeksizlik için en uygun doz olduğu belirlenmiştir. Uzun ve Alım (2016) siyah mersin ağaçlarına tomurcuk uyanmasından ve tam çiçeklenmeden 1 hafta önce 0, 50, 100 ve 200 ppm dozlarında GA<sub>3</sub> uygulamışlardır. Tomurcuk uyanmasından 1 hafta önce yapılan 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında çekirdek sayısı



14.72 adet meyve<sup>-1</sup> iken, tam çiçeklenmeden 1 hafta önce yapılan 50, 100 ve 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarında meyvedeki çekirdek sayısını sırayla 3.01, 2.80 ve 3.96 adet meyve<sup>-1</sup>'ye düşürmüştür. Ayrıca çekirdek sayısının azalması ile birlikte meyve tutma oranlarında da azalma saptanmıştır. Alım vd. (2018) tarafından, siyah mersinde balon, tam çiçeklenme ve meyve tutumu dönemlerinde GA<sub>3</sub>'in ardı ardına üç kez uygulanması çekirdek sayısını 9.20'den 2.17 adet meyve<sup>-1</sup>'ye düşürmüştür. Ancak GA<sub>3</sub> uygulamaları meyve ağırlığı (mg), meyve eni ve boyu (mm) üzerinde etkili olmamıştır. Gibberellik asit gibi büyüme düzenleyici maddelerin meyvelerin fenolik bileşen miktarları üzerindeki etkileri hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Araştırmada, çiçeklenme döneminde uygulanan GA<sub>3</sub>'ün siyah mersin meyvelerinin fenolik bileşen ve antioksidan miktarlarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi uygulama bahçesinde 2016 ve 2017 yıllarında yapılmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak çelikle çoğaltılan 10 yaşlı Yakup tipi siyah mersin (tescil edilmemiş) kullanılmıştır. Deneme alanında ağaçlar damlama sulama yöntemi ile sulanmış ve her yıl düzenli olarak budama ve yabancı ot temizliği yapılmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'nde yapılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. GA<sub>3</sub> uygulamaları

Siyah mersin ağaçlarına, Haziran ayında, çiçeklenmenin farklı aşamalarda, 100 ppm GA<sub>3</sub>

(Sigma, ürün no: 48880) + yayıcı yapıştırıcı tek başına ya da kombine olarak, sabah erken saatlerde, püskürtülmüştür. Kontrolde ağaçlara sadece saf su+yayıcı yapıştırıcı uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan GA<sub>3</sub>'ün uygulama zamanları ve dozları Çizelge 1'de verilmiştir.

Meyvelerin suda çözünebilir kuru madde miktarının (SÇKM) %22'ye ulaştığı dönem hasat zamanı olarak kabul edilmiş ve ilk yıl 16.11.2017, ikinci yıl da yine 16.11.2017 tarihinde hasat yapılmıştır (Angioni vd., 2011). Hasat zamanında, uygulamaların yapıldığı dallardan toplanan meyveler tartılmış ve her bir uygulamaya ait olan ağacın ana ve yan dalları sayılarak, uygulamanın yapıldığı daldan elde edilen değer yardımı ile ağacın tümü için teorik hesaplamayla ağaç başı verim belirlenmiştir. Siyah mersin meyveleri ekstraksiyon zamanına kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bulguların analizi Minitab paket programında değerlendirilmiştir. Grup ortalamalarındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

#### 2.2.2. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Biyokimyasal analizlerin ekstraksiyonları için öncelikle 5 g taze meyve 9.5 ml %80'lik metanol ile ultra- turrax homojenizatör yardımıyla yüksek devirde 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler orbital çalkalayıcıda 1 saat çalkalanmış ve ardından 5000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlemten sonra üst kısımdaki sıvı kısım alınarak 0.45 µm gözenek çaplı filtre kağıdından (Whatman) geçirilmiştir.

Tüplerdeki kalıntı üzerine bir miktar %80'lik metanol eklenmiş ve ekstraksiyon işlemi 3 kez tekrarlanmış, ardından ekstraktlar %80'lik metanol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

Çizelge 1. GA<sub>3</sub> uygulama zamanları ve dozları

Uygulamalar	GA <sub>3</sub> uygulama zamanları	GA <sub>3</sub> dozları
Kontrol	Balon (B)	0 ppm (kontrol)
1. uygulama	Balon (B)	100 ppm
2. uygulama	Balon (B)+Tam çiçeklenme (TÇ)	100 +100 ppm
3. uygulama	Balon (B)+Tam çiçeklenme (TÇ)+Meyve tutumu (MT)	100 +100 +100 ppm
4. uygulama	Tam çiçeklenme (TÇ)	100 ppm
5. uygulama	Tam çiçeklenme (TÇ) + Meyve tutumu (MT)	100 +100 ppm
6. uygulama	Meyve tutumu (MT)	100 ppm

### 2.2.3. Fenolik bileşen ve antioksidan aktivite miktarlarının belirlenmesi

Siyah mersin meyvelerinden elde edilen ekstraktlarda fenolik bileşen ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Bileşenler, Fischer vd. (2011) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS/MS, Agilent 6430) cihazında C<sub>18</sub> kolonu (1.8 µm 2.1x150 mm) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin gallat, epikateşin ve mirisetin standartları metanol ile hazırlandıktan sonra analiz koşullarında yürütülmüş ve her birinin tutulma zamanları belirlenmiştir. Bu standartların tutulma zamanları ile örnek kromatogramlarında belirlenen piklerin tutulma zamanları karşılaştırılarak tespit edilen pikler tanımlanmaya çalışılmıştır. Fenolik bileşen miktarları hazırlanan standart verileri yardımıyla hesaplanmıştır.

Çalışmada, örnekler ön denemeler sonucunda tespit edilen oranlarla seyreltikten sonra vorteks ile homojenize edilmiş ve 5000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Berrak kısım alınarak 0.45 µm membran filtrelerden geçirilerek LC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir.

**LC-MS/MS koşulları:** Hareketli fazlar: A; Metanol: Su (5:95, %0.01 formik asit ve 5 µM amonyum format içeren), B; Metanol (%0.01 formik asit ve 5 µM amonyum format içeren); Hareketli faz akışı: Gradient akış 0.30 mL dak<sup>-1</sup>, 0.00-1.00 dak %5 çözelti B (sabit akış), 1.01-3.00 dak %30 çözelti B, 3.01-4.00 dak %60 çözelti B, 4.01-5.00 dak %60 çözelti B (sabit akış), 5.01-6.00 dak %70 çözelti B, 6.01-8.00 dak %80 çözelti B, 8.01-10.0 dak %5 çözelti B (sabit akış), 10.01-15.0 dak %5 çözelti B (sabit akış); Enjeksiyon hacmi ve analiz süresi: 3 µL, 15 dakika ve Dedektör: MS-MS (Çalışma pozitif ve negatif iyon modunda yürütülmüştür).

Örneklerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde ABTS/TEAC yöntemi kullanılmıştır (Cemeroğlu 2010). Antioksidan aktivite tayini analizinde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. ABTS + radikal çözeltisi PBS çözeltisi ile 734 nm'de absorbans değeri 0.700±0.02 olacak şekilde seyreltilmiştir. Mikro küvete seyreltilmiş ABTS radikal çözeltisinden

300 µl alınmış ve başlangıç absorbans değeri kaydedilmiştir. Daha radikal çözeltisi üzerine 5 µl örnek ekstratı eklenerek 6 dakika boyunca 1'er dakika arayla absorbans değerleri kaydedilmiş ve yüzde azalma oranı (inhibisyon oranı, %) belirlenmiştir. Sonuçlar µM troloks g<sup>-1</sup> taze meyve olarak ifade edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Gibberellik asit uygulamalarına ait siyah mersin meyvelerinin 2016, 2017 yılları ve uygulama ortalamalarına ait gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin gallat, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit (mg 100 g<sup>-1</sup>) değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te; ağaç başı verim (g ağaç<sup>-1</sup>) ve antioksidan aktivite (µM troloks g<sup>-1</sup>) miktarları ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının gallik asit, kuersetin ve kamferol miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; her iki yılda ve uygulamalar arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir (p≤0.05). Çalışmada 2016 yılında, gallik asit miktarı 5.26 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 3. uygulamada, en düşük ise aynı istatistiki grup içinde yer alan kontrol, 1., 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 3.51; 2.62; 2.87; 3.50 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde; gallik asit miktarı 3.40 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grupta yer alan kontrol, 3., 4., 5. ve 6. uygulamalarında sırasıyla 1.35; 1.67; 1.43; 1.47 ve 1.73 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. İki yıllık uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, gallik asit miktarları en yüksek aynı istatistiki grup içinde yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 3.58 ve 3.47 mg 100 g<sup>-1</sup>, en düşük ise 2.15 mg 100 g<sup>-1</sup> ile 4. uygulamada saptanmıştır. 2016 yılında belirlenen kuersetin miktarı 4.16 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grup içindeki 1., 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 1.74 ; 1.36 ve 1.68 mg 100 g<sup>-1</sup> olmuştur. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; kuersetin miktarı 1.31 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulama, en düşük ise 0.41 mg 100 g<sup>-1</sup> ile 1. uygulamada olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamalarında ise kuersetin miktarları 2.74 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulama, en düşük ise 1.08 mg 100 g<sup>-1</sup> ile aynı istatistiki grupta yer alan 1. ve 4. uygulamada saptanmıştır.

Çizelge 2. GA<sub>3</sub> uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin gallik asit, kuersetin, kamferol ve rutin (mg 100 g<sup>-1</sup>) miktarına etkisi

Uygulamalar	Gallik asit			Kuersetin			Kamferol			Rutin		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	3.51 b*	1.35 b	2.43 bc	2.37 b	0.58 d	1.48 bc	0.48 b	0.48 b	0.48 b	0.35 c	0.33	0.34 c
1. Uygulama	2.62 b	2.26 ab	2.44 bc	1.74 c	0.41 e	1.08 d	0.67 b	0.71 b	0.69 b	0.45 bc	0.34	0.39 c
2. Uygulama	3.76 ab	3.40 a	3.58 a	4.16 a	1.31 a	2.74 a	1.05 a	1.15 a	1.10 a	0.75 a	0.40	0.58 a
3. Uygulama	5.26 a	1.67 b	3.47 a	2.28 b	0.96 b	1.62 b	1.35 a	1.21 a	1.28 a	0.67 ab	0.32	0.50 ab
4. Uygulama	2.87 b	1.43 b	2.15 c	1.36 c	0.80 c	1.08 d	0.65 b	0.45 b	0.55 b	0.32 c	0.31	0.32 c
5. Uygulama	3.50 b	1.47 b	2.48 bc	1.68 c	1.00 b	1.34 c	0.57 b	0.56 b	0.56 b	0.36 c	0.32	0.34 c
6. Uygulama	4.13 ab	1.73b	2.93 ab	2.72 b	0.57 d	1.65 b	0.42 b	0.60 b	0.51 b	0.43 c	0.38	0.41 bc
Ortalama	3.66	1.90		2.27	0.81		0.74	0.73		0.48	0.34	
CV (%)	14.00	18.85	6.45	7.17	6.84	5.53	16.26	17.78	13.32	16.39	13.98	8.40

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

Çizelge 3. GA<sub>3</sub> uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin epikateşin gallat, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit (mg 100 g<sup>-1</sup>) miktarına etkisi

Uygulamalar	Epikateşin gallat			Epikateşin			Mirisetin			Benzoik asit		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	0.29	0.71	0.50	0.33 c*	0.29 ab	0.31 bc	9.78 c	12.64	11.21b	0.26 e	0.27 c	0.27 d
1. Uygulama	0.31	0.72	0.51	0.38 bc	0.31 ab	0.34 ac	10.61 bc	13.12	11.87b	0.38 cd	0.38 bc	0.38 c
2. Uygulama	0.37	0.86	0.61	0.45 ab	0.37 a	0.41 a	19.78 a	16.01	17.90a	0.77 a	0.59 a	0.68 a
3. Uygulama	0.21	0.76	0.49	0.54 a	0.21 b	0.37 ab	15.40 ab	15.15	15.28ab	0.55 b	0.46 ab	0.50 b
4. Uygulama	0.30	0.68	0.49	0.28 cd	0.30 ab	0.29 c	8.11 c	12.89	10.50b	0.33 de	0.38 bc	0.36cd
5. Uygulama	0.32	0.68	0.50	0.22 d	0.32 a	0.27 c	8.93 c	14.86	11.89b	0.42 c	0.32 bc	0.37 cd
6. Uygulama	0.37	0.81	0.59	0.38 bc	0.37 a	0.37 ab	13.12 bc	13.47	13.29ab	0.45 c	0.43 ac	0.44 bc
Ortalama	0.31	0.74		0.37	0.31		12.25	14.02		0.44	0.40	
CV (%)	13.49	13.20	13.42	10.27	12.16	8.44	15.44	16.39	12.82	5.82	15.54	8.40

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

Çizelge 4. GA<sub>3</sub> uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin ağaç başı verim ve antioksidan aktivite miktarına etkisi

Uygulamalar	Verim (g ağaç <sup>-1</sup> )			Antioksidan aktivite (µM troluks g <sup>-1</sup> )		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	7917 a*	8612 a	8265 a	256.84 a	268.88 a	262.86 a
1. Uygulama	3331 b	4617 c	3974 c	118.93 b	219.93 b	169.43 bc
2. Uygulama	2198 b	7541 b	4869 c	142.38 b	175.80 c	159.09 bc
3. Uygulama	4018 b	4767 c	4393 c	140.31 b	134.06 d	137.18 c
4. Uygulama	6589 a	7886 b	7237 b	215.82 ab	176.05 c	195.93 b
5. Uygulama	7270 a	7788 b	7530 ab	214.32 ab	180.05 c	197.18 b
6. Uygulama	7918 a	8518 a	8218 ab	218.65 ab	177.43 c	198.04 b
Ortalama	5606	7104		186.75	190.31	
CV (%)	13.10	3.04	5.54	18.73	2.80	9.12

\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

2016 yılında kamferol miktarının en yüksek aynı grupta yer alan 2. ve 3. uygulamalarda (1.05 ve 1.35 mg 100 g<sup>-1</sup>) olduğu görülürken, en düşük kontrol, 1., 4., 5. ve 6. uygulamalarda 0.48; 0.67; 0.65; 0.57 ve 0.42 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; kamferol değerleri en yüksek aynı grupta yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 1.15 ve 1.21 mg 100 g<sup>-1</sup>, en düşük ise aynı istatistiki grupta yer alan kontrol, 1., 4., 5. ve 6. GA<sub>3</sub> uygulamalarında sırasıyla 0.48, 0.71, 0.45, 0.56, 0.60 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında kamferol miktarları en yüksek aynı istatistiki grup içinde

yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 1.10 ve 1.28 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu belirlenirken, en düşük kontrol, 1., 4., 5. ve 6. uygulamalarında sırasıyla 0.48, 0.69, 0.55, 0.56 ve 0.51 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır.

Gibberellik asit uygulamalarının rutin miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016 yılı ve iki yıllık uygulama ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenirken, 2017 yılındaki farklılıklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (p≤0.05). Araştırmamızda 2016 yılında, rutin miktarı en yüksek 2. uygulamada (0.75 mg 100 g<sup>-1</sup>), en düşük ise aynı grupta yer

alan kontrol, 4., 5. ve 6. uygulamalarda (0.35, 0.32, 0.36 ve 0.43 mg 100 g<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. 2017 yılında istatistik olarak önemli olmamasına rağmen rutin içeriğinin en yüksek 2. uygulamada (0.40 mg 100 g<sup>-1</sup>), en düşük ise 4. uygulamada (0.31 mg 100 g<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında rutin miktarının en yüksek 2. uygulama (0.58 mg 100 g<sup>-1</sup>), en düşük ise aynı gruptaki kontrol, 4. ve 5. uygulamalarda (0.34, 0.32 ve 0.34 mg 100 g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının epikateşin gallat miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; istatistiksel olarak 2016 ve 2017 yılları ile iki yıllık uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkların önemsiz, epikateşin miktarı bakımından ise önemli olduğu tespit edilmiştir (p≤0.05). 2016 yılında epikateşin miktarı en yüksek 3. uygulamada (0.54 mg 100 g<sup>-1</sup>), en düşük ise 5. uygulama (0.22 mg 100 g<sup>-1</sup>) sonucunda elde edilen meyvelerde belirlenmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; epikateşin miktarı en yüksek aynı gruptaki 2., 5. ve 6. uygulamalarda sırasıyla 0.37; 0.32; ve 0.37 mg 100 g<sup>-1</sup>, en düşük ise 0.21 mg 100 g<sup>-1</sup> ile 3. uygulamada olduğu tespit edilmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre, en yüksek epikateşin miktarı 0.41 mg 100 g<sup>-1</sup> ile 2. uygulamada, en düşük ise 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 0.29 ve 0.27 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının mirisetin miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016 yılı ve iki yıllık ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenirken, 2017 yılındaki farklılıklar istatistik olarak önemsiz olmuştur (p≤0.05). 2016 yılında meyvelerdeki mirisetin miktarı 19.78 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise kontrol, 4. ve 5. uygulamalarında 9.78; 8.11 ve 8.93 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, mirisetin miktarları 17.90 mg 100 g<sup>-1</sup> miktarı ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grupta yer alan kontrol, 1. ve 4. uygulamalarda 11.21; 11.87 ve 10.50 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır.

Gibberellik asit uygulamalarının benzoik asit miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016,

2017 yılları ve yıl ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir (p≤0.05). Gibberellik asit uygulamalarının tümü siyah mersin meyvelerinin benzoik asit miktarını arttırmıştır. Meyvelerin benzoik asit içeriği 2016 ve 2017 yıllarında 2. GA<sub>3</sub> uygulamasında sırasıyla 0.77 ve 0.59 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek değerleri göstermiştir. Buna karşın en düşük benzoik asit miktarı sırasıyla 0.26 ve 0.27 mg 100 g<sup>-1</sup> ile kontrolden elde edilmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında, benzoik asit miktarının 0.68 mg 100 g<sup>-1</sup> ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise 0.27 mg 100 g<sup>-1</sup> ile kontrol meyvelerinde olduğu belirlenmiştir.

Denemede 2016 yılında en yüksek ağaç başına verim sırasıyla aynı grupta yer alan kontrol, 4., 5. ve 6. uygulamalarda (7917, 6589, 7270 ve 7918 g ağaç<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 1., 2. ve 3. uygulamaları ise (3331, 2198 ve 4018 g ağaç<sup>-1</sup>) aynı istatistik grupta yer alarak en düşük verimi göstermiştir. 2017 yılında en yüksek ağaç başına verimin kontrol ve 6. uygulamasında (8612 ve 8518 g ağaç<sup>-1</sup>), en düşük ise 1. ve 3. uygulamalarında (4617 ve 4767 g ağaç<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. İki yıllık uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, en yüksek ağaç başı verimin kontrolde (8265 g ağaç<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada GA<sub>3</sub> uygulamalarının tamamı verimin azalmasına neden olmuştur. En düşük verimin 1. 2. ve 3. uygulamalarda (3974, 4869 ve 4393 g ağaç<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. Antioksidan aktivite miktarı bakımından 2016 yılında en yüksek içeriğin kontrolde (256.84 µM troloks g<sup>-1</sup>), en düşük ise sırasıyla 1., 2. ve 3. uygulamalarında (118.93, 142.38 ve 140.31 µM troloks g<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılında antioksidan aktivite miktarları en yüksek kontrolde (268.88 µM troloks g<sup>-1</sup>), en düşük ise 3. uygulamasında (134.06 µM troloks g<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları bakımından değerlendirildiğinde; antioksidan aktivite miktarları en yüksek kontrolde (262.86 µM troloks g<sup>-1</sup>), en düşük ise 3. uygulamada (137.18 µM troloks g<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda siyah mersin meyvelerine GA<sub>3</sub> uygulama dozunun artmasına paralel olarak fenolik bileşen içeriklerinde artışların olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarımızla uyumlu olarak [Sardoei vd. \(2014\)](#) ve [Kaplan vd. \(2019\)](#)

tarafından yapılan çalışmalarda GA<sub>3</sub> uygulamalarında uygulanan dozun artması ile birlikte fenolik madde içeriklerinde artışların olduğu bildirilmektedir. Bayır (2011), siyah mersin meyvelerinde gallik asitin 0.67-6.54 mg 100 g<sup>-1</sup>, kuersetinin 0.54-3.02 mg 100 g<sup>-1</sup>, mirisetinin 6.17-26.94 mg 100 g<sup>-1</sup>, kamferolün 0.02-0.25 mg 100 g<sup>-1</sup>, epikateşinin 1.11-61.52 mg 100 g<sup>-1</sup> arasında olduğunu belirlemiştir. Ayrıca mersin genotiplerinde rutine rastlamadığını, dut meyvelerinde ise ortalama 1.33 mg/100 g<sup>-1</sup> rutin olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda meyvelerin rutin içeriklerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların rutin dışında araştırmacının sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Üzümlerde ise mirisetinin miktarının mersin meyvelerinden daha düşük olduğu, tane kabuğunda ve tanede, sırasıyla 0.57 mg 100 g<sup>-1</sup> ve 0.36 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu, üzüm çekirdeklerinde ise mirisetinin bulunmadığı belirlenmiştir. Buna ilaveten üzüm çekirdeğinin gallik asitin 3.35 mg 100 g<sup>-1</sup>, kuersetinin üzüm tane kabuğunda 2.79 mg 100 g<sup>-1</sup>, tane etinde ise 0.65 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu, ancak üzüm çekirdeklerinde kuersetin bulunmadığı saptanmıştır. Aynı çalışmada üzümlerde baskın bulunan fenolik bileşenlerin tane etinde epikateşin, tane kabuğunda ve tanede epikateşin gallat, çekirdekte ise kateşin olduğunu belirlemiştir.

Üzümsü meyvelerden olan *Vaccinium* türlerinin (*V. corymbosum*, *V. macrocarpon* ve *V. myrtillus*) meyvelerinde Hakkinen vd. (1999a; 1999b; 2000) tarafından yapılan çalışmalarda sırasıyla 0.9-6.90 mg 100 g<sup>-1</sup>; 0-6.20 mg 100 g<sup>-1</sup>; 10.3 mg 100 g<sup>-1</sup> mirisetin; 2.4-16 mg 100 g<sup>-1</sup>; 7.3-25 mg 100 g<sup>-1</sup>; 0.01-4.63 mg 100 g<sup>-1</sup> kuersetin içerdiği belirlenmiştir. Araştırma bulgularımızda mersin meyvelerinin mirisetin içeriğinin *Vaccinium* meyvelerinden oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın Karadeniz Bölgesi'nde asitli topraklarda yetişen farklı bir meyve türünden daha yüksek olması olağandır. Korsika'da yapılan çalışma kapsamında, yedi farklı bölgeden alınan mersin meyvelerinde epikateşin gallat içeriğinin 124.0-952.9 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten liyofilize edilerek kurutulan mersin meyvelerinde mirisetin miktarları 207.8-1053.6 mg 100g<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Barboni vd., 2010). Araştırma bulgularımız,

araştırmacıların belirledikleri değerlerden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Genotip farklılıkları ve araştırmacıların kuru materyalle farklı bir ekstraksiyon yöntemini kullanmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Clague ve Fellers (1934) olgunlaşmış meyvede koruyucu bir etkiye sahip olan benzoik asitin yeterli miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda yirmi dört farklı üzüm meyve çeşitinde benzoik asit içeriğinin %0.029 ile %0.098 arasında değiştiğini bildirmiştir. Zadernowski vd. (2005) tarafından genotip, iklim ve toprak koşulları ile meyvenin olgunluk derecesi gibi nedenlerden dolayı fenolik bileşik miktarının değiştiği bildirilmiştir.

Gibberellik asit uygulamaları siyah mersin meyve veriminin azalmasına neden olmuştur. Uygulamalar sonrasında ağaç başı verim birinci yıl 2198-7918 g ağaç<sup>-1</sup>, ikinci yıl 4617-8518 g ağaç<sup>-1</sup>, ortalama ise 3974-8218 g ağaç<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Gibberellik asit uygulaması yapılmayan (kontrol) ağaçlarının verimi ise 8265 g ağaç<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Uzun vd. (2016) siyah mersin tipleri arasında üç yaşında Yakup tipi ağaç başına verimin 1169 g ağaç<sup>-1</sup>, Işlangıç tipi için ise 656 g ağaç<sup>-1</sup> olduğu, sahil koşullarında sulanan bahçedeki ölçülen verim değerlerinin de 7670-7830 g ağaç<sup>-1</sup> arasında olduğu bildirmiştir.

Çalışmada, GA<sub>3</sub> uygulamaları meyvelerin antioksidan aktivite miktarının azalmasına neden olarak 137.18 ile 198.04 µM troloks g<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Alım vd. (2017)'nin siyah mersin meyvelerinde yaptığı çalışmada, bulgularımızla uyumlu olarak, GA<sub>3</sub> dozlarına ve uygulama zamanına göre meyvelerin biyokimyasal özelliklerini değiştirdiği bildirmiştir. Serçe vd. (2010) mersin meyvelerinde antioksidan aktivitenin 74.51-91.65 µg mL<sup>-1</sup> DPPH arasında değiştiğini belirlemiştir. Pereira vd. (2016) tarafından mersin meyvelerinde TEAC yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivitenin ekstraksiyon yöntemine göre değişiklik gösterdiğini, bu nedenle de önemli olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda belirlenen antioksidan aktivite miktarlarının sonuçlarımızdan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların araştırmacıların da bildirdiği üzere ekstraksiyon yönteminden kaynaklanmış olabileceği muhtemeldir.



#### 4. Sonuç

Araştırma kapsamında siyah mersin meyvelerinde farklı GA<sub>3</sub> uygulamalarında gallik asit 2.15-3.58 mg 100 g<sup>-1</sup>; kuersetin 1.08-2.63 mg 100 g<sup>-1</sup>; kapferol 0.48-1.28 mg 100 g<sup>-1</sup>; rutin 0.32-0.58 mg 100 g<sup>-1</sup>; epikateşin gallat 0.48-0.61 mg 100 g<sup>-1</sup>; epikateşin 0.27-0.41 mg 100 g<sup>-1</sup>; mirisetin 10.50-17.90 mg 100 g<sup>-1</sup> ve benzoik asit 0.36-0.68 mg 100 g<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Siyah mersin meyvelerinde 2. ve 3. uygulamaların gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit içeriklerinin artmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Siyah mersin ağaçlarında 8265 g ağaç<sup>-1</sup> olan verim 3. uygulamada 4869 ve 4393 g ağaç<sup>-1</sup> değerine düşmüştür. Ayrıca kontrolde 262.86 µM troloks g<sup>-1</sup> olan antioksidan aktivite miktarının 3. uygulamada 137.18 µM troloks g<sup>-1</sup>'e düşmesine neden olmuştur. Siyah mersin, taze tüketiminin yanı sıra değişik endüstriyel değerlendirmeleri olabilecek ve organik yetiştiriciliği yapılabilecek bir meyvedir. Yukarıdaki verilerin ışığı altında fenolik bileşik maddeler ve antioksidan aktivite bakımından zengin siyah mersin meyvelerinin farmasötik sanayide kullanımına yönelik çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

#### Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinin bir parçası olup 2017-2647 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynakça

- Alım, E., & Uzun, H.İ. (2017). Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'de gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) uygulamalarının meyve kalitesi ve çekirdeksizlik üzerine etkisi. *Derim*, 34(2):113-121.
- Alım, E., Uzun, H.İ., & Aktürk, B. (2018). The effect of different application times of GA<sub>3</sub> on black myrtle berries (*Myrtus communis* L.). *The Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28:19-23.
- Angioni, A., Pirisi, F., Caboni, P., D'Aquino, S., Fadda, A., & Schirra, M. (2011). Effects of cold storage on quality traits of sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) berries and their alcoholic extracts. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 1:790-798.
- Aydın, C., & Özcan, M.M. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(2):453-458.
- Barboni, T., Cannac, M., Massi, L., Perez-Ramirez, Y., & Chiaramonti, N. (2010). Variability of

polyphenol compounds in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) berries from Corsica. *Molecules*, 15(11):7849-7860.

- Bayır, A. (2011). Üzüm, dut ve mersinin fenolik bileşik içerikleri ile antiradikal aktiviteleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Baytop, T. (2007). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, 515 s, Ankara.
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitap Evleri, 480 s, İstanbul.
- Clague, J.A., & Fellers, C.R. 1934. Relation of benzoic acid content and other constituents of cranberries to keeping quality. *Plant Physiology*, 9(3):631-636.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, 657s, Ankara.
- Davis, P.H. (1982). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. University Press, 172 pp, Edinburgh.
- De Oliveira, C.B., Comunello, L.N., Lunardelli, A., Amaral, R.H., Pires, M.G.S., Da Silva, G.L., Manfredini, V., Vargas, C.R., Gnoatto, S.C.B., De Oliveira, J.R. & Gosmann, G. (2017). Phenolic enriched extract of baccharis trimera presents anti-inflammatory and antioxidant activities. *Molecules*, 17(1):1113-1123.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295 s, Ankara.
- Ekşi, A., & Karadeniz, F. 2002. Fenoliklerin gıda bileşenleri olarak önemi. *Dünya Gıda*, 3:64-69.
- Fischer, U.A., Carle, R., & Kammerer, D.R. (2011). Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry*, 127(2):807-821.
- Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Heinonen, I. M., Mykkanen, H.M., & Torronen, A.R. (1999a). Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(6):2274-2279.
- Hakkinen, S., Heinonen, M., Karenlampi, S., Mykkanen, H., Ruuskanen, J., & Torronen, R. (1999b). Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, 32(45):345-353.
- Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Mykkanen, H.M., & Torronen, A.R. (2000). Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7):2960-2965.
- Kaplan, M., Najda, A., Klimek, K., & Borowy, A. (2019). Effect of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) inflorescence application on content of bioactive compounds and antioxidant potential of grape (*Vitis* L.) 'Einset Seedless' berries. *South African*

- Journal for Enology and Viticulture*, 40(1):1-10.
- Lu, J., Lamikna, O. & Leong, S. (1995). Effects of gibberellic acid on Muscadine Grape production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 108:360-361.
- Messaoud, C., & Boussaid, M. (2011). Myrtus communis berry color morphs: a comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds and antioxidant activities. *Chemistry Biodiversity*, 8(2):300-310.
- Montoro, P., Tuberoso, C.I.G., Piacente, S., Perrone, A., De Feo, V., Cabras, P., & Pizza, C. (2006). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5):1614-1619.
- Oğur, R. (1994). Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) hakkında bir inceleme. *Çevre Dergisi*, 10:21-25.
- Pereira, P., Cebola, M.J., Oliveira, M.C., & Gil, M.G.B. (2016). Supercritical fluid extraction vs conventional extraction of myrtle leaves and berries: comparison of antioxidant activity and identification of bioactive compounds. *The Journal of Supercritical Fluids*, 113:1-9.
- Pires, E.J.P., Pommer, C.V., Gelli, D.S., Terra, M.M., Passos, I.R.S., & Silva, A.C.P. (1990). The use of streptomycin and gibberellic acid to promote seedlees and looseness in Italy grapes. *Revista di Vilticultura edi Enologina Canegliano*, 2:23-29.
- Reynertson, K.A., Yang, H., Jiang, B., Basle, J.M., & Kennelly, E.J. (2008). Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible myrtaceae fruits. *Food Chemistry*, 109:883-890.
- Saldamlı, İ. 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 527 s, Ankara.
- Sarais, G., D'Urso, G., Lai, C., Pirisi, FM., Pizza, C., & Montoro, P. (2016). Targeted and untargeted mass spectrometric approaches in discrimination between *Myrtus communis* cultivars from Sardinia region. *Journal of Mass Spectrometry*, 51:704-715.
- Sardoei, A.S., Shahadadi, F., Vakili, M.A., & Gholamshahi, S. (2014). Effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on phenolic compounds and antiradical activity of marigold (*Calendula officinalis*). *International Journal of Biosciences*, 4(3):1-8.
- Serçe, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., & Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacogn Magazine*, 6:9-12.
- Şan, B., Yıldırım, A.N., Polat, M., & Yıldırım, F. (2015). Chemical composition of myrtle (*Myrtus communis* L.) genotypes having bluish-black and yellowish-white fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 57:203-210.
- Tuberoso, C.I.G., Barra, A., Angon, A., Sarritzu, E., & Pirisi, F.M. (2006). Chemical composition of volatiles in sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:1420-1426.
- Tuberoso, C.I.G., Rosa, A., Bifulco, E., Melis, M.P., Atzeri, A., Pirisi, F.M., & Dessì, M.A. (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food Chemistry*, 123:1242-1251.
- Uzun, H.İ., Aksoy, U., & Gözlekçi, Ş. (2014). Endüstriyel amaçlı organik siyah mersin yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tagem-10/Ar-Ge/02, Antalya.
- Uzun, H.İ., Aksoy, U., Gözlekçi, Ş., Bayır Yeğın, A. & Selçuk, N. (2016). Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'in değişik ekolojilerde verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. *Derim*, 33(2):159-174.
- Uzun, H.İ., Alım, E. & Baktır, İ. (2019). Effects of gibberellic acid applications on induction of partenocarpy in black myrtle fruits. *Acta Horticulturae*. 1242(2): 927-930.
- Yıldız, H., & Baysal, T. 2003. Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14):29-35.
- Zadernowski, R., Naczek M., & Nesterowicz, J. (2005). Phenolic acid profiles in some small berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6):2118-2124.



## Kültür koşullarında yetiştirilen farklı *Origanum* spp. türlerinin bazı verim ve kalite parametreleri

Fatma UYSAL BAYAR<sup>1</sup> Orçun ÇINAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: uysal.fatma@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-7130-5704

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):10-17  
doi:10.16882/derim.2020.605745

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 16.08.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 20.01.2020



### Öz

*Origanum* L. cinsi, hem dünyada hem de Türkiye'de birçok türe sahiptir. Bu türlerden özellikle *Origanum onites* L. ticarete konu olmuştur ve ekonomik bir değere sahiptir. Bu sebeple kültüre alma ve agronomi çalışmaları çoğunlukla bu tür üzerinde yapılmıştır. Ancak literatürde daha az yer olan *Origanum* cinsine ait diğer türlerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesine de ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, *O. onites* L.'ye ek olarak *Origanum sipyleum* L., endemik olan *Origanum laevigatum* Boiss ve *Origanum husnucan-baseri* h. duman ile aytaç & a. duran türleri, kültür koşullarında yetiştirilerek verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Deneme, 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, en uzun bitki boyu (121.60 cm) ve en fazla dal sayısı (64.00 adet bitki<sup>-1</sup>) *Origanum sipyleum* türünün ikinci yılı değerlerinden elde edilmiştir. Bitki başına yeşil herba verim değerleri ise, 44.00-304.57 g bitki<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Uçucu yağ oranı açısından en iyi değer *O. husnucan-baseri* den elde edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen türlerden *O. sipyleum* uçucu yağı için ana etken madde simen (%70.69); *O. laevigatum* için  $\beta$ -karyofilen (%27.76),  $\gamma$ -terpinen (%25.74) ve mirisen (%8.84); *O. husnucan-baseri* için ise simen (%51.54),  $\gamma$ -terpinen (%24.73), karvakrol (%6.51) ve timol (%6.20) olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kekik; Endemik; Yetiştirme; Simen; Karvakrol

### Yield and quality parameters of some cultivated *Origanum* spp. species

#### Abstract

*Origanum* L. genus have many species both in the world and in Turkey. *Origanum onites* L. is one of the economically important commercially grown oregano species. Therefore, cultivation and agronomic studies were concentrated on this species. Studies on determination of yield and quality characteristics of other *Origanum* species are needed. In this study, yield and quality characteristics of *O. onites*, *O. sipyleum*, endemic species *O. laevigatum* and *O. husnucan-baseri* species were investigated. The trials were conducted as 3 replicates according to the randomized complete block design in 2017 and 2018. The highest plant height (121.60 cm) and the highest branch number (64 pcs plant<sup>-1</sup>) were obtained from *O. sipyleum* in the second year. The fresh herb yield values per plant varied from 44.00 to 304.57 g/plant. The highest essential oil rate was obtained from *O. husnucan-baseri*. Cymene rate (70.69%) was higher in *O. sipyleum*. The main essential oil components of the *Origanum* species were cymene (70.69%) for *O. Sipyleum*;  $\beta$ -caryophyllene (27.76%),  $\gamma$ -terpinene (25.74%) and myrcene (8.84%) for *O. laevigatum*; cymene (51.54%),  $\gamma$ -terpinene (24.73%), carvacrol (6.51%) and thymol (6.20%) for *O. husnucan-baseri*.

**Keywords:** Origanum; Endemic; Cultivation; Cymene; Carvacrol

### 1. Giriş

Türkiye'de *Origanum*, *Thymus*, *Satureja*, *Thymbra* ve *Coridothymus* cinslerine ait birçok tür kekik olarak bilinmektedir. Kekik ismi ile bilinen bu türler *Lamiaceae* familyasına aittir. Türkiye'nin en zengin üç familyası arasında yer alan bu familyanın endemizm oranı %44.2'dir (Fakılı, 2010). *Origanum* L. cinsinin de dahil olduğu *Lamiaceae* (*Labiatae*) familyası yaklaşık 200 cins ve 3500 türü kapsamaktadır. Bu

familyada yer alan türler başta Akdeniz havzası ülkeleri olmak üzere Avustralya, Güney Batı Asya ve Güney Amerika'ya kadar yayılış göstermektedir. Ülkemizde bu familyaya ait 45 cins ve 546' dan fazla tür vardır. *Origanum* cinsi dünyada 41 türe sahiptir. Bu türlerin %75'i Akdeniz havzasında özellikle Doğu Akdeniz bölgesinde doğal olarak yayılış göstermektedir. Ülkemiz de bahsi geçen bölgede yer almaktadır ve *Origanum* L. cinsine ait türler bakımından zengin bir ülkedir. *Origanum* L. cinsi Türkiye

florasında da 23 tür ve 5 tür altı takson ile temsil edilmektedir. Bu türlerin 15 tanesi endemiktir. Ülkemiz, *Origanum* L. cinsine ait çok sayıda türün dünyadaki en önemli gen merkezidir (Baytop, 1984; Işık,1995). *Origanum* cinsi içinde yer alan birçok türün, sekonder metabolitler olan uçucu yağları vb özelliklerinden dolayı iç ve dış ticareti yapılmaktadır ve ekonomik bir öneme sahiptir (Özhatay vd., 1997).

Uçucu yağlar, çoğunlukla monoterpenler, seskiterpenler ve fenilpropanoidlerden oluşan ikincil bitki bileşenlerinin uçucu lipofilik karışımlarıdır (Khaosaad vd., 2006). Birçok bitkiden elde edilen uçucu yağlar antifungal, insektisit ve antimikrobiyel aktiviteleriyle bilinmektedirler. Bunların arasında kekik uçucu yağları gıda ürünlerini ve alkollü içecekleri tatlandırma kullanılmaktadır (Sivropoulou vd., 1996). Kekik uçucu yağları baskın bileşenler olarak karvakrol ve/veya timolü içerirler, bunları  $\gamma$ -terpinen, para-simen, linalol, terpinen-4-ol ve sabinen hidrat takip eder. Kekik'in kalitesi uçucu yağ miktarı ve içerisindeki maddeler ile belirlenir. Her iki parametre de genotipler, iklim özellikleri ve yapılan kültüre alma işlemlerinin farklılığına göre değişkenlik gösterir (Pirigharnaei vd., 2011).

Ülkemizde kekik'in bir kısmı doğadan toplanarak temin edilirken büyük bir kısmı da kültürel üretimden temin edilmektedir. Kekik ihrac ettiğimiz önemli tıbbi ve aromatik bitkiler arasında yer almaktadır. Dünya *Origanum* ihracatının %70'ten fazlasını Türkiye karşılamaktadır. *Origanum onites* L., Türkiye'den ihracat edilen *Origanum* türlerinin başında gelmektedir. Bu nedenle kültüre alma ve agronomi çalışmaları genelde bu tür üzerine yürütülmüştür. Ancak, tıbbi ve aromatik bitkilerde verimin yanında kalite parametreleri de çok önem arz etmektedir. Birçok tarım ürününde birim alandan daha yüksek verim amaçlanırken, tıbbi ve aromatik bitkilerde yüksek verimin yanında, birim alandan elde edilen etken madde verimi de dikkate alınmaktadır. Çünkü bu bitkilerde asıl kullanılan ve etkili olan kısım, başta uçucu yağ olmak üzere o bitkinin bileşimindeki maddelerdir. Bu nedenle *Origanum* cinsine ait diğer türlerin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada amaç; bazı kekik türlerinin verim yanında kalite özelliklerini belirlemek ve ticari olarak potansiyellerini

araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, *O. onites*'e ek olarak *O. sipyleum* ve endemik olan *O. laevigatum* ve *O. husnucan-baseri* türleri kültür koşullarında yetiştirilmiştir. Hasatla birlikte morfolojik, verim ve kalite özellikleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2017 ve 2018 yıllarında, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Aksu biriminde bulunan deneme tarlalarında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Bu araştırmanın materyalini, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan ikisi endemik dört *Origanum* türü oluşturmaktadır. Araştırma materyalini oluşturan *O. onites*, *O. sipyleum*, *O. laevigatum* ve *O. husnucan-baseri* türlerinin Türkçe isimleri, herbaryum numarası, toplama yerleri, yükseltisi, habitatu ve toplama tarihleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bitki tür teşhisleri Nezehat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nde Uzman Biyolog Burçin ÇINGAY tarafından yapılmış olup, bahçenin herbaryumunda örnekler saklanmaktadır. Denemenin yürütüldüğü 2017-2018 yıllarında, ortalama yağış, ortalama sıcaklık ve ortalama oransal nem, uzun yıllar ortalamalarına benzer değerler olduğu Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınan veriler ile belirlenmiştir. Hasat zamanı Haziran ayıdır ve hasat zamanını etkileyen önemli ölçümlerden biri sıcaklık değeridir. Bu ayda ilk yıl ortalama sıcaklık 26.30°C, ikinci yıl ise 25.50°C olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

Araştırma yerinin toprak özellikleri, deneme alanının farklı noktalarından alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir. Çizelge 3'de, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü toprak laboratuvarlarında yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçları verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü toprak; milli-killi bünyeye sahip, tuzsuz ve kuvvetli alkalidir. Çok yüksek kireç ve magnezyum; yüksek fosfor ve kalsiyumun yanında, orta düzeyde potasyum, yeterli mangan, demir ve bakır ihtiva etmektedir. Organik madde içeriği düşük ve yetersiz çinkoya sahiptir.

Denemede kullanılan fidanlar, 2016 yılı Ekim ayında klonal olarak üretilmiştir. Klonlar, köklenme serasında, 2:1 oranında perlit:torf ortamında, toz Naftalin Asetik Asit (NAA) kullanılarak köklendirilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma materyallerinin Latince ismi, Türkçe ismi, toplama yeri, yükseltisi, habitatu ve toplama tarihi

Latince ismi	Türkçe adı	Herbaryum numarası	Toplandığı yer	Rakım (m)	Habitat	Toplama tarihi
<i>O. sipyleum</i> (endemik)	Mor Mercan	NGBB 4603	B1 İzmir: Kemalpaşa, Nif dağı etekleri	1070	Makilik	07/08/2015
<i>O. husnucan-baseri</i> (endemik)	Hüsnücan	NGBB 5297	C4 Mersin: Gülnar, Olukpınar Köyü, Ermenek yolu, Erikderesi Mevkii	1330	Kalkerli kayalıklar	26/07/2015
<i>O. laevigatum</i>	Kır mercan	NGBB 6277	C5 Hatay: Samandağı, Çevlik'in yukarısı, Kapısuyu köyü, Antika çıkıntısı mevkii, (Der mabedi)	205	Harabe, kireçtaşı alanlar	28/06/2015
<i>O. onites</i>	Bilyalı kekik	NGBB 3525	B1 İzmir: Menderes, Değirmendere Şelale civarı	220	Makilik	06/08/2015

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklimsel veriler

İklim parametreleri	2017						2018					
	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.
Yağış (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	48.0	74.0	93.0	91.0	94.0	2.0	19.0
Ort.nisp.nem (%)	66.4	62.0	72.3	72.4	64.9	74.0	81.8	72.2	83.0	78.9	68.7	66.2
Ort.sıcaklık (°C)	25.8	29.4	27.9	25.2	19.7	14.4	12.0	10.8	12.8	15.0	18.5	23.2
En yüks.sıc (°C)	44.5	44.8	40.3	36.9	19.7	32.2	25.9	20.9	21.2	25.8	35.2	35.6
En düşük sıc (°C)	15.5	18.3	19.0	14.7	19.7	3.1	0.8	1.7	3.4	6.8	6.7	11.9
İklim parametreleri	2018						2019					
	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.
Yağış (mm)	65.0	18.0	0.0	13.0	24.0	57.0	156.0	300.0	127.0	72.0	149.0	7.0
Ort.nisp.nem (%)	72.8	65.8	71.2	65.1	67.3	72.5	78.0	85.1	80.1	76.7	75.6	71.9
Ort.sıcaklık (°C)	25.5	28.5	28.0	25.9	20.4	15.7	11.5	9.6	11.4	13.4	15.8	21.3
En yüks.sıc (°C)	38.0	43.3	40.8	40.7	35.5	31.5	21.6	17.6	20.6	27.4	27.6	36.3
En düşük sıc (°C)	16.3	18.2	17.2	15.2	7.2	7.2	0.0	0.8	3.6	2.5	5.6	9.9

Çizelge 3. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Değer	Değerlendirme
pH	8.6	Kuvvetli alkali
Kireç (%)	24.8	Çok yüksek
EC (ds m <sup>-1</sup> )	0.197	Tuzsuz
Kum (%)	15.0	
Kil (%)	43.0	Siltli kil
Silt (%)	42.0	
Organik madde (%)	1.9	Düşük
P (mg kg <sup>-1</sup> )	28.0	Yüksek
K (mg kg <sup>-1</sup> )	212.0	Yeterli
Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	3687.0	Yeterli
Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	583.0	Yüksek
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	5.4	Yeterli
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	6.5	Yeterli
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.2	Noksan
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	1.9	Yeterli

Denemeler, 13 Mart 2017 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Dikim sıklığı 40 x 20 cm olup her parselde 2 sıra, her sırada 10 bitki yer almıştır. Parsel büyüklüğü 0.8 x 2.0=1.6 m<sup>2</sup>'dir. Yetiştirme sürecinde, kimyasal bir gübreleme ve ilaçlama yapılmamıştır. Sulama 20 cm aralıklı damlatıcıları olan damla sulama boruları ile gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot ile mücadele için dikim öncesi, yüzeye malç serilmiştir.

Çiçeklenmenin gerçekleştiği dönem olan Haziran ayında hasat gerçekleştirilmiştir. İkinci yıl hasat, birinci yılda olduğu gibi, çiçeklenme dönemi olan Haziran ayında yapılmıştır. Bileşen analizleri ve verim değerleri hasat ile birlikte yapılan ölçüm ve gözlemler sonucu belirlenmiştir.

Hasattan önce; bitki boyu (cm) ve dal sayısı (adet), hasat ile birlikte; yeşil herba verimi ve

kuru herba verimi, hasattan sonra, kuru herbada; uçucu yağ oranı ve bileşenleri belirlenmiştir.

Uçucu yağ elde etme işleminden önce bitkinin kurutulma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için bitki laboratuvara getirildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Bitki Memmert marka kurutma fırınında 40°C'de 2 gün boyunca kurutulmuş bitkinin tamamen kuruması sağlanmıştır.

Çalışmada kullanılan bitkilerin uçucu yağları hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak Klevenger cihazında elde edilmiştir. Yaklaşık 20 g kuru herba üzerine 200 ml distile su eklenerek 2 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen uçucu yağ miktarı kullanılarak uçucu yağ oranı hesaplanmıştır (TSE, 2011).

Elde edilen uçucu yağların bileşenlerini belirleyebilmek için uçucu yağlar 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Uçucu yağ bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı ile kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak yapılmıştır. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 ml dk<sup>-1</sup> akış hızına sahip helyum gazı kullanılmış, numuneler cihaza 1 µl enjeksiyon hacminde 40:1 split oranı kullanılarak enjekte edilmiştir. Enjektör sisteminin sıcaklığı 250°C'de sabit tutulmuş, kolon sıcaklık programı 60°C (10

dakika), 60°C'den 220°C'ye 4°C dakika<sup>-1</sup> ve 220°C (10 dakika) olacak şekilde programlanmıştır. Bu sıcaklık programı kullanıldığında toplam analiz süresi 60 dakika olarak gerçekleşmiştir. Kütle dedeksiyonu için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV olarak uygulanmıştır. Uçucu yağ-bileşenlerinin teşhisi yapılırken WILEY ve OIL ADAMS kütüphanelerinin sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzde oranları FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak tespit edilmiştir (Karik vd., 2018).

Elde edilen sonuçlardaki istatistiki farklılıklar Genel Lineer Modelinde %5 ve %1 önemlilik düzeylerine göre varyans analizine tabi tutulmuştur (SAS, 1998). Önemli farklılıklar olduğu zaman, ortalamaları karşılaştırmak için %5 önemlilik oranda Duncan testine tabi tutulmuştur (Gülümser vd., 2006).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi, kuru herba verimi ve uçucu yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve elde edilen değerler Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmiştir. Türler arasında bitki boyu ve dal sayısı açısından istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir fark vardır.

Çizelge 4. Bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi, kuru herba verimi ve uçucu yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması				
		Bitki boyu	Dal sayısı	Yeşil herba verimi	Kuru herba verimi	Uçucu yağ oranı
Yıl	1	7597.0416**	969.0104**	43538.9053**	1571.8872**	1.3537**
Blok	4	73.6354	17.4270	361.9600	43.4958	0.0395
Tür	3	2507.3750**	1056.3437**	28914.2700**	3714.9406**	4.8766**
Yıl*Tür	3	767.7083**	382.7881**	9062.6546**	736.2835**	0.4833**
Hata	12	53.5520	12.3993	443.3451	21.1776	0.0273
CV (%)		11.03	11.24	14.30	8.72	11.67

Çizelge 5. Bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi, kuru herba verimi ve uçucu yağ oranlarının tür ve yıllara göre ortalaması

İncelenen özellikler	Bitki boyu (cm)		Dal sayısı (adet)		Yeşil herba verimi (g bitki <sup>-1</sup> )		Kuru herba verimi (g bitki <sup>-1</sup> )		Uçucu yağ oranı (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
<i>O. sipyleum</i>	64.00 bc	121.60 a	29.65 c	64.00 a	97.10 ce	198.73 b	40.01 d	84.22 a	0.33 e	0.42 e
<i>O. laevigatum</i>	40.70 d	45.00 cd	18.17 de	15.00 e	64.49 de	44.00 e	23.48 e	14.31 e	0.88 d	1.03 cd
<i>O. husnucan baseri</i>	39.00 d	84.34 b	30.00 c	43.67 b	118.80 cd	211.83 b	47.06 cd	57.40 cd	1.44 c	2.75 a
<i>O. onites</i>	50.67 cd	84.67 b	22.00 ce	28.00 cd	137.99 c	304.57 a	68.03 b	87.40 a	2.07 b	2.42 ab

Elde edilen değerler incelendiğinde bitki boyunun 39.00 cm ile 121.60 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 5'de en yüksek değer *O. sipyleum* türünün ikinci yılından, en düşük değer ise *O. husnucan-baseri* türünün ilk yılından elde edildiği görülmektedir. Türlerin bitki dal sayıları ise 15.00 ile 64.00 arasında değişim gösterirken en yüksek dal sayısı *O. sipyleum* türünün ikinci yılından elde edilmiştir. Bu türü 43.67 adet dal sayısı ile *O. husnucan-baseri* takip etmiştir. En düşük dal sayısı ise *O. laevigatum* türünün ikinci yılından elde edilmiştir.

Bayram vd. (1998), farklı lokasyonlardan topladıkları *O. onites* popülasyonlarını Bornova ekolojik koşullarında denemeye almışlardır. Bitki boylarını 40.50 cm ile 55.50 cm arasında bulmuşlardır. Fakılı (2010) ise, yürüttüğü yüksek lisans tez çalışmasında Mancak (2002)'nin *Origanum* cinsine ait yine endemik bir başka tür olan *Origanum micranthum* türünde kültüre alma çalışmaları yürüttüğünü bildirmiştir. Mancak (2002) yürüttüğü bu çalışmada, ilk biçim ve ikinci biçimde sırasıyla, bitki boyu ortalamasını 13.72 cm ve 15.13 cm, dal sayısını 6.34 adet bitki<sup>-1</sup>-9.10 adet bitki<sup>-1</sup> olarak tespit etmiştir. Kaçar vd. (2006), yaptıkları çalışmada *O. onites* türünün bitki boyunu 25.10-46.00 cm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Türkmenoğlu (2015), *O. sipyleum* türünü süs bitkisi olarak potansiyelini araştırdığı çalışmada ise bitki boyunu 72.24 cm olarak tespit etmiştir. Araştırmadan elde edilen bitki boyu ölçümleri ve dal sayısı büyük ölçüde, farklı araştırmacıların elde ettiği değerler arasında yer alırken endemik olan *O. sipyleum* türünün boyu ve dal sayısı diğerlerinden fazla bulunmuştur. Bitki boyu ve dal sayısı değerlerinin diğer çalışmalardan farklı çıkması, tarımsal işlemlerin, dikim zamanının, ekolojinin, iklim ve coğrafi faktörlerin farklılığından kaynaklanabilir.

Türlere ait verim değerleri Çizelge 5'de sunulmuştur. Yapılan istatistik analizi sonucunda türler arasında yeşil ve kuru herba verimi açısından %1 düzeyinde önemli bir farkın olduğu görülmektedir. Gruplandırılmaları incelediğimizde birçok tür farklı grupta yer alırken, yeşil herba verim değeri 44.00-304.57 g bitki<sup>-1</sup> arasında değişim göstermektedir. En yüksek yeşil herba verimi *O. onites* türünün ikinci yılından elde edilirken en düşük yeşil herba verimi *O. laevigatum* türünün

ikinci yılından elde edilmiştir. Türler arasında kuru herba verimi 14.31-87.40 g da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. En yüksek kuru herba verim değeri, yeşil herba değeri ile doğru orantılı olarak *O. onites* türünün ikinci yılına (87.40 g bitki<sup>-1</sup>) aittir. Bu türü *O. sipyleum* (84.22 g bitki<sup>-1</sup>) takip etmiştir. En düşük kuru herba verimi, *O. laevigatum* türünde tespit edilmiştir. *O. laevigatum* türünün dal sayısının da ikinci yılda en az olması verim düşüklüğünü etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bazı doğal türlerin biçime iyi tepki vermeyebileceği tahmin edilmektedir. Telci (2015), aşırı kısa yapılan biçimlerde, yeni oluşan tomurcuklar zarar göreceğinden biçim sonrası gelişmeyi olumsuz etkileyeceğini bildirmiştir. Yüksek verim değerlerine her bitkiye özgü yetiştirme tekniklerinin belirlenmesiyle ulaşılabilir. Özellikle çok yıllık ve bir vejetasyon döneminde birden daha çok hasat yapılan bitkilerde yapılan biçimin yüksekliği verimi etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Erken vd., 2007). Yeni kültüre alınan türlerde biçim yüksekliği, dikim sıklığı vb. kriterleri belirlemek amacıyla çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bayram vd. (1998), *O. onites* türüne ait popülasyonlarda yürüttükleri bir çalışmada kuru herba verim değerlerini 53.20-169.30 g bitki<sup>-1</sup> arasında bulmuşlardır. Bayram vd. (2001), yürüttükleri bir diğer çalışmada en yüksek yeşil herba verimini 404.6 g bitki<sup>-1</sup> en yüksek drog herba verimini 136.5 g bitki<sup>-1</sup> olarak belirtmişlerdir. Mancak (2002), *O. micranthum* türünde, ilk biçim ve ikinci biçimde sırasıyla, taze herba verimini 11.41 g bitki<sup>-1</sup> ve 13.39 g bitki<sup>-1</sup>, kuru herba verimini 4.40 g bitki<sup>-1</sup> ve 6.59 g bitki<sup>-1</sup> olarak tespit etmiştir. Çalışmada yer alan *O. onites* türüne ait verim değerleri daha önce *O. onites* türünde yürütülen çalışmalara yakın bulunurken, endemik olan *O. sipyleum* ve *O. husnucan-baseri* türlerinin verim değerleri yine endemik olan *O. micranthum* türünün verim değerinden çok daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 5 incelendiğinde, yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda türler arasında uçucu yağ oranı açısından %1 düzeyinde önemli bir farkın olduğu görülmektedir. Uçucu yağ oranları %0.33-2.75 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek uçucu yağ oranı *O. husnucan-baseri* türünün ikinci yılından elde edilmiştir ve bunu *O. onites* türünün ikinci yılı izlemiştir. En düşük uçucu yağ oranı ise *O. sipyleum* türünün ilk yılında tespit edilmiştir.



*Origanum onites* türünün yıllara göre uçucu yağ bileşenleri Çizelge 6'da verilmiştir. Kaçar vd. (2006), *O. onites* türünde yürüttükleri çalışmada çiçek ve yaprakta uçucu yağ oranlarını incelemişlerdir. Çiçekte uçucu yağ oranını %2.85-4.53 arasında, yaprakta ise %1.88-3.06 arasında tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada uçucu yağdaki ana bileşenin karvakrol olduğunu belirlemişlerdir. Avcı ve Bayram (2013) ise aynı türde Bornova ve Dikili'de yürüttükleri çalışmada sırasıyla ortalama uçucu yağ oranlarını %2.58-4.00, %1.63-3.58 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Karvakrol oranını ise Bornova'da ortalama %82.17, Dikili'de %84.61 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada, daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara paralel olarak *O. onites*

türünün uçucu yağ ana bileşen maddesi karvakrol olarak belirlenmiştir. İlk yıl karvakrol oranı %70.59 çıkarken, ikinci yıl %69.20 çıkmıştır.

*Origanum sipyleum* türünün yıllara göre uçucu yağ bileşenleri Çizelge 6'da verilmiştir. Bu türe ait ana bileşenin simen olduğu belirlenmiştir. İlk yıl simen oranı %69.44 olarak tespit edilirken, ikinci yıl %71.94 olarak tespit edilmiştir. Başer vd. (1992), *O. sipyleum*'un uçucu yağ oranının %0.1-1.7 arasında olduğunu, uçucu yağda tespit edilen bileşen sayısının 48 ve bu bileşenlerin en yüksek orana sahip olan bileşenlerin  $\gamma$ -terpinen (%10.80-26.60) ve  $p$ -simen (%3.76-36.60) olduğunu bildirmişlerdir. Erbaş ve Fakir (2012)'de yaptıkları çalışmada

Çizelge 6: *O. onites*, *O. husnucan-baseri*, *O. sipyleum* ve *O. laevigatum* türlerinin uçucu yağ bileşen oranları (%)

Türler	<i>O. onites</i>			<i>O. sipyleum</i>			<i>O. husnucan-baseri</i>			<i>O. laevigatum</i>		
	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.	2017	2018	Ort.
$\alpha$ -pinen	0.49	0.71	0.60	0.47	0.40	0.44	0.79	0.59	0.69	te	te	te
$\alpha$ -thujen	1.06	1.56	1.31	0.82	0.69	0.76	1.54	1.14	1.34	4.90	4.79	4.85
Mirisen	1.86	1.83	1.85	0.93	0.78	0.86	1.89	1.23	1.56	9.49	8.19	8.84
$\alpha$ -terpinen	1.53	1.23	1.38	1.42	1.33	1.37	3.05	1.95	2.50	2.32	1.21	1.76
$\gamma$ -Terpinen	5.79	4.89	5.34	17.45	18.01	17.73	26.97	22.50	24.73	23.65	27.83	25.74
Simen	3.65	4.95	4.30	69.44	71.94	70.69	40.27	62.80	51.54	0.91	0.88	0.89
<i>trans</i> -sabinen hidrat	0.42	0.59	0.51	0.18	0.16	0.17	0.20	0.15	0.17	te	te	te
Linalol	1.88	0.22	1.05	te	te	te	te	te	te	te	te	te
<i>cis</i> -sabinen hidrat	0.55	0.56	0.56	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Linalil asetat	0.46	0.27	0.37	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Terpinen-4-ol	1.31	1.04	1.18	0.38	0.32	0.35	te	te	te	4.52	3.32	3.92
$\beta$ -karyofilen	1.55	1.78	1.67	1.27	1.16	1.22	1.75	1.58	1.66	25.54	29.98	27.76
Borneol	1.09	2.15	1.62	te	te	te	te	te	te	te	te	te
$\beta$ -bisabolol	5.79	6.97	6.38	0.35	0.30	0.32	0.85	0.35	0.60	te	te	te
Karvakrol	70.59	69.20	69.90	3.40	1.50	2.45	10.05	2.97	6.51	te	te	te
Timol	0.32	0.52	0.42	1.94	1.73	1.83	10.14	2.26	6.20	1.08	1.06	1.07
$\alpha$ -terpineol	0.29	0.23	0.26	te	te	te	te	te	te	te	te	te
<i>cis</i> - $\alpha$ -bisabolol	0.25	0.31	0.28	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Kamfen	0.00	0.53	0.27	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Fellandren	0.00	0.22	0.11	te	te	te	0.47	0.16	0.32	te	te	te
Limonen	0.00	0.26	0.13	0.29	0.25	0.27	0.36	0.32	0.34	te	te	te
Germakren	1.04	1.04	1.04	te	te	te	te	te	te	8.20	6.60	7.40
Farnesol	1.03	0.00	0.52	te	te	te	te	te	te	te	te	te
$\alpha$ -humulen	te	te	te	0.23	0.20	0.22	0.27	0.29	0.28	2.20	1.11	1.65
1-octen-3-ol	te	te	te	0.85	0.71	0.78	0.61	0.78	0.69	te	te	te
$\beta$ -pinen	te	te	te	te	te	te	0.18	0.16	0.17	1.68	1.59	1.63
Küminal	te	te	te	0.58	0.52	0.55	te	te	te	te	te	te
Karyofilen oksit	te	te	te	te	te	te	0.33	0.00	0.16	te	te	te
$\alpha$ -bisabolol	te	te	te	te	te	te	0.24	0.00	0.12	te	te	te
Spatulenol	te	te	te	te	te	te	0.15	0.00	0.07	te	te	te
$\beta$ -osimen	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1.62	1.55	1.59
$\alpha$ -kübeben	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1.89	1.81	1.85
Bisiklogermakren	te	te	te	te	te	te	te	te	te	8.41	6.61	7.51
$\delta$ -kadinen	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1.20	1.15	1.17
Spatulenol	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1.19	1.15	1.17
$\alpha$ -kadinol	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1.21	1.18	1.20

te: tespit edilmedi

*O. sipyleum*'un uçucu yağ oranını %0.16 ve uçucu yağdaki en yüksek 3 ana bileşeni ise  $\gamma$ -terpinen (%45.46), *p*-simen (%24.29) ve karyofilen (% 9.74) olarak bulmuşlardır.

*Origanum husnucan-baseri* türünün yıllara göre uçucu yağ bileşenleri Çizelge 6'da verilmiştir. *O. husnucan-baseri* türüne ait uçucu yağda ana bileşen olarak ilk ve ikinci yıl ortalama olarak simene (%51.54),  $\gamma$ -terpinen (%24.73), karvakrol (%6.51), timol (%6.20) tespit edilmiştir. Başer vd. (1998), *O. husnucan-baseri* türünün uçucu yağında ana bileşen olarak borneol (% 20.23),  $\alpha$ -terpineol (%11.46) ve trans-sabinen hidrat (%10.97) olduğunu tespit etmiştir. Uysal vd. (2011) ise, *O. husnucan-baseri* türünden iki farklı şekilde uçucu yağ elde etmişler ve elde edilen her iki yağın ana bileşenlerini borneol (% 15.2-12.8),  $\alpha$ -terpineol (%12.3-10.8) ve trans-sabinen hidrat (%11.8-9.92) olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalardan farklılık göstermektedir. Başer (2002), farklı yerlerden toplanan örneklerin uçucu yağında farklı bileşenlerin oluşabileceğini bildirmiştir. Kark ve Tınmaz (2007) yaptıkları çalışmada, *Origanum vulgare* türüne ait diğer alt türler uçucu yağları esas alındığında birçok farklı kemotipler ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Hacıoğlu (2014), yürütmüş olduğu yüksek lisans çalışmasında, *Origanum majorana*'da lokasyonlar arası farklılık bulmuş ve bu durumu lokasyonlar arası gözlenen farkın coğrafik konum, iklimsel çeşitlilik ve kemotip veya ekotip varlığı ile açıklamıştır. *Origanum laevigatum* türünün yıllara göre uçucu yağ bileşenleri Çizelge 6'da verilmiştir. *O. laevigatum* türüne ait uçucu yağda ana etken madde  $\beta$ -karyofilen,  $\gamma$ -terpinen ve mirisen olarak tespit edilmiştir.  $\beta$ -karyofilen ilk yıl %25.54, ikinci yıl ise %29.98,  $\gamma$ -terpinen ilk yıl %23.65, ikinci yıl ise % 27.83 olarak belirlenmiştir. Tucker ve Maciarelle, (1992) ve Başer vd. (1996), *O. laevigatum* türünün uçucu yağ bileşeninin ana etken maddesinin bisiklogermakrene, germakren ve  $\beta$ -karyofilen olduğunu belirlemiştir. Yürütülen çalışmada,  $\beta$ -karyofilen bileşeninin varlığı diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

#### 4. Sonuç

*Origanum* cinsine ait dört türün verim ve kalite özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, *O. onites* türüne ek olarak *O. husnucan-baseri*, *O.*

*sipyleum* ve *O. laevigatum* türlerinin de kültür koşullarında yetiştirme potansiyeli olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak verim açısından *O. onites* türünü geçen bir tür olmamıştır. Uçucu yağ oranı bakımından ise en iyi değer *O. husnucan-baseri*'den elde edilmiştir. Türlerin, ticari potansiyellerini belirleyen unsurların başında verim gelmekle birlikte, buna ek olarak kalite vazgeçilmez unsurlardan biridir. Sekonder metabolitler olan uçucu yağları içeren türlerde, başta uçucu yağ oranı olmak üzere, uçucu yağ bileşimindeki maddelerin belirlenmesi türlerin kalitesi ve kullanılabileceği alanlar hakkında bilgi verir. Bu çalışmada, farklı türlerin farklı oranlarda bileşenlere sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle *O. sipyleum* türünün simen oranının (ort. %70.69) yüksek olduğu tespit edilmiştir. *Origanum sipyleum* türünün simen kaynağı olarak kullanılabileceği söylenebilir.

#### Kaynakça

- Avcı, A.B., & Bayram, E. (2013). Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1):13-20.
- Başer, K.H.C., Tümen, G., Özek, T., & Kürkcüoğlu, M. (1992). Composition of the essential oil of *Origanum sipyleum* of Turkish origin. *Journal of Essential Oil Research*, 4(2):139-142.
- Başer, K.H.C., Özek, T., Kürkcüoğlu, M., & Tümen, G. (1996). Essential oil of *Origanum laevigatum* Boiss., *Journal of Essential Oil Research*, 8(2):185-186.
- Başer, K.H.C., Kürkcüoğlu, M., Duman, H., & Aytaç, Z. (1998). Composition of the essential oil of *Origanum husnucan-baseri* H. Duman, Z. Aytaç et A. Duran, a new species from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 10(4):419-421.
- Başer, K.H.C. (2002). Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4):527-545.
- Bayram, E., Özay, N., Geren, H., & Ceylan, A. (1998). Aydın ili İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) populasyonlarında kemotiplerin belirlenmesi ve seleksiyonu üzerine araştırma. *Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi*, 2:305-313.
- Bayram, E., Geren, H., Özay, N., & Ceylan, A. (2001). Çanakkale-Balıkesir yöresi İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) populasyonlarının bazı agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırma. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:249-254.
- Baytop, T. (1984). Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi (geçmişte ve bugün), İstanbul Üniversitesi: 3255, Eczacılık Fakültesi Ders Kitabı 520 s., İstanbul.
- Erken, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., & Bayram, E. (2007). Farklı biçim yüksekliklerinin adaçayı



- (*Salvia officinalis* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1):55-70.
- Erbaş, S., & Fakir, H., (2012). Türkiye'nin Batı Akdeniz Yöresinde doğal olarak yetişen dağ çayı (*Sideritis libanotica* Labill. subsp. *linearis* (Benth) Bornm) ve bayır kekiği (*Origanum sipyleum* L.) türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13:119-122.
- Fakılı, O. (2010). Türkiye'de Kekik Adı İle Anılan Bitkiler Konusunda Yapılan Çalışmaların Envanteri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Hacıoğlu, A. (2014). K.K.T.C.'de Doğal Olarak Yetişen Farklı Lokasyonlardan Toplanan *Origanum majorana* L., *Origanum syriacum* L. ve *Thymus capitatus* L. Türlerinin Uçucu Yağ Bileşimi. K.K.T.C. Yakın Doğu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmastik Botanik Anabilim Dalı, Lefkoşa.
- Işık, S., Gönüz, A., Arslan, Ü., & Öztürk M. (1995). Afyon İlindeki türlerin etnobotanik özellikleri. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 2(1):161-166.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., & Pekşen, E. (2006). Araştırma ve Deneme Metotları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı: 48, 264 s., Samsun.
- Kaçar, O., Göksu, E., & Azkan, N. (2006). İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) farklı sıklıkların bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(2):51-60.
- Karık, Ü., & Tınmaz, A.B., 2007. İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) popülasyonlarında farklı biçim zamanlarının verim ve kaliteye etkileri. *Bahçe* 36(1-2): 37-48.
- Karık, Ü., Çınar, O., Tunçtürk, M., Sekeroğlu, M., & Gezici, S. (2018). Essential oil composition of some sage (*Salvia* spp.) species cultivated in İzmir (Turkey) ecological conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4):102-107.
- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., & Novak, Ş. (2006). Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). *Mycorrhiza*, 16(6):443-446.
- Mancak, R. (2002). Endemik *Origanum micranthum* vogel türünün kültüre alınma olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S., & Byfield, A. (1997). Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma, destekleyen: Wwf-UK& Stanley Smith Horticultural Trust s.51, İstanbul.
- Pirigharnaei, M., Zare, S., Heidary, R., Khara, J., Emamali Sabzi, R., & Kheiry, F. (2011). The essential oils compositions of Iranian Oregano (*Origanum vulgare* L.) populations in field and provenance from Piranshahr district, West Azarbaijan province, Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 1(2):106-114.
- SAS Institute (1998). INC SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA.
- Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T., & Arsenakis, M. (1996). Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(5):1202-1205.
- Telci, İ. (2005). Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinde uygun biçim yüksekliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2):77-83.
- TSE (2011). Baharatlar, çeşniler ve tıbbi bitkiler-Uçucu yağ muhtevasının tayini (hidrodistilasyon yöntemi). [https://intweb.tse.org.tr / standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073101116110090107107049085101043067](https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073101116110090107107049085101043067). Erişim tarihi: 15 Kasım 2019.
- Tucker, O., & Maciarelle, M. (1992). The essential oils *Origanum laevigatum*, Boiss. (Labiatae). *Journal of Essential Oil Research*, 4: 419-420.
- Türkmenoğlu, G. (2015). Isparta yöresinde doğal yayılış gösteren bazı bitki türlerinin kesme ve kuru çiçekçilikte kullanım olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Uysal, B., Sozmen, F., Kose, E., Odabaş, Deniz, İ.G., & Oksal, B.S. (2011). Solvent-free microwave extraction and hydrodistillation of essential oils from endemic *Origanum husnucanbaseri* H. Duman, Aytac & A. Duran: comparison of antibacterial activity and contents. *Natural Product Research* 24(17):1654-1663.

# Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi

Resul ALTIN<sup>1</sup> Sahriye SÖNMEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ssonmez@akdeniz.edu.tr

ORCID:0000-0003-2753-2296

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):18-26  
doi:10.16882/derim.2020.613100

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 29.08.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 12.01.2020



## Öz

Bu çalışma, Muğla-Dalaman yöresi sulama sularının sulama suyu kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Dalaman yöresi sınırları içerisinde 3 farklı mevkii (Kapıkargın, Gürköy ve Atakent) belirlenmiş ve bu mevkilerden Ekim-Kasım 2017 (1. Dönem), Şubat-Mart 2018 (2. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (3. Dönem) dönemlerinde toplam 54 adet su örneği alınmıştır. Örneklerde pH, EC, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> analizleri yapılarak, SAR ve %Na değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; sulama sularının pH'larının 6.87-8.41, EC'lerinin 523-7990 µS cm<sup>-1</sup>, SAR değerlerinin 0.09-12.37 me L<sup>-1</sup>, %Na'larının %1.58-56.58, Cl<sup>-</sup> içeriklerinin 0.08-72 me L<sup>-1</sup>, SO<sub>4</sub> içeriklerinin 0.38-29.38 me L<sup>-1</sup> ve RSC değerlerinin ise -51.32-29.38 me L<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. Dalaman ilçesi sulama sularının pH'larının genel olarak hafif alkali ve alkali reaksiyon gösterdikleri; orta tuzlu (C<sub>2</sub>) ve fazla tuzlu (C<sub>3</sub>) sınıfa girdikleri ve EC'lerinin 1. Dönemden 3. Döneme doğru arttığı; SAR ve %Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı ve 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı belirlenmiştir. Su örneklerinin Cl, SO<sub>4</sub> içerikleri ve RSC değerlerinin değişkenlik göstermekle beraber, büyük çoğunluğunun 1. ve 2. sınıf sulama suyu olduğu ve suların Cl ve SO<sub>4</sub> içeriklerinin 1. dönemden 3. döneme doğru artış gösterdiği, RSC değerlerininse azaldığı saptanmıştır. Mevkiler değerlendirildiğinde; sulama sularının EC, SAR, %Na, Cl, SO<sub>4</sub> bakımından en problemli mevkinin Kapıkargın mevkii olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; sulama sularının büyük bölümünün EC yönünden problemli olduğu ve tarımsal üretimde kullanılmaması gerektiği, eğer kullanılacaksa gerekli önlemlerin alınması gerektiği, ancak %Na ve Cl bakımından herhangi bir problemlerinin olmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama suyu; Elektriksel iletkenlik; SAR; %Na; Dalaman

## Determination of the irrigation water qualities in Muğla-Dalaman district and investigation of its seasonal changes

### Abstract

This study was carried out to determine the irrigation water quality, and to investigate the seasonal changes of irrigation water in Muğla-Dalaman region. For this purpose, 3 locations (Kapıkargın, Gürköy and Atakent) were determined and 54 water samples were taken in October-November 2017 (1<sup>st</sup> period), February-March 2018 (2<sup>nd</sup> period) and May-June 2018 (3<sup>rd</sup> period). pH, EC, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> analyzes were performed, sodium absorption rate (SAR) and Na% values were calculated. It was determined that the pH values of the samples ranged from 6.87 to 8.41; EC values from 523 to 7990 µS cm<sup>-1</sup>; SAR values from 0.09 to 12.37 me L<sup>-1</sup>; Na values from 1.58 to 56.58%; Cl<sup>-</sup> from 0.08 to 72 me L<sup>-1</sup>; SO<sub>4</sub> contents from 0.38 to 29.38 me L<sup>-1</sup> and RSC values from -51.32 to 29.38 me L<sup>-1</sup>. The pH values generally showed slightly alkaline and alkaline reactions; it was determined to be classified as C<sub>2</sub> (medium) and C<sub>3</sub> (high) salinity, and EC values increased from 1<sup>st</sup> period to 3<sup>rd</sup> period. It was determined that SAR and Na values were in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> class and decreased from 1<sup>st</sup> to 3<sup>rd</sup> period. When evaluated in terms of locations, it was seen that the most problematic location of the irrigation waters taken in terms of EC, SAR, Na%, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> was Kapıkargın. As a result, it was determined that most of the irrigation waters are problematic in terms of EC and should not be used in agricultural production, if necessary, necessary precautions should be taken, but they do not have any problems in terms of Na% and Cl<sup>-</sup>.

**Keywords:** Irrigation water; Electrical conductivity; SAR; Na %; Dalaman

## 1. Giriş

Tarımsal üretimde ürün miktarının artırılması, ancak bitki gelişimini etkileyen faktörlerin

sağlanmasıyla yapılabilmektedir. Sulama bitki gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Doğal koşullarda yağışlar, bitkilerin su ihtiyaçlarını karşılayamadığı için sulama bitki

gelişimi için büyük bir önem teşkil etmektedir. Ancak sulamada kullanılacak suyun kaliteli bir sulama suyu olması son derece önemlidir.

Suyun çeşitli amaçlar için kullanımına uygunluğunu belirtmek için, "su kalitesi" deyimini kullanılmaktadır. Sulama suyu kalitesinin uygun olması tarımda elde edilecek verimin yükselmesi bakımından son derece önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavramsal olarak su kalitesi; su kaynağının özel bir amaçla kullanımını etkileyecek olan karakteristiklerine işaret etmektedir. Kalite; bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerle belirlenebilmektedir (Ayers ve Westcot, 1989). Tarım alanlarında kullanılacak kaliteli bir sulama suyu, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterli düzeyde ve uygun oranlarda bulunduran ve bitki gelişimini sınırlandıran maddeleri içermeyen veya az miktarda içeren sulardır (Munsuz ve Ünver, 1995).

Sulama suyu kalitesi bitki gelişimine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde etki etmektedir. Doğrudan etkisi, sulama suyunun bitki özsuyundaki basıncı değiştirmesi, dolaylı etkisi ise toprak özellikleri üzerindeki olumsuz etkiyle toprak verimliliğini düşürmesi sonucu olmaktadır (Ayyıldız, 1976). Sulama suyu kalite kriterleri dört grupta toparlanabilir. Bunlar; Na iyonunun diğer katyonlara nispi oranı, eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu, bor (B) gibi toksik iyonların konsantrasyonu, Ca ve Mg konsantrasyonu ile ilgili olarak  $\text{HCO}_3^-$  iyon konsantrasyonudur (Ayyıldız, 1990).

Zengin ve Bayraklı (1992), 1991 yılı Temmuz ve Ekim aylarında Konya Ovası'nı temsilen aldıkları 14 adet yerüstü ve yeraltı sulama suyu örneğinin bitki beslenmesi açısından niteliklerini (pH, EC, SAO, BSK, ÇSY), kimyasal içeriklerini ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ) ve iz elementlerini (Fe, Cu, Mn, Zn, B) belirlemişlerdir. Analizler sonucunda yeraltı sulama sularının yerüstü sulama sularına göre daha düşük pH, değerlerine göre S.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği sondaj suyunun daha fazla  $\text{Ca}^{++}$  ve Fe, Konya şehir kanalizasyonunun daha yüksek  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{HCO}_3^-$ , Arapçayırı Ana Drenaj Kanalının daha fazla EC,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  ve Mn, Hotamış Gölü'nün daha yüksek  $\text{SO}_4^-$  ve Mn, Apa Barajı sulama suyunun daha fazla Fe ve Zn ve Akşehir Gölü'nün ise daha yüksek pH,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$  ve B değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı Ana Drenaj Kanalı, Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü suları çok yüksek EC değerlerine sahip olduklarından ( $\text{C}_4-2.250 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'den fazla) zararlı bulunmuşlardır. Sodiklik bakımından yine Arapçayırı Ana Drenaj Kanalı ve Akşehir Gölü suları yüksek  $\text{Na}^+$  içeriklerinden dolayı zararlı görülmüşlerdir. Bor elementini fazlaca bulundurduklarından Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü suları bitkiler için toksik olarak nitelendirilmişlerdir. İvriz, May, Apa, Altınapa Barajları, Beyşehir ve Çavuşçu Gölü ile Göksu Nehri suları problemsiz, yani iyi kaliteli sulama suları olarak değerlendirilmiştir.

Zengin vd. (2002), Konya Çumra Ovası'nın sulanmasında kullanılan Beyşehir Gölü ve diğer su kaynaklarının kalitelerini araştırmışlar ve Beyşehir Gölü suyunun  $\text{C}_2\text{S}_1$  kalitesinde olduğunu ve gölden Çumra Ovası'na doğru gittikçe hem kanal suyunun hem de başka su kaynaklarının kalitelerinin düştüğünü rapor etmişlerdir.

Antalya yöresi kuyu sularının tuzluluk durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, Kumluca İlçesindeki suların %37.52'sinin  $\text{C}_2$ , %62.5'inin  $\text{C}_3$ , Finike'de %75'inin  $\text{C}_2$ , %14.3'ünün  $\text{C}_3$ , %10.7'sinin  $\text{C}_4$ , Demre'de %1.2'sinin  $\text{C}_1$ , %22.6'sinin  $\text{C}_2$ , %73.8'inin  $\text{C}_3$  ve %2.4'ünün de  $\text{C}_4$  sınıfına girdiği belirlenmiştir. Çalışmada; Demre, Finike ve Kumluca yörelerindeki su örneklerinin SAR ve %Na bakımından herhangi bir sorununun olmadığı ve 1. sınıfta yer aldıkları belirtilmiştir (Sönmez vd., 2004).

Yıldıztekin (2007), Muğla Karabağlar yöresinin kuyu sularının sulama suyu kalitesini ve ağır metal içeriklerini incelediği çalışmasında, kuyu sularından dört mevsim boyunca su örneği almıştır. Alınan sulama sularının kalitesinin sonbahar mevsiminde %30'unun  $\text{C}_2\text{S}_1$ ; %70'inin  $\text{C}_3\text{S}_1$ , kış mevsiminde %50'sinin  $\text{C}_2\text{S}_1$ ; %50'sinin  $\text{C}_3\text{S}_1$ ; ilkbahar mevsiminde %40'ünün  $\text{C}_2\text{S}_1$ ; %60'ünün  $\text{C}_3\text{S}_1$ ; yaz mevsiminde ise %35'inin  $\text{C}_2\text{S}_1$ ; %65'inin  $\text{C}_3\text{S}_1$  sınıfına girdiğini belirlemiştir. Mevsimsel olarak alınan su örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde; ağır metal ve iz elementlerden Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Cd konsantrasyonlarının izin verilen sınır değerleri aşmadığı ve B konsantrasyonlarının tüm kuyularda 1. sınıf sulama suyu özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Zengin vd. (2008),

Konya İli'nde sulama suyu kalitesi, çölleşme ve alınması gerekli önlemleri bildirdikleri araştırmalarında, il genelinde son yıllarda yeraltı ve yerüstü sularında azalmaların görüldüğünü ve kalitelerinin giderek bozulduğunu, bunların sebeplerinin de daha çok tarım arazisinin sulamaya açılması, tarımsal uygulamalar ve küresel iklim değişikliğinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmanın gerçekleştirildiği Dalaman İlçesinin toplam arazi varlığının 162 348 da olduğu; tarla arazisinin 50 950 da (%31.38), nadasa bırakılanın 1 448 da (%0.91), sebze arazisinin 2 200 da (% 1.35), sera alanının 328 da (%0.20), nar arazisinin 1 500 da (%0.92), narenciye arazisinin 12 816 da (% 7.89), zeytin arazisinin 60 000 da (% 36.95), diğer meyve arazilerinin 2 062 da (% 1.2), kullanılmayan arazinin ise 31 039 da (%19.11) olduğu belirtilmiştir. Dalaman İlçesindeki tarım alanlarının; 16 500 da'ında buğday (sulu), 4 100 da'ında slajlık mısır, 1 500 da'ında karpuz, 98 590 da'ında limon, 138 040 da'ında portakal, 3 900 da'ında mandalina, 8 830 da'ında greyfurt yetiştirildiği ifade edilmiştir (Anonim, 2018; Anonim, 2019a).

Dalaman İlçesi'nin sulama suyu ihtiyacı; yeraltı kuyuları ve Dalaman Çayı'ndan sulama kanalları vasıtası ile sağlanan sulardan sağlanmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliği, yağışların azlığı ve daha fazla alanın sulamaya açılması yer üstü ve yer altı su kaynaklarının su seviyelerinin azalmasına sebep olmuştur. Özellikle yeraltı sularında büyük değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bazı bölgelerde

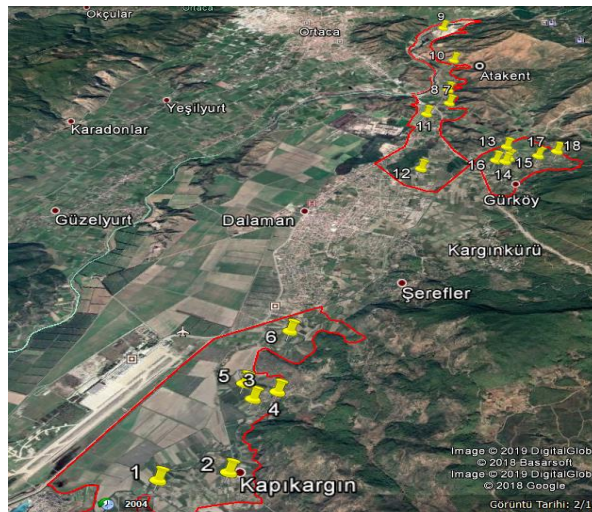
örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda verim ve kalite düşmüş, yörede en fazla yetiştiriciliği yapılan narenciye ürünlerinde verim ve kalitede düşüşler gözlemlenmiştir (Anonim, 2019a).

Bu çalışma ile Muğla'nın Dalaman İlçesi'nde sulama sularından kaynaklandığı düşünülen problemlerin çözümlenmesi ve gerçekten problem olup olmadığının ortaya konulabilmesi için, yörede sulamada kullanılan suların kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada, Dalaman İlçesi'nde tarımsal üretimde kullanılan su kaynaklarından su örnekleri alınarak materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada seçilen yörelerden, belirlenen noktalardan yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından sulama suyu örnekleri, kalitelerinin belirlenmesi amacıyla Ayyıldız (1983)'in bildirdiği esaslara uygun olarak Ekim-Kasım 2017 (1. Dönem), Şubat-Mart 2018 (2. Dönem) ve Mayıs-Haziran 2018 (3. Dönem) olmak üzere 3 dönemde alınmıştır. Su örnekleri; Dalaman İlçesi'nde en fazla tarımsal üretim yapılan bölgeleri temsil edecek şekilde 3 kısma bölünerek; Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınmıştır. Her bir yöreden 6'şar örnekleme yapılmış, her bir örnekleme döneminde toplam 18 su örneği alınmıştır. Üç yöreden 3 dönemde alınan toplam sulama suyu örnek sayısı 54 adet olmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Dalaman İlçesi Kapıkargın, Gürköy ve Atakent yörelerinden alınan su örnekleme noktaları

Dalaman İlçesi'nin iklimi tipik Akdeniz iklimi olup, Subtropikal iklim olarak da tanımlanabilir. Bu iklim karakteristiğine uygun olarak, kışları yağışlı ve ılık, yazları ise kurak ve sıcak geçmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün gözlemlerinin yer aldığı, yöreye yakın Dalaman Meteoroloji İstasyonunda 2017-2018 yılları arasında ölçülen bazı meteorolojik veriler (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, aylık toplam yağış) Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada alınan sulama suyu örneklerinde pH, EC, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve Cl<sup>-</sup> analizleri Ayyıldız (1976)'a göre; Ca, Mg, K ve Na analizleri Fresenius vd. (1988)'e göre; SO<sub>4</sub><sup>-</sup> analizi ise Anonymous (1980)'un belirttiği şekilde yapılmıştır. Yüzde Na (%Na) ve sodyum absorpsiyon oranı (SAR) Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Sulama sularının bitki yetiştiriciliği açısından niteliklerini önemli ölçüde belirleyen faktörlerin başında sulama suyu tuzluluğu ile anyon ve katyonların konsantrasyonları gelmektedir. Dalaman İlçesi sulama sularından alınan su örneklerinin analiz sonuçlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, araştırma alanından alınan su örneklerinin pH değerleri 6.87-8.41 arasında değişmiştir. Ayers ve Westcot (1989)'a göre, sulama suları için 6.5-8.4 arasında bulunan pH değerleri sulama

yönünden sorun yaratmamaktadır. Tüm dönemlerde alınan sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin Ayers ve Westcot (1989)'a göre kabul edilebilir sınır değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Bütün sulama suyu örneklerinin tamamının sınır değerleri arasında yer almasından dolayı pH yönünden sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca yaratmayacağı düşünülmektedir. Araştırılan sulama suyu örnekleri genel olarak hem mevkiler, hem de örnekleme dönemleri bazında hafif alkalın ve alkalın reaksiyon göstermişlerdir. Gübreleme ile verilen bitki besin elementlerinden maksimum düzeyde fayda sağlamak için fertigasyon değerlerinin asidik olması önerilmektedir (Maltaş ve Kaplan, 2018). Bu kapsamda sulama suyu pH değerlerinin yüksek olduğu yerlerde üretim yapılırken, asit kullanımı ile pH değerinin düşürülmesi optimum bitki beslenmesi açısından uygulanabilir bir yöntem olarak önerilebilir.

Diğer taraftan, su örneklerinin EC değerlerinin 523-7.990 µS cm<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, genel olarak araştırılan su örneklerinin ortalama EC değerlerinin 1. Dönemden (1.337 µS cm<sup>-1</sup>) 2. döneme (1.301 µS cm<sup>-1</sup>) doğru azaldığı, 3. döneme (1.708 µS cm<sup>-1</sup>) doğru ise arttığı görülmektedir. Dalaman'da yıllık yağış miktarı 2017 yılında 879.9 mm, 2018 yılında ise 731.5 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). 2018 yılında yağış miktarı 2017 yılına göre %17 azalmıştır. Yeraltı su seviyeleri, aylık yağış miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 1'den de görüldüğü üzere, 1. Örnekleme döneminde (Ekim-Kasım,

Çizelge 1. Dalaman Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen araştırma yıllarına ait meteorolojik veriler (Anonim, 2019b)

Aylar	Gözlemler							
	Ortalama sıcaklık (°C)		Maksimum sıcaklık (°C)		Minimum sıcaklık (°C)		Ortalama toplam yağış (mm)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Ocak	8.9	11.3	18.4	20.5	-1.8	0.3	233.9	167.3
Şubat	11.3	12.8	21.4	24.2	0.5	4.5	9.2	59.0
Mart	13.7	14.6	26.0	26.2	2.6	4.2	135.8	56.8
Nisan	16.4	18.7	28.1	32.4	7.1	6.5	35.7	3.2
Mayıs	21.0	23.1	34.0	35.4	9.5	11.7	19.6	78.9
Haziran	26.2	25.4	45.0	39.0	15.8	16.0	0.0	2.6
Temmuz	29.1	29.3	44.9	42.0	18.7	18.1	0.0	0.0
Ağustos	28.4	28.5	39.4	38.5	18.6	19.1	0.8	0.0
Eylül	25.2	26.5	36.7	36.5	14.7	16.5	0.9	1.2
Ekim	20.2	20.3	32.0	32.9	9.6	8.4	66.6	93.9
Kasım	14.1	16.0	25.5	29.2	4.6	6.3	152.4	103.9
Aralık	12.7	11.2	22.2	21.4	1.8	0.0	225.9	164.7
Yıllık ort.	18.9	19.8	31.1	31.5	8.5	9.3	73.4	61.0



Çizelge 2. Kapıkargın, Atakent ve Gürköy yörelerinden alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları

Parametreler		Mevkiler								
		Kapıkargın			Atakent			Gürköy		
		Dönemler			Dönemler			Dönemler		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH	Min.	7.60	7.07	6.87	8.03	8.06	7.99	7.73	7.47	7.91
	Maks.	8.31	8.05	7.84	8.32	8.41	8.18	8.09	8.28	8.20
	Ort.	7.90	7.69	7.64	8.16	8.23	8.09	7.93	7.77	8.04
EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Min.	594	616	602	626	564	558	523	815	625
	Maks.	2000	7990	7143	770	757	725	1490	1047	963
	Ort.	2361	2302	3624	725	661	637	925	942	865
Ca ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	0.23	0.15	0.22	0.23	0.04	0.19	0.90	0.61	0.76
	Maks.	10.70	12.1	9.33	1.23	0.97	0.89	4.77	3.56	3.60
	Ort.	2.41	2.93	2.97	0.70	0.49	0.52	4.77	1.92	1.79
Mg ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	5.83	5.58	13.98	5.59	2.97	15.89	6.03	2.53	18.83
	Maks.	20.83	32.25	50.17	8.09	4.69	20.70	8.51	5.50	22.59
	Ort.	17.00	15.56	25.20	6.74	3.69	19.45	8.38	3.72	20.96
K ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	0.63	0.58	0.73	0.29	0.27	0.30	0.27	0.32	0.36
	Maks.	49.13	54.78	53.48	3.49	2.48	2.74	3.91	1.53	1.80
	Ort.	12.27	11.54	17.44	0.87	0.63	0.77	1.36	0.76	0.88
Na ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04
	Maks.	1.36	0.67	1.26	0.48	0.38	0.51	0.33	0.11	0.13
	Ort.	0.51	0.29	0.41	0.11	0.09	0.18	0.12	0.07	0.08
CO <sub>3</sub> ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
	Maks.	-	-	2.12	-	-	1.80	-	1.00	2.24
	Ort.	-	-	0.5	-	-	1.34	-	0.16	1.06
HCO <sub>3</sub> ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	5.52	5.32	7.20	6.46	5.82	4.50	5.50	7.82	5.54
	Maks.	17.54	14.14	11.86	11.68	8.80	7.66	15.76	11.18	10.30
	Ort.	9.89	8.82	8.96	8.19	7.41	6.17	9.45	9.50	7.98
Cl ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	0.08	0.56	0.64	0.16	0.64	0.64	0.16	0.56	0.64
	Maks.	52.88	72.00	52.24	0.96	0.64	0.96	1.12	1.28	1.84
	Ort.	10.96	14.21	15.57	0.40	0.64	0.74	0.49	0.73	0.96
SO <sub>4</sub> ( $\text{me L}^{-1}$ )	Min.	1.27	0.57	6.86	0.18	1.84	10.78	0.57	0.39	11.66
	Maks.	15.40	22.04	53.68	1.21	4.91	13.37	8.25	6.37	16.39
	Ort.	6.72	8.09	20.87	0.72	3.09	12.15	2.71	3.90	13.72
SAR	Min.	0.34	0.34	0.23	0.15	0.20	0.09	0.17	0.18	0.11
	Maks.	12.37	11.63	10.54	0.20	1.66	0.88	1.93	0.91	0.54
	Ort.	3.90	2.75	2.25	0.45	0.46	0.24	0.58	0.45	0.26
%Na	Min.	8.31	9.12	3.58	3.87	6.50	1.47	3.62	5.01	1.58
	Maks.	60.50	54.00	56.58	31.00	33.82	12.08	12.92	21.04	7.43
	Ort.	30.12	21.32	23.49	8.96	23.69	3.60	10.91	11.44	3.65
RSC	Min.	-21.90	-35.45	-51.32	-0.63	1.60	-13.02	-4.12	-0.37	-16.65
	Maks.	8.72	1.85	-6.67	4.54	4.57	-1.53	1.17	6.43	-11.72
	Ort.	-3.52	-9.66	-18.59	0.74	2.46	-10.34	-1.30	3.87	-13.55

arası, sonbahar ortası) Dalaman İlçesi çok fazla yağış almadığı için EC değerlerinin yüksek olduğu; yağışların artmasıyla birlikte EC değerlerinin genel olarak düştüğü gözlemlenmektedir. Sulama suyunun kalite değerleri tüm mevsimlerde stabil olmayıp farklılık göstermektedir. Yüzeysel kuyuların konsantrasyon değerleri mevsimsel olarak önemli değişimler gösterirken, derin kuyuların konsantrasyon değerlerinde çok fazla bir değişim meydana gelmemektedir (Kanber vd. 1992). Genel anlamda kuyuların derinliklerinin ve kullanım düzeylerinin de EC değerlerini etkilediği öngörülmektedir. Bu sonuçlar

Dalaman İlçesi'ndeki sulama suyu analiz sonuçlarında elde ettiğimiz bulgular ile paralellik göstermektedir. Benzer şekilde; TİGEM Dalaman İşletmesinin Dalaman Çayı'ndan pompalayarak kullandığı Aladağ pompasının 2017 ve 2018 Haziran dönemi sulama suyu analiz sonuçları pH ve EC yönünden incelediğinde, 2017 yılı pH değerinin, 7.4 ve EC değerinin  $567 \mu\text{S cm}^{-1}$ , 2018 yılı pH değerinin 8.2 ve EC değerinin ise  $915 \mu\text{S cm}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2019a).

Dalaman İlçesi'nin farklı mevkiilerinden alınan sulama sularının EC'lerinin birbirlerinden farklı

olduğu görülmektedir. Kapıkargın mevkiinde 1. Dönemde  $2361 \mu\text{S cm}^{-1}$  olan EC değeri 3. Dönemde  $3624 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'e yükselirken; Atakent ve Gürköy mevkilerinde 1. dönemden 3. döneme doğru bir azalma meydana gelmiştir (Sırasıyla Atakent 725, 661 ve  $637 \mu\text{S cm}^{-1}$ ; Gürköy 925, 942 ve  $865 \mu\text{S cm}^{-1}$ ). Özellikle çok yüksek EC değerlerine sahip Kapıkargın mevkisi incelendiğinde; 3, 4 ve 5 no'lu örnekleme noktalarının EC değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 1'den de görüldüğü üzere, bu noktaların birbirine yakın konumda bulunduğu ve bu bölgenin termal su kaynağı olduğu, termal suyun sulama suyu kuyularına karıştığı öngörülmektedir.

Sulama sularının kalitelerini değerlendirmek ve sınıflandırmak için günümüze kadar birçok farklı sınıflandırma sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Bu sistemler arasından en fazla benimsenen ve uzun yıllardır kullanılmaya devam eden sınıflandırma sistemi 1954 yılında A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous, 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemdir. Bu gün ülkemizde de bu sistem yaygın olarak kullanılmaktadır. A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (Anonymous, 1954) araştırmacıları tarafından geliştirilmiş olan sistemde; sulama sularının EC ve SAR değerleri esas alınmaktadır. Dalaman İlçesi'nden alınan sulama suları Anonymous (1954)'a göre EC değerleri genel olarak değerlendirildiğinde; alınan sulama sularının %44.45'inin C<sub>2</sub>, %46.29'unun C<sub>3</sub> ve %9.26'sının C<sub>4</sub> sınıfına girdiği görülmektedir. Dönemler bazında incelendiğinde; ayrı ayrı incelendiğinde ise sulama suyu örneklerinin 1. dönem; %44.45'inin C<sub>2</sub> sınıfına, %50'sinin C<sub>3</sub> sınıfına ve %5.55'inin C<sub>4</sub> sınıfına, 2. dönem; %38.90'inin C<sub>2</sub> sınıfına, %55.55'inin C<sub>3</sub> sınıfına ve %5.55'inin C<sub>4</sub> sınıfına, 3. dönem; %44.45'inin C<sub>2</sub> sınıfına, %46.29'unun C<sub>3</sub> sınıfına ve %9.26'sinin C<sub>4</sub> sınıfına girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının büyük bölümünün EC yönünden problemli olduğu, C<sub>3</sub> ve C<sub>4</sub> sınıfına giren bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanılmaması gerektiği, eğer kullanılacak ise gerekli önlemlerin alınması gerektiği öngörülmektedir.

Üç örnekleme döneminde alınan sulama suyu örneklerinin Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> analiz sonuçlarından yararlanılarak SAR (me L<sup>-1</sup>) değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, SAR değerleri 0.09-

12.37 me L<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Dönemler arasındaki değişim incelendiğinde; SAR değerlerinin 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı görülmektedir. Mevkiler bazında incelendiğinde ise Kapıkargın mevkii EC değerlerinde de olduğu gibi en yüksek SAR değerine sahip olurken, Atakent ve Gürköy mevkileri birbirlerine yakın SAR değerleri göstermişlerdir (Çizelge 2).

Sulama suyu örneklerinin SAR değerleri; A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma Sistemine (Anonymous, 1954) göre değerlendirildiğinde; 3 dönemde de %94.44'ünün S<sub>1</sub> sınıfına, %5.56'sının S<sub>2</sub> sınıfına girdiği belirlenmiştir. Genel olarak sulama sularının S<sub>1</sub> sınıfına girdiği ve sodyumluluk yönünden herhangi bir problemin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sınıflandırma sistemine göre Dalaman İlçesi sulama suyu örneklerinin 3 farklı dönemde tuzluluk ve SAR değerleri birlikte değerlendirildiğinde; sulama suyu örneklerinin 1. dönem %44.44'ünün C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, %50'sinin C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ve %5.56'sının C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> sınıfına; 2. dönem %38.88'inin C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, %55.56'sının C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfına ve %5.56'sının C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> sınıfına; 3. dönem ise %50.00'sinin C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, %27.78'inin C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, %5.56'sının C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, %11.11'inin C<sub>4</sub>S<sub>1</sub> ve %5.56'sının C<sub>4</sub>S<sub>2</sub> sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Sulama suyunun kalitesini belirleyen Na ve buna bağlı olarak alkalilik oluşturma tehlikesi; Na iyonunun mutlak konsantrasyonunun yanında, Na'un diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına bağlıdır (Sönmez ve Kaplan, 1996). Bu duruma göre, sulama suyundaki Na konsantrasyonu düşük olsa bile, Na'un diğer katyonların toplamına oranı yüksek bir değer ise yine Na zararı oluşabilir. Bu sebeple sulama suyu örneklerinin %Na değerleri de önemlidir ve %Na değerlerinin belirli sınırları aşmaması istenmektedir. Dalaman ilçesi sulama suyu örneklerinin % Na değerleri Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, %1.58-56.58 arasında değişmektedir. Dönemler açısından incelendiğinde; suların %Na değerlerinin 1. dönemden 3. döneme doğru azaldığı görülmektedir. Mevkiler açısından değerlendirildiğinde ise %Na değerinin Kapıkargın mevkinde en yüksek değerlere ulaştığı, bunu Atakent ve Gürköy yörelerinin takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Üç dönemde alınan sulama suyu örneklerinin %Na içerikleri Christiansen vd. (1977)'ne göre



değerlendirildiğinde; sulama sularının genel olarak %90.00'inin 1. sınıfa, %9.25'inin ise 2. sınıfa girdiği görülmektedir. Dönemler bakımından ayrı ayrı incelendiğinde ise sulama suyu örneklerinin 1. dönem %88.88'inin 1. sınıfa, %11.22'sinin 2. sınıfa, 2. dönem %94.44'ünün 1. sınıfa, %5.56'sinin 2. sınıfa ve 3. dönem %88.88'sinin 1. sınıfa, %11.22'sinin 2. sınıfa girdiği saptanmıştır. Genel olarak birkaç örnek hariç Dalaman İlçesi sulama sularının %Na bakımından herhangi bir sorun teşkil edecek durumda olmadığı belirlenmiştir.

Su örneklerinin Cl<sup>-</sup> analiz sonuçları Çizelge 2'den de görüldüğü üzere 0.08-72 me L<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Dönemler açısından değerlendirildiğinde; Dalaman ilçesi sulama sularının Cl<sup>-</sup> içeriklerinin 1. dönemden 3. döneme doğru artış gösterdiği belirlenmiştir. Mevki olarak incelendiğinde ise en yüksek Cl<sup>-</sup> içeriklerinin Kapıkargın mevkiinde belirlendiği saptanmıştır. Suların Cl<sup>-</sup> içerikleri [Christiansen vd. \(1977\)](#)'ne göre değerlendirildiğinde; araştırılan suların genel olarak %88.88'i 1. sınıfa, %3.70'i 2. sınıfa, %1.86'sı ise 4. sınıfa girdiği tespit edilmiştir.

Dönemler bazında incelendiğinde ise; alınan sulama suyu örneklerinin 1. dönem % 88.88'inin 1. sınıf, % 5.56'sinin 2. sınıf ve % 5.56'sinin 6. sınıf, 2. dönem %88.88'inin 1. sınıf, %5.56'sinin 2. sınıf ve %5.56'sinin 4. sınıf ve 3. dönem de de %88.88'inin 1. sınıf, %5.56'sinin 2. sınıf ve %5.56'sinin 6. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Dalaman yöresi sulama sularının büyük bir çoğunluğunda Cl<sup>-</sup> içeriği bakımından sorun olmadığı, sadece %11.12'sinin sorunlu olduğu görülmektedir. Bu sorunlu örneklerin Kapıkargın mevkiinde ki 3 ve 5 nolu sulama suyu örnekleri olduğu belirlenmiştir. Sulama sularında Cl<sup>-</sup> en problemlisi anyon olarak kabul edilmektedir. 5 me L<sup>-1</sup>'nin altındaki Cl<sup>-</sup> konsantrasyonları duyarlı bitkilerin, 5-10 me L<sup>-1</sup> arasında değerlere sahip sular ile orta hassas bitkilerin, 10 me L<sup>-1</sup> üzerinde değerlere sahip sular ile dayanıklı bitkilerin sulanmasında sakınca bulunmamaktadır ([Mass, 1990](#)). Dalaman İlçesi sulama sularının genel olarak Cl<sup>-</sup> içerikleri bakımından problemlisi olmadıkları, tarımsal üretimde kullanılabileceği görülmektedir.

Sulama sularında kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesi de SO<sub>4</sub>'tür. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, Dalaman İlçesi sulama sularının SO<sub>4</sub> içeriklerinin 0.38-29.38 me L<sup>-1</sup>

arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulama sularının SO<sub>4</sub> içerikleri yönünden dönemler arasında büyük farklılıklar gösterdiği; 1. ve 2. dönemde problemlisi olmayan suların, 3. dönemde 4. sınıf problemlisi sular haline dönüştüğü ve genel olarak SO<sub>4</sub> içeriklerinde artış olduğu saptanmıştır. Mevkii açısından değerlendirdiğimizde ise, en yüksek SO<sub>4</sub> içeriklerine Kapıkargın mevkiinde bulunan 4 ve 5 nolu sulama suyu örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Suların SO<sub>4</sub> içerikleri [Schofield \(1935\)](#)'e göre genel olarak değerlendirildiğinde; %46.29'unun 1. sınıfa, %12.96'sinin 2. sınıfa, %11.11'inin 3. sınıfa, %24.08'inin 4. sınıfa ve %5.56'sinin 5. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının SO<sub>4</sub> içerikleri dönemler bakımından ayrı ayrı incelendiğinde ise, 1. dönem %83.33'ünün 1. sınıfa, %11.11'inin 3. sınıfa ve %5.56'sinin 4. sınıfa, 2. dönem %55.55'inin 1. sınıfa, %33.33'ünün 2. sınıfa, %5.56'sinin 4. sınıfa ve %5.56'sinin 5. sınıfa ve 3. dönemde %5.56'sinin 2. sınıfa, %22.22'sinin 3. sınıfa, %61.11'inin 4. sınıfa ve %11.11'inin 5. sınıfa girdiği görülmektedir.

SO<sub>4</sub> sulama sularında Cl<sup>-</sup>'a göre daha az toksiktir. Yüksek konsantrasyon değerlerinde SO<sub>4</sub> iyonları Ca'un çökmesine ve bitkilerde toksik etkilerin oluşmasına sebep olabilmektedirler. Sulama sularında SO<sub>4</sub> değerlerinin 0-20 me L<sup>-1</sup> arasında olması istenmektedir ([Anonymous, 1994](#)). [Anonymous \(1994\)](#)'e göre sadece birkaç sulama suyu örneği problem teşkil ederken, Schofield (1935)'e göre bu oran daha yüksek görülmektedir. Bu nedenle yetiştirilecek bitkilerin SO<sub>4</sub>'e hassasiyetinin göz önüne bulundurulması gerekmektedir.

Su örneklerinin kalıcı sodyum karbonat (RSC) değerlerinin -51.32-29.38 me L<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). dönem açısından değerlendirildiğinde; suların RSC değerlerinin 1. dönemden 3. döneme azaldığı görülmektedir. Mevkiiler açısından incelendiğinde ise Atakent ve Gürköy mevkiilerinde sorunlu su örnekleri olduğu görülmektedir. Dalaman İlçesi sulama sularının RSC değerleri [Eaton \(1950\)](#)'a göre değerlendirildiğinde; %72.22'sinin 1. sınıfa, %7.41'inin 2. sınıfa, %20.37'sinin 3. sınıfa girdiği belirlenmiştir. Sulama sularının RSC değerleri dönemler bakımından incelendiğinde ise, 1. dönem %83.33'ünün 1. sınıfa, %5.56'sinin 2. sınıfa ve %11.11'inin 3. sınıfa, 2.

dönem %33.33'ünün 1. sınıfa, %16.67'sinin 2. sınıfa, %50.00'sinin 3. sınıfa ve 3. dönemde %100.00'ün 1. sınıfa girdiği görülmektedir. Çizelge 2'den de görüldüğü üzere; 1. ve 2. Dönemde arzu edilen değerlerin üzerinde RSC değerlerine sahip sulama suyu örneklerinin olduğu, fakat 3. Dönemde herhangi sorun teşkil edecek RSC değerlerine sahip sulama suyu örneklerinin olmadığı görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Muğla İli Dalaman İlçesi sulama suları kalitelerinin belirlenmesi ve mevsimsel değişiminin incelenmesi amacıyla yürütülen bu araştırmada Dalaman İlçesi'nin 3 farklı yöresinden alınan sulama sularının analiz sonuçları incelendiğinde; en önemli sorunun sulama sularındaki tuzluluk problemi olduğu saptanmıştır. Suların genel olarak %44.45'inin C<sub>2</sub> sınıfına, %46.29'unun C<sub>3</sub> sınıfına ve %9.26'sinin C<sub>4</sub> sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

SAR ve %Na değerlerinin 1. ve 2. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Sulama suyu örneklerinin Cl<sup>-</sup> içerikleri değişkenlik göstermekle beraber büyük çoğunluğu 1. sınıfta yer almaktadır. SO<sub>4</sub> içerikleri bakımından incelendiğinde ise 3. döneme doğru SO<sub>4</sub> değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Su örneklerinin %Na ve Cl<sup>-</sup> bakımından %88.88'inin, SAR değerleri bakımından da %99.44'ünün 1. sınıf sulama suları olduğu belirlenmiştir. RSC değerleri 1. ve 2. dönemde arzu edilen değerlerin üzerinde olduğu halde, 3. dönemde herhangi sorun teşkil edecek sulama suyu örneklerinin olmadığı görülmektedir. Dalaman İlçesinde, 2018 yılında 2017 yılına göre yağış miktarında azalma meydana gelmiştir. Yağış miktarının düşmesi ve sulama suyu kullanımının artması, kuyulardan daha fazla su pompalanmasına neden olmuş ve suların tuzluluk düzeylerinde ve SO<sub>4</sub> miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. Yöre sularının sulama suyu olarak kullanılmasının sürdürülebilirliği ve sulama sularının başta ağır metaller olmak üzere her türlü kirlilikten korunması için; sulama suyu kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklar olmak üzere her türlü kirlilikten korunması büyük önem teşkil etmektedir. Sulama suyu kaynaklarında zaman zaman su analizleri yapıp sulama suyu kalite parametreleri incelenerek değerlendirilmelidir. Yörede sulama suyu kalitesi bakımından en problemlili mevkii Kapıkargın'dır. Kapıkargın

mevkinde özellikle problemin fazla olduğu noktalar 3, 4 ve 5 nolu örnekleme noktalarıdır. Bu noktalar birbirine yakın konumlarda yer almakta ve bu bölgede termal su bulunmaktadır. Bu termal sular yeraltı sulama sularını da etkilemektedir. Bu suların sulama suyu olarak kullanılması sakıncalıdır. Kullanılması durumunda bitkilerde gelişim bozuklukları, verim ve kalite kaybı, toprakta tuzlanma gözlenebilmektedir. Bu kapsamda Dalaman Çayı'ndan kapalı boru sistemi ile arazilere ulaşacak olan Dalaman Ovası Sulama Projesinin bir an önce tamamlanması özellikle Kapıkargın mevki arazilerinin kaliteli suya kavuşması tarımsal üretimin devamı açısından büyük önem teşkil etmektedir.

#### Kaynakça

- Anonymous (1954). Diagnoses and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook No. 60, USSS, Riverside, CA, USA.
- Anonymous (1980). Standard methods for the examination of water and wastewater 15<sup>th</sup> Edition. APHA, AWWA, WPCF, American Public Health Association No: 15, Fifteenth Street NW, Washington DC, 20005.
- Anonymous (1994). FAO, Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29 Rome.
- Anonim (2018). Tarım ve Ormanlık Bakanlığı çiftçi kayıt sistemi 2018 verileri.
- Anonim (2019a). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Dalaman Tarım İşletmesi Müdürlüğü Verileri.
- Anonim (2019b). Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı Verileri.
- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1989). Water Quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage. Paper No.29. Rome.
- Ayyıldız, M. (1976). Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199 Ankara.
- Ayyıldız, M. (1983). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (ikinci baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 879, Ders Kitabı No: 244, Ankara.
- Ayyıldız, M. (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1198, Ders Kitabı No:344, Ankara.
- Christiansen, J. E., Olsen, E.C., & Willarson. L.S. (1977). Irrigation water quality evolution. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. *Journal of Irrigation and Drainage Divison*, 103(IR2):155-169.
- Eaton, F.M. (1950) Significance of Carbonates in Irrigation Waters. *Soil Science*, 69:123-134.

- Fresenius, W., Quention, K.E., & Scheneidler, W. (1988). Water analysis a practical guide to physico-chemical, chemical and microbiological water examination and quality assurance. ISBN 3-540-17723-Springer-Verlay, Berlin Heidelberg, Newyork.
- Kanber R., Kırdı C., & Tekinel O. (1992). Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:6, Adana.
- Maltaş, A.Ş., & Kaplan, M. (2018). Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil pH. *Journal of Plant Nutrition*, 41(4):520-525.
- Mass, E.V. (1990). Crop salt tolerance. Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE, New York. pp. 262-304.
- Munsuz, N., & Ünver, D. (1995). Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Ders Kitabı:403 Yayın No:1389, Ankara.
- Schofield, C. S. (1935). The salinity of Irrigation Water, Smithsonian Inst. Annual Report Vd. 1935, 1936:275-287.
- Sönmez, S.A., & Kaplan, M. (1996). Kumluca ve Finike Yörelere sera sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1):288-303.
- Sönmez, İ., Sönmez, S., & Kaplan, M. (2004). Antalya yöresi kuyu sularının tuzluluk durumlarının belirlenmesi ve çözüm önerileri. *I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu*, s:245-252, Konya.
- Yıldıztekin, M. (2007). Muğla Karabağlar Yöresi kuyu sularının sulama suyu kalitesi yönünden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Zengin, M., & Bayraklı, F. (1992). Konya Ovası sulama sularının su kalitesi açısından sınıflandırılması üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2):111-120, Konya.
- Zengin, M., Karakaplan, S., & Ersoy, İ. (2002). Determination of irrigation water quality of lake Beyşehir and other water sources used in irrigation of Çumra Plain. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(29):72-78.
- Zengin, M., Gökmen, F., & Gezgin, S. (2008). Konya İlinde sulama suyu kalitesi, çöllerleşme ve alınması gerekli önlemler. DSİ IV. Böl. Md.lüğü Konya Kapalı Havzası Yeraltı suyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008, Bildiri Kitabı, 77-86, Konya.

## Sodyum azid ( $\text{NaN}_3$ ) ile muamele edilen arpa mutantlarının genetik çeşitliliğinin ISSR markörler ile belirlenmesi

Hüseyin GÜNGÖR<sup>1</sup> Mehmet Aydın AKBUDAK<sup>2</sup> Ertuğrul FİLİZ<sup>3</sup> İlker YÜCE<sup>4</sup> Ziya DUMLUPINAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce

<sup>2</sup> Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya

<sup>3</sup> Düzce Üniversitesi Çilimli Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Düzce

<sup>4</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kahramanmaraş

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: hgungor78@hotmail.com

ORCID:0000-0001-6708-6337

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1):27-32

doi: 10.16882/derim.2020.630502

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 07.10.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 28.01.2020



### Öz

Sodyum azid ( $\text{NaN}_3$ ) özellikle nokta mutasyon çalışmalarında yoğun olarak kullanılan kimyasal bir mutajendir. Bu çalışmada, Finola altı sıralı arpa çeşidi, kimyasal bir mutajen olan sodyum azid ile muamele edilerek 14 adet mutant arpa hattı elde edilmiştir. Elde edilen hatlar arasındaki genetik farklılık, 5 adet basit tekrarlı diziler arası polimorfizm (Inter Simple Sequence Repeat, ISSR) markörü yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 5 ISSR marköründen 24 adet bant elde edilmiş ve bu bantlardan 18 adet polimorfik allel belirlenmiş ve ortalama polimorfizm oranı %76.33 olarak saptanmıştır. Ortalama allel sayısı 4.8 olup, 6 bant ile UBC-808 en fazla bant üreten primer olurken, en az bant üreten primerler ise 4'er bant ile UBC-820 ve UBC-825 primerleri olmuştur. Kullanılan markörlere ait ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) 0.83 olarak hesaplanmış ve PIC değeri 0.78 ile 0.86 aralığında değişmiştir. Markör verileri dendrogramda 2 ana grup oluşturmuştur. Birinci kümede Fnl-4, Fnl-8, Fnl-10, Fnl-11 ve Fnl-12 mutantları yer alırken, ikinci kümede ise Finola çeşidi ile birlikte diğer mutant hatlar yer almaktadır. Temel bileşenler analizi, Finola çeşidi ve mutant hatlardan Fnl-5, Fnl-13 ve Fnl-14 hatlarının birbirine benzemekle birlikte, bazı alleller bakımından farklı olduklarını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Arpa; Sodyum azid; Mutasyon ıslahı; ISSR markör

### Genetic diversity in sodium azide ( $\text{NaN}_3$ ) induced barley mutants using ISSR markers

#### Abstract

Sodium azide ( $\text{NaN}_3$ ) is widely used as a chemical mutagen in mutation studies, especially to induce point mutations. This study was carried out to determine genetic diversity of six-rowed barley cultivar Finola and 14 mutant lines induced by sodium azide mutagenesis agent and identified by using 5 Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers. According to the results, 24 bands were produced by five ISSR markers, 18 of them were found polymorphic, and the average polymorphism rate was 76.33%. The average allele number was determined as 4.8, and UBC-808 marker had the highest allele number with 6 alleles, while UBC-820 and UBC-825 markers had the lowest allele numbers with 4 alleles. The average polymorphism information content of the markers used in the study was 0.83, and ranked from 0.78 to 0.86. A dendrogram was created using marker data, and according to the dendrogram, genotypes were divided into two main groups. Fnl-4, Fnl-8, Fnl-10, Fnl-11 and Fnl-12 mutants existed in the first group, while the others including Finola cultivar were in the second group. Based on the principal component analysis (PCA), Finola cultivar and mutant lines Fnl-5, Fnl-13 and Fnl-14 were evaluated as they are similar to Finola although, differed for some alleles.

**Keywords:** Barley; Sodium Azide; Mutation breeding; ISSR markers

### 1. Giriş

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Dünya'da 147.4 milyon hektar alanda ekilen 470 milyon ton üretime sahip bir tahıl bitkisidir. Türkiye'de ise 2.41 milyon hektar alanda ekilmekte ve 7.1 milyon ton üretilmektedir. Türkiye'de ortalama verim 293 kg da<sup>-1</sup>'dir (FAO, 2017). Islah çalışmalarıyla önemli bitki

türlerinin verim, kalite veya arzu edilen özelliklerinin geliştirilebilme imkânı mevcuttur. Fakat son yıllarda dünya genelinde yapılan ıslah çalışmalarında farklı kökenlere sahip genetik kaynakların kullanılmaması neticesinde genetik tabanda ciddi şekilde daralmalar meydana gelmiştir. Mutasyon çalışmaları genetik varyasyonun çeşitli nedenlerden dolayı daraldığı durumlarda çeşitliliği arttırmak için

kullanılabilecek önemli araçlardan biridir. Mutasyon ıslahı ile arzu edilen bazı özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmakta olup, bu işlem tek bir genotiple ve kimyasal ya da fiziksel mutasyon araçları yardımıyla yapılabilmektedir. Mutajenik etkiye sahip kimyasal veya radyasyon kaynakları bitki genomunda, kromozomlarda veya gen dizilerinde değişiklik yapmaktadırlar. Mutasyon ıslahının temel ilkesi, bitkilerin değişik kısımlarına, değişik yöntemlerle uygulanacak farklı mutajen ve dozlarının ortaya çıkaracağı olumlu ve olumsuz varyasyonlar içinden amaca uygun olanların seçilerek, karşılaştırmalı denemelerle verim ve kalite potansiyellerinin belirlenmesi sonucunda yeni çeşitlerin elde edilmesidir (Akbay, 1988). Sodyum azid genel olarak laboratuvarların yanı sıra sanayide, tarımda ve diğer birçok alanda yapılan araştırmalar için yaygın kullanılan bir kimyasaldır. Sodyum azid, bazı bitki türlerinde ve özellikle arpada iyi bilinen çok etkili bir mutajendir (Gruszka vd., 2012).

Basit tekrarlı diziler arası polimorfizm (Inter Simple Sequence Repeat, ISSR) yöntemi DNA nükleotidlerinin kromozom bölgelerinden bağımsız olarak bitki genomlarında tesadüfi olarak dağılımlarının belirlenmesini esas almaktadır. Rastgele çoğaltılmış DNA polimorfizmi (RAPD) yöntemine göre çok daha hassas ve tekrarlanabilirliği yüksektir (Yorgancılar vd., 2015). ISSR markörlerin kullanımı hızlı ve kolay olup daha uzun primerlere sahip oldukları için daha güvenilir ve daha az maliyetli baskın markörlerdir. ISSR' lar genetik akrabalıkların belirlenmesinde ve linkage haritalamalarında kullanılan bir markör sistemidir.

Bu çalışmada, sodyum azid uygulaması sonucu elde edilen on dört ileri kademe mutant arpa hattı arasındaki genetik farklılığın ISSR markörleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Finola altı sıralı arpa çeşidi oldukça yüksek bir verim potansiyeline sahip olmasının yanında vejetasyon süresi de oldukça uzundur. Vejetasyon süresinin kısaltılması ve daha iyi performans gösteren hatların seçilebilmesi için Finola çeşidi kimyasal

mutasyona tabi tutulmuştur. Kimyasal mutasyon sonrası M<sub>1</sub> tohumları hemen ekilmiş ve M<sub>2</sub> tohumları bulk olarak hasat edilmiştir. Bir sonraki ürün yılında M<sub>2</sub> tohumları ekilmiş ve erkencilik ve başak uzunluğu gibi özellikler bakımından farklılık gösteren 14 adet mutant arpa hattı seçilmiş ve Finola çeşidi ile birlikte bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Kimyasal mutasyon uygulaması

Çalışmada, materyal olarak kullanılan Finola arpa çeşidinin 2500 adet tohumuna mutajen olarak sodyum azidin 10 mM ve pH 3 seviyesindeki dozu uygulanmıştır (Uğurer vd., 2016). Tohumlar bir gün önceden 14 saat suda bekletilmiştir. Sodyum azid, tampon çözeltisi olarak kullanılan 100 mM potasyum fosfat mono-bazik (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) ile çözülmüştür. pH seviyesi HCl kullanılarak 3'e ayarlanmıştır. Tohumlar bu çözeltide 2 saat çalkalanarak (150 rpm) muamele edilmiştir. İki saat sonunda tohumlar saf su ile durulandıktan sonra, 3 kez 30 dakika saf su ile çalkalanarak (150 rpm) kimyasal kalıntılardan arındırılmıştır (Rines, 1985). Daha sonra tohumlar araziye ekilmiştir. Araziye ekilen tohumlarda ölüm oranı %50 civarında gerçekleşmiştir.

#### 2.2.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) ve fragment analizi

Arpa çeşit ve mutant hatlarına ait yaprak örnekleri kuru buz ile muhafaza edilerek laboratuara getirilmiş ve DNA izolasyonu yapılabildiği kadar -80°C'de muhafaza edilmiştir. DNA izolasyonu Bardak ve Bölek (2012)'de belirtildiği gibi yapılarak nanodrop spektrometre ile DNA miktar ve kaliteleri belirlenmiş ve DNA' lar 25 ng µl'ye seyreltilerek, 5 adet ISSR markörü ile taranmıştır. PZR reaksiyonu için, 0.2 ml hacminde 96'lık PZR tüplerine; 1 µl dNTP (2.5 mM) (Vivantis), 2 µl 10x PZR solüsyonu, 1.5 µl MgCl<sub>2</sub> (25mM), ISSR marker (1 µl (10 pmol) EM ve 1 µl (10 pmol) ME), 2 µl genomik DNA (25 ng), 11 µl d H<sub>2</sub>O, 0.5 µl DNA Taq polimeraz (Vivantis) olacak şekilde toplam 20 µl solüsyon hazırlanmıştır. PZR cihazı 94°C'de 5 dk., 35°C'de 1 dk., 72°C'de 1 dk., 35 döngü (94°C'de 1 dk., 50°C'de 30 sn. ve 72°C'de 1 dk.), 72°C'de 10 dk ve 4°C ∞ şeklinde programlanarak fragment çoğaltmaları

yapılmıştır (Çardaklı vd., 2017). Fragment analizleri için PZR işleminden sonra elde edilen ürünler, jel elektroforezi yapılarak yürütülmüş ve genotiplere ait DNA bantları elde edilmiştir.

### 2.2.3. Verilerin analizi

Çalışma sonucu elde edilen DNA bantları var yok şeklinde bant bulunanlara '1' bulunmayanlara ise '0' olarak skorlanarak veriler elde edilmiştir. Polimorfizm bilgi içerikleri (PIC, Polymorphism Information Content) Weir (1996) tarafından tanımlanan  $PIC=1-\sum P_i^2$  formülü kullanılarak Dumlupınar vd. (2016)'ya göre MS Excel'de hesaplanmıştır (Pi; araştırmada çalışılan 15 arpa genotipinin i'inci allelin frekansıdır). NTSYS-pc 2.21v paket programında genetik benzerlikler Dice indeksi (Dice, 1945) kullanılarak unweighted pair group of arithmetic means (UPGMA) dendrogramı oluşturulmuştur (Rohlf, 2008). Ayrıca arpa çeşidi ve mutant hatları temel bileşenler analizi (PCA)'ne tabi tutulmuştur (JMP, 2007).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada bir arpa çeşidi ve bundan elde edilen 14 adet mutant arpa hattı arasındaki genetik farklılığı belirlemek amacıyla 5 adet ISSR markörü kullanılarak 24 adet bant elde edilmiş ve bu bantlardan 18 adet polimorfik allel belirlenmiştir. Polimorfizm oranı ortalama %76.33 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda ortalama allel sayısı 4.8, en fazla bant üreten primer UBC-808 olup 6 bant elde edilirken en az bant üreten primerler ise 4'er bant ile UBC-820 ve UBC-825 primerleri olmuştur (Çizelge 1). Yalın (2005), Türkiye orijinli 28 arpa çeşidi içerisindeki genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla 10 ISSR markörünü kullanarak yaptığı çalışmada ortalama polimorfizm bilgi içeriğini (PIC) 0.611 olarak tespit etmiştir. Khodayari vd. (2012), 32 arpa genotipinde 17 SSR markörünü kullanarak

yaptıkları çalışmada ortalama polimorfizm bilgi içeriğini (PIC) 0.651, ortalama allel sayısını ise 8.117 olarak belirlemişlerdir. Olgun vd. (2015) bazı arpa genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek için RAPD ve ISSR markörlerini kullanarak yaptıkları çalışmada ortalama polimorfizm bilgi içeriğini (PIC) %86.5 olarak tespit etmişlerdir. Elakhdar vd. (2018), arpa genotiplerinin genetik çeşitliliğini belirlemek amacıyla SSR ve SNP markörlerini kullanarak yaptıkları çalışmada ortalama allel sayısını 4 ve polimorfizm bilgi içeriğini (PIC) ise 0.49 olarak tespit etmişlerdir. Arpa genotipleri arasındaki genetik benzerlikler moleküler markörler kullanılarak belirlenmiştir. Mutant hatlar arasındaki genetik benzerlik 0.90 (Fnl-1 ve Fnl-2) ile 0.00 (Fnl-3 ve Fnl-8 ile Fnl-7 ve Fnl-12) arasında değişirken kontrol çeşit ile mutant hatlar arasında ise ortalama benzerlik 0.52 olarak bulunmuştur. Kontrol çeşide genetik olarak en yakın mutant hat Fnl-14 (0.73) olurken en uzak mutant hatlar ise Fnl-3 ve Fnl-11 (0.32) olmuştur (Çizelge 2). Yalın (2005), yaptığı çalışmada iki sıralı ara çeşitleri arasındaki genetik uzaklık katsayısını 0.05 ile 0.33 arasında bulurken altı sıralı arpa çeşitleri arasındaki genetik uzaklık katsayısını ise 0.12 ile 0.31 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kaya (2015), 16 adet yabancı arpa popülasyonu ve 26 adet kültür arpa çeşidi arasında yaptığı 45 SSR markörünü kullanarak yaptığı moleküler analiz sonucunda tüm genotipler arasında %74, popülasyonlar arasında %23 ve çeşitler içerisinde ise %3 oranında varyasyon bulunduğunu saptamıştır. Elakhdar vd. (2018), arpa genotipleri ile yaptıkları çalışmada genetik çeşitlilik seviyesini 0.03 ile 0.82 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmada, arpa genotiplerinin benzerlik indeksine göre oluşturulan dendrogramda önce 2 küme oluşmuş ve bu iki kümede iki alt küme oluşturmuştur. Birinci kümede Fnl-4, Fnl-8, Fnl-10, Fnl-11 ve Fnl-12 mutantları yer alırken ikinci kümede ise kontrol çeşitle birlikte diğer mutant hatlar yer almıştır (Şekil 1).

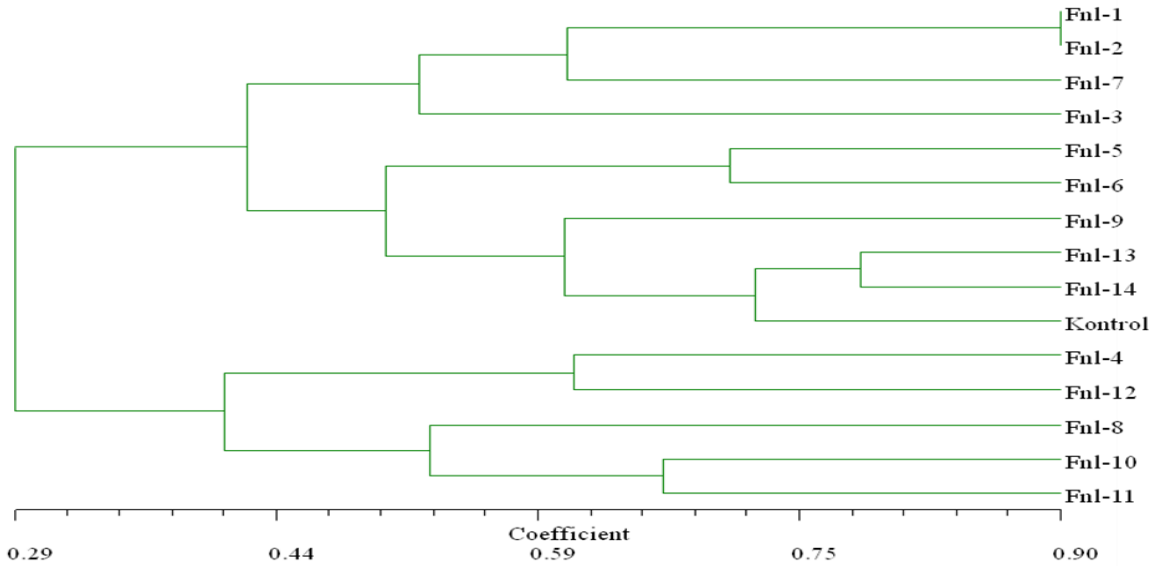
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ISSR markörleri, allel sayıları ve polimorfizm bilgi içeriği (PIC)

Primerler	Primer dizilimi (5'.....3')	Allel sayısı	Polimorfik allel sayısı	PIC değeri
UBC-808	AGAGAGAGAGAGAGAGC	6	4	0.86
UBC-820	GTGTGTGTGTGTGTGTC	4	4	0.82
UBC-825	ACACACACACACACT	4	3	0.78
UBC-826	ACACACACACACACC	5	3	0.86
UBC-842	GAGAGAGAGAGAGATG	5	4	0.82
Toplam	-	24	18	-
Ortalama	-	4.8	3.6	0.83



Çizelge 2. Genotipler arasındaki genetik benzerlik

Genotipler	Fnl-1	Fnl-2	Fnl-3	Fnl-4	Fnl-5	Fnl-6	Fnl-7	Fnl-8	Fnl-9	Fnl-10	Fnl-11	Fnl-12	Fnl-13	Fnl-14	Kontrol
Fnl-1	1.00														
Fnl-2	<b>0.90</b>	1.00													
Fnl-3	0.50	0.50	1.00												
Fnl-4	0.23	0.35	0.46	1.00											
Fnl-5	0.44	0.33	0.14	0.13	1.00										
Fnl-6	0.31	0.42	0.26	0.37	0.70	1.00									
Fnl-7	0.66	0.55	0.57	0.26	0.50	0.35	1.00								
Fnl-8	0.14	0.14	<b>0.00</b>	0.18	0.33	0.46	0.16	1.00							
Fnl-9	0.60	0.60	0.25	0.35	0.44	0.42	0.33	0.14	1.00						
Fnl-10	0.42	0.42	0.40	0.50	0.23	0.22	0.35	0.46	0.52	1.00					
Fnl-11	0.25	0.25	0.33	0.65	0.14	0.40	0.28	0.60	0.25	0.66	1.00				
Fnl-12	0.12	0.25	0.16	0.61	0.14	0.53	<b>0.00</b>	0.40	0.37	0.26	0.50	1.00			
Fnl-13	0.63	0.54	0.33	0.31	0.60	0.38	0.50	0.12	0.63	0.47	0.33	0.22	1.00		
Fnl-14	0.47	0.38	0.23	0.22	0.63	0.40	0.42	0.13	0.57	0.40	0.23	0.23	0.78	1.00	
Kontrol	0.62	0.62	<b>0.32</b>	0.38	0.59	0.57	0.51	0.34	0.62	0.57	<b>0.32</b>	0.40	0.71	<b>0.73</b>	1.00



Şekil 1. Dice indeksi kullanarak UPGMA yöntemine göre oluşturulmuş dendrogram

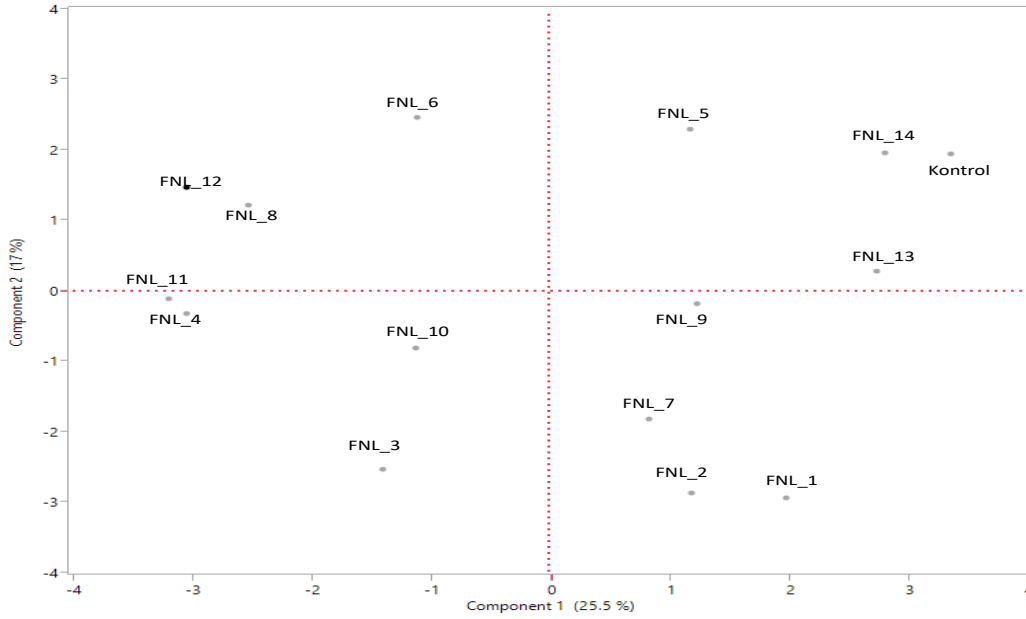
Araştırmada kontrol çeşit ve mutant hatlar arasındaki genetik varyasyonu belirlemek için temel bileşenler analizi (PCA) yapılmıştır. Temel bileşenler analizine göre kontrol çeşit ve mutant hatlar 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup 3 mutant hat ve kontrol çeşidi (Kontrol, Fnl-5, Fnl-13 ve Fnl-14), ikinci grup 4 mutant hattı (Fnl-1, Fnl-2, Fnl-7, Fnl-9), üçüncü grup 4 mutant hattı (Fnl-3, Fnl-4, Fnl-10 ve Fnl-11) ve dördüncü grup 3 mutant hattı (Fnl-6, Fnl-8 ve Fnl-12) içermektedir (Şekil 2).

#### 4. Sonuç

Araştırmada toplam 5 ISSR markörü kullanılmış ve tamamı polimorfik özellik göstermekle

beraber ortalama polimorfizm değeri %76.33 olarak belirlenmiştir. Ortalama allel sayısı 4.8 olup PIC değeri 0.83 olarak bulunmuş ve PIC değeri 0.78 ile 0.86 aralığının da değişmiştir. Kontrol çeşit ile mutant hatlar arasındaki ortalama benzerlik 0.52 olarak tespit edilmiştir. Dice indeksi matrisine göre oluşturulan dendrogram iki ana gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 5 mutant hat bulunurken ikinci grupta kontrol çeşit ve 9 mutant hat bulunmaktadır. Sonuç olarak, kimyasal bir mutajen olarak sodyum azid arpa ıslah programlarında varyasyonun artırılması ve mutant hatlar elde etmede etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Ayrıca, ISSR markörlerinin genetik farklılığı tespit etmede güvenilir bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.





Şekil 2. Arpa genotiplerine ait temel bileşenler analizi (PCA)

#### Kaynakça

- Akbay, G. (1988). Farklı EMS (Ethyl Methane Sulphonate) dozlarının uygulandığı Tokak 157/37 (*Hordeum vulgare* L.) iki sıralı arpa çeşidi tohumlarının farklı ortam ve farklı sürelerle bekletilmesinin M<sub>1</sub> bitkilerinin bazı özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları-107 Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler 573:1.
- Bardak, A., & Bölek, Y. (2012). Genetic diversity of diploid and tetraploid cottons determined by SSR and ISSR markers. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(2):139-144.
- Çardaklı, E., Bardak, A., & Özdemir, M. (2017). Doğu Akdeniz bölgesinden toplanan bazı adaçayı türlerinin genetik farklılıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(6):695-700.
- Dice, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26(3):297-302.
- Dumlupınar, Z., Jellen, E.N., Bonman, J.M., & Jackson, E.W. (2016). Genetic diversity and crown rust resistance of oat landraces from various locations throughout Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(2):262-268.
- Elakhdar, A., Kumamaru, T., Qualset, C.O., Brueggeman, R.S., Amer, K., & Capo-Chichi, L. (2018). Assessment of genetic diversity in Egyptian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using SSR and SNP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(7):1937-1951.
- FAO (2017). Food and Agricultural Organization of the United Nations. www.fao.org Erişim Tarihi: 02.09.2019.

- Gruszka, D., Szarejko, I., & Maluszynski, M. (2012). Sodium Azide as a mutagen. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. CABI, Wallingford: 159-166.
- JMP (2007). JMP user guide, release 7 copyright © 2007, SAS Institute Inc. Cary, USA.
- Kaya, S. (2015). Yabani arpa popülasyonları ve bazı arpa çeşitlerinin agro-morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ile kalite özellikleri ve çinko eksikliğine toleranslarının saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Khodayari, H., Saeidi, H., Roofigar, A.A., Rahiminehad, M.R., Pourkheirandish, M., & Komatsuda, T. (2012). Genetic diversity of cultivated barley landraces in Iran measured using microsatellites. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(4):287-290.
- Olgun, M., Budak Başçıftçı, Z., Ayter, N.G., Turan, M., Koyuncu, O., Ardiç, M., Açar, G., & Takıl, E. (2015). Genetik divergences in some barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes by RAPD and ISSR Analyses. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2):102-109.
- Rines, H.W. (1985). Sodium Azide mutagenesis in diploid and hexaploid Oats and comparison with Ethyl Methane Sulfonate treatments. *Environmental and Experimental Botany*, 25(1):7-16.
- Rohlf, F.J. (2008). NTSYS-pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system version 2.21v. setauket, exeter publishing, New York.
- Uğurer, M., Güngör, H., Demirtaş, M.B., Tekin, A., Herek, S., Gezginç, H., Çerikçi, Ç.M., Dokuyucu, T., Dumlupınar, Z., & Akkaya, A. (2016). Farklı dozlarda uygulanan Sodyum Azid (NaN<sub>3</sub>)

kimyasalının buğday ve yulafta mutajen etkisinin belirlenmesi. 4. *Bursa Tarım Kongresi*, s:261-267.

Weir, B.S. (1996). *Genetic data analysis II: Methods for Discrete Population Genetic Data*. 2<sup>nd</sup> Ed. Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates Inc.

Yalım, D. (2005). Türkiye'de yetişen arpa çeşitlerinde

genetik çeşitliliğin ISSR (basit dizilim tekrarları) moleküler markör tekniği ile saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Yorgancılar, M., Yakışır, E., & Tanur Erkoyuncu, M. (2015). Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 4(2):1-12.

## Impacts of CO<sub>2</sub> emissions on agriculture: Empirical evidence from Turkey

Bekir PAKDEMİRLİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: bekir@pakdemirli.com

ORCID:0000-0002-0336-0613

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):33-43  
doi: 10.16882/derim.2020.700482

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 01.03.2020  
Kabul Tarihi/Accepted: 24.03.2020



### Abstract

There are ongoing debates around the world regarding the effects of climate change on agriculture. All sectors are known to be affected by climate change, and the agricultural sector is no exception. The present study investigates the effects of climate change on agriculture in Turkey in the 1961-2018 period. In order to determine the link between the variables, an Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach to co-integration and Vector Autoregressive (VAR) analysis are applied. Results of the study show that CO<sub>2</sub> emissions have a significant impact on agriculture. Thus, as Turkey's population increases, food sufficiency and security will emerge as more important issues over the next decade, it is vital to take adaptive measures to cope with climate change and its impact on agriculture.

**Keywords:** Agricultural output; CO<sub>2</sub> emissions; Climate change; VAR analysis; ARDL

### CO<sub>2</sub> emisyonlarının tarım üzerindeki etkileri: Türkiye örneği

#### Öz

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri konusunda dünya çapında devam eden tartışmalar bulunmaktadır. Tüm sektörlerin iklim değişikliğinden etkilendiği bilinmektedir ve tarım sektörü bu etkiden istisna değildir. Bu çalışma, iklim değişikliğinin Türkiye'de tarım üzerindeki etkilerini 1961-2018 dönemi için araştırmaktadır. Değişkenler arasındaki bağlantıyı belirlemek için, eş-bütünleşmeye bir gecikmesi dağıtılmış otoregresif (ARDL) sınır testi yaklaşımı ve vektör otoregresif (VAR) analiz uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, CO<sub>2</sub> emisyonlarının tarım üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Türkiye'nin nüfusu artışı ile beraber, gıda yeterliliği ve güvenliği önümüzdeki on yıl içinde daha önemli konular olarak ortaya çıkacak ve iklim değişikliğinin etkilerini göz önünde tutan önlemlerin alınması elzem olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarımsal üretim; CO<sub>2</sub> emisyonları; İklim değişikliği; VAR analizi, ARDL

### 1. Introduction

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions affect all sectors around the world. For this reason, economic analyses have been made of its effect on many different sectors, such as agriculture, industrial production and services (Wang et al., 2018). Kyoto Protocol and European Union (EU) Decision 280/2004/EC report on greenhouse gas emissions. Under the Kyoto Protocol, new EU member states and candidate countries are given different targets for different base years. The available statistics relating to the environment include; water, wastewater, solid waste, air emission, air quality, biodiversity, environmental expenditures, environmental employment, climate statistics, soil pollution, sea pollution, noise pollution and sustainable development indicators (Sahinli, 2013).

The effects of climate change on agriculture and natural ecosystems have been a subject of significant debate, and studies regarding the effects have been made using several statistical and econometric models. Studies in this field have investigated the rising temperature and its possible effect on agricultural products and production. Parry et al. (2004) analyses the global effects on production, crop yields and the risk of hunger relating to these socio-economic and climate scenarios. The DSSAT-Peanut model has been employed to examine the impact of climate change on peanut production and the oil sector. This model is calibrated primarily through the use of climate data from a 31-year period (1981-2011) as well as soil and agronomy data. The calibrated model is subsequently applied to simulate future peanut yield on the basis of 20 climate scenarios extracted from the 5 Global Circulation Models

(GCMs) developed by the InterSectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP), accelerated by 4 Representative Concentration Pathways (RCPs) (Xuab et al., 2017).

In a study by Cline (2008), it is asserted that developing countries are at greater risk than industrial countries as the impacts of global warming worsen. Using general circulation and agricultural impact models, Cline (2008) boldly examines the 2070–2099 period with a view to estimating the economic impact and effects of global warming. The results have shown that agricultural production in developing countries may fall by between 10 and 25 percent if global warming continues unabated (Cline, 2008). Farmers, as the primary agricultural stakeholders, face the greatest risk from climate vulnerability (Abid et al., 2015). Abid et al. (2015) analyze how farmers perceive climate change, and the manner of adapting their farming activities in response to the perceived changes in climate in areas of Punjab province of Pakistan. Their results reveal that awareness of climate change is widespread throughout the area, and that farming households are making the necessary adjustments to adapt their agricultural activities to respond to climatic change. In total, some 58 percent of farm households have adapted their farming activities to changes in climate (Abid et al., 2015). The increase in population and the associated increase in consumption will affect global demand for food. In addition to the over-exploitation of the fishing sector, countries are competing with each other for land, water and energy, and this situation will later be reflected on the food system and on the environment. The effects of climate change represent a particular global threat, and a global strategy is needed if sustainable and equitable food security is to be assured (Godfray et al., 2010).

In another study, the Cobb-Douglas production function was employed in a quantitative examination of the impact of climate change on winter wheat yield in Northern China, with the impact of climatic factors on wheat production being assessed through a time-series analysis of agricultural production data and meteorological observations for the 1981-2016 period (Zhang et al., 2006). Several studies have been conducted in agriculture modelling literature emphasizing the effects of CO<sub>2</sub> emissions on economic growth, output,

productivity, agricultural crops, energy consumption and rural population (Abbas and Choudhury, 2013; Alam, 2013; Huang, 2014; Amponsah et al., 2015; Ali et al., 2017; Chandio et al., 2018; Dong et al., 2018; Chandio et al., 2019). Li et al. (2011) claims that climate change will not have a universally negative effect on maize yield in the United States and China. The results of a climate change simulation on maize yields for the 2008-2030 period indicated that a combination of changes in temperature and precipitation will have either positive or negative impacts on maize yield.

The impacts of climate change on agriculture and human well-being include, but are not limited to, biological effects on crop yields, price fluctuations, reduced production potential and per capita calorie consumption, and child malnutrition. There are also a number of biophysical effects of climate change on agriculture, such as changes in production trends and prices, which directly affect the economic system, as farmers and other market players are compelled to make autonomous adjustments, leading to fluctuations in crop mix, input usage, production, food demand, food consumption and trade (Nelson et al., 2009).

For the 1980-2003 period, Lobell et al. (2007) analyzed the relationship between crop yield and three important climatic variables, namely minimum temperature, maximum temperature and precipitation, for 12 important crops grown in California, namely wine grape, lettuce, almond, strawberry, table grape, hay, orange, cotton, tomato, walnut, avocado and pistachio. According to the results, recent climatic trends have had mixed effects on crop yields.

Philips and Loretan (1991) proposed the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model to identify the co-integration relationship between related variables. In the assessment of the relationship between agricultural output, CO<sub>2</sub> emissions, temperature, rainfall, area under cereal crop cultivation, fertilizer usage, energy consumption and rural population variables to establish evidence of long-run and short-run relationships, Chandio et al. (2020) utilized the ARDL bounds testing approach and the Johansen co-integration test. Bessler and Babula (1987) examined the impact of exchange rate shocks on individual commodity exports. Other empirical studies of the impacts

of the exchange rate using traditional econometric studies including [Chambers and Just \(1982\)](#), [Batten and Belongia \(1986\)](#) and [Carter et al. \(1990\)](#) revealed a significant direct impact of the exchange rate on agricultural prices and/or exports.

In VAR models, first, the statistical model is described, after the structural model is determined ([Spanos, 1990](#)). Although both the VAR approach and traditional econometric approaches require identification restrictions, these restrictions are quite distinct in nature ([Orden and Fackler, 1989](#)). The present study, which makes use of a VAR analysis and ARDL approximations, may be the first to determine the effect of climate change on agriculture in the Turkish context.

In this study, firstly, stationarity of CO<sub>2</sub> emissions and agricultural output are tested by using Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests. Furthermore, Vector Autoregressive (VAR) and Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL) bounds testing approximations are applied to identify any associations between the two variables, using data obtained from the World Development Indicators (WDI) database.

## 2. Material and Method

### 2.1. Data source

The present study is based on a data set comprising 57 annual observations covering the 1961-2018 period. The data can be viewed in two blocks: an environmental block (CO<sub>2</sub> emissions) and an agricultural block (agricultural value added). The data was obtained from the World Development Indicators (WDI) database ([WDI, 2020](#)), and the variables used were agriculture value added (AGR) (current US\$), and total greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub>), (kt of CO<sub>2</sub> equivalent).

### 2.2. Package program

The estimated model is created using EViews version 7.0 econometrics package software. The unit root test analysis is estimated through Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) tests. The VAR and ARDL coefficients are estimated from an OLS

regression.

### 2.3. Vector Autoregressive (VAR)

The VAR model can be referred to as a system of dynamic simultaneous equations. By definition, the dependent variables are all endogenous in nature, while the independent variables are the set of lagged observations of all the variables in the system. Within the period in question, all of the observed variables in the system are found to affect one another. The VAR approach utilizes all endogenous variable lags in each behavioral equation in a reduced form. In placing identifying restrictions on the matrix of contemporaneous coefficients, the variance matrix of the residuals is used to identify the economic structure. For instance, a Cholesky decomposition of the covariance matrix results in orthogonal behavioral shocks and a contemporaneous coefficient structure that implies a recursive ordering between variables.

Agriculture value added and CO<sub>2</sub> emissions are important variables in the agriculture sector, with different techniques employed in the assessment of the relationships between them, alongside structural econometric models and time series approaches. One of the most important statistical methods used in this field of research is vector autoregressive (VAR) modelling. The VAR model is an alternative to the structural and conventional econometric approach, being a dynamic simultaneous equation model. To execute this model, it is necessary to review the simultaneous equations model ([Sahinli, 2019](#)).

### 2.4. Auto Regressive Distributed Lag (ARDL)

[Philips and Loretan \(1991\)](#) proposed the Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL) as a co-integration relationship. The following equation can be followed to explain the ARDL model.

$$Y_t = \alpha + \sum_{j=1}^k \alpha_j Y_{t-j} + \sum_{j=0}^k \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

The number of lags to be added to the Equation 1 is determined with the help of such criteria as AIC, SIC and LM, and especially the significance of the lags. A stable situation would be as follows in a long-term equilibrium relationship:

$$Y_t = \frac{\alpha}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} + \frac{\sum_{j=1}^k \beta_j}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} X^* = \alpha^* + \beta^* X^* \quad (2)$$

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. VAR Results

The first step in the process is to create a time series plot of the data displaying the annual AGR and CO<sub>2</sub> for each year against within the years from 1961 to 2018. The original data is

transformed by taking natural logarithm in order to reduce the effect of outliers. The annual time series are coded as LNAGR (Natural Logarithm of Agricultural Value Added) and LNCO<sub>2</sub> (Natural Logarithm of Total Greenhouse Gas Emissions) (Table 1).

In the following Figures 1 and 2, the nonstationary shape of the time series is seen. These series randomly fluctuate, indicating the observation of a global trend or seasonal variations (Figure 1).

Table 1. Descriptive statistics of the LNAGR and LNCO<sub>2</sub> variables

	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
Mean	23.720200	0.835690
Median	23.741840	0.980851
Maximum	24.967070	1.684547
Minimum	22.142350	-0.483082
Standard deviations	0.797636	0.550522
Skewness	-0.203769	-0.550899
Kurtosis	2.051882	2.427776
Jarque-Bera	2.573787	3.725043
Probability	0.276127	0.155281
Sum	1375.772	48.470
Sum of squared deviations	36.26473	17.27522
Observations	58	58

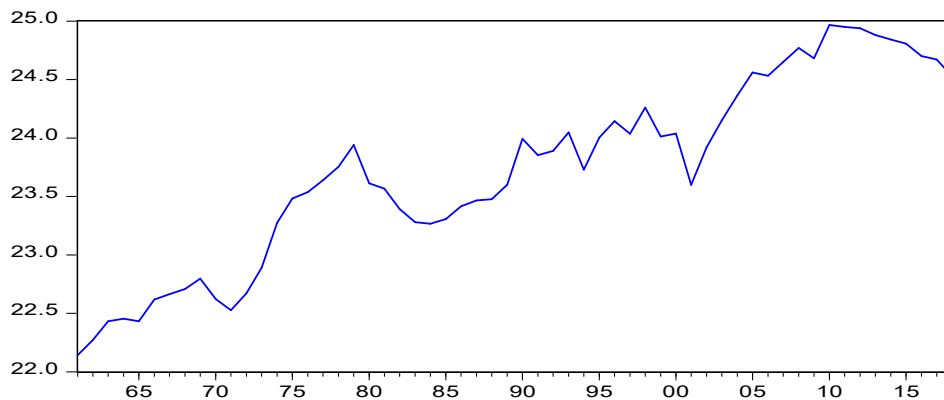


Figure 1. Time plots series of LNAGR (X: Year; Y: LNAGR: Natural logarithm of agricultural value added)

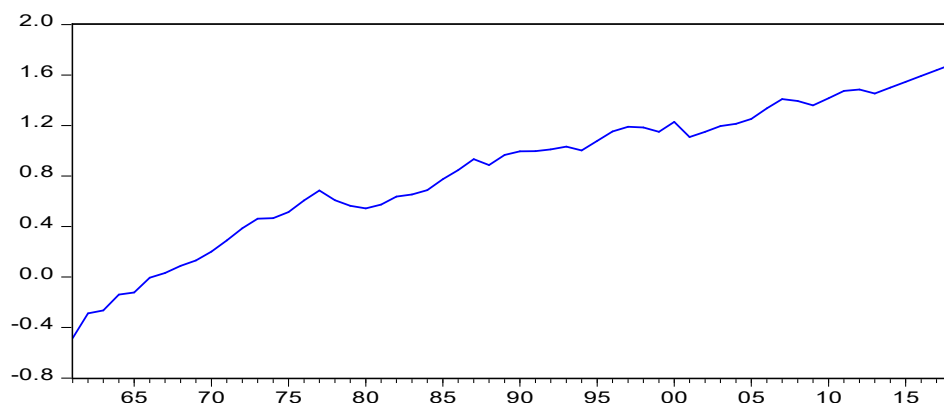


Figure 2. Time plots series of LNCO<sub>2</sub> (X: Year; Y: LNCO<sub>2</sub>: Natural logarithm of total greenhouse gas emissions)



Table 2. Covariance analysis

Correlation [t-statistic] (Probability)	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
LNAGR	1.000000	
LNCO <sub>2</sub>	0.950888 (22.98871) (0.0000)	1.000000

Table 3. Unit root tests results

Variables	Deterministic component	ADF	PP
LnAGR	Intercept	-1.750263	-1.746184
LnCO <sub>2</sub>	Intercept	-2.966119	-3.109835
LnAGR	Trend and intercept	-2.414466	-2.741336
LnCO <sub>2</sub>	Trend and intercept	-3.798386	-3.850069
ΔLnAGR	Intercept	-7.530148*	-7.538009*
ΔLnCO <sub>2</sub>	Intercept	-7.859412*	-7.851323*
ΔLnAGR	Trend and intercept	-7.587972*	-7.592725*
ΔLnCO <sub>2</sub>	Trend and intercept	-8.080570*	-8.102711*

ADF and PP represent the unit root tests, being the Augmented Dickey-Fuller and Phillips-Perron tests, respectively. (\*) denote 1%, 5% and 10% levels of significance, respectively.

Table 4. VAR lag order selection criteria

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-44.3888	NA	0.017456	1.627679	1.699365	1.655538
1	118.2484	308.1548*	6.68e-05*	-3.93854*	-3.72348*	-3.85496*

Table 2 shows the correlation between the variables. The correlation coefficient is 0.95, which implies a strong relationship. For the stationary test, an Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, the most well-known test in literature, is applied. Test results are easy to interpret and quite efficient. This test is based on the following equation:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + (\rho - 1)y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Where,

$\varepsilon_t$  = pure white noise error term

$\Delta Y_{t-i}$  = difference of  $Y_{t-i}$

The Augmented Dickey Fuller (ADF) and the Phillips-Perron (PP) tests are used to determine the stationary of time series. In the present study, if there is a unit root, namely, if the null hypothesis is  $\rho=1$ , we can conclude from this result that the time series is nonstationary. The alternative hypothesis is  $|\rho|<1$ , indicating the time series is stationary. If  $\rho>1$  then the original time series will be explosive.

As (it) can be seen from Table 3, a test for unit root in level is carried out. Once again, there is a unit root, and LNAGR and LNCO<sub>2</sub> are nonstationary. In the first difference model, the hypothesis, DLNAGR and DLNCO<sub>2</sub> have no unit root is rejected, and the time series is thus

stationary. The Phillips-Perron test yielded similar results. In the event of the LNAGR and LNCO<sub>2</sub> series being stationary, a VAR analysis can be made, for which an appropriate lag length must first be determined. There are many criteria when determining lag length, being AIC, SIC, FPE and HQ, and the results related to these criteria are presented in Table 4. From the values given in Table 4, the proper lag length  $\rho=1$  (Table 4) can be identified. All of the results for the estimated VAR (1) model are presented in Table 5.

The results of all eigenvalues for the stability of the VAR (1) model are presented in Table 6. It is worthy of note that all of the roots are complex. Considering the absolute value, all of the calculated modules are smaller than the unit value (Figure 3). Furthermore, all of the characteristic roots fall within the unit circle, from which it can be concluded that the VAR (1) model is stable and fulfils the stationary conditions (Table 6).

The impulse response functions are calculated and presented below. Until now, two variables are discussed: the LNAGR and the CO<sub>2</sub> series. When a unit of random shock (both their own and the other variable's shocks) is applied to these variables, the responses of relevant variables can be shown for 10 periods in Figure 4.

Table 5. Results of vector autoregression estimates

	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
LNAGR (-1)	0.747349 (-0.09519) (-7.85114)	-0.04701 (-0.02607) (-1.80327)
LNCO <sub>2</sub> (-1)	0.209266 (-0.19084) (-1.09655)	0.848333 (0.05226) (16.2316)
C	5.760539 (2.13863) (2.69356)	1.100109 (0.5857) (1.87829)
@TREND	0.00341 (0.00613) (0.55645)	0.006097 (0.00168) (3.63267)
R-squared	0.957754	0.993107
Adj. R-squared	0.955362	0.992717
F-statistic	400.5147	2545.314
Log likelihood	24.25292	98.07484

Table 6. Roots of characteristic polynomial

Root	Modulus
0.797841-0.085370i	0.802395
0.797841+0.085370i	0.802395

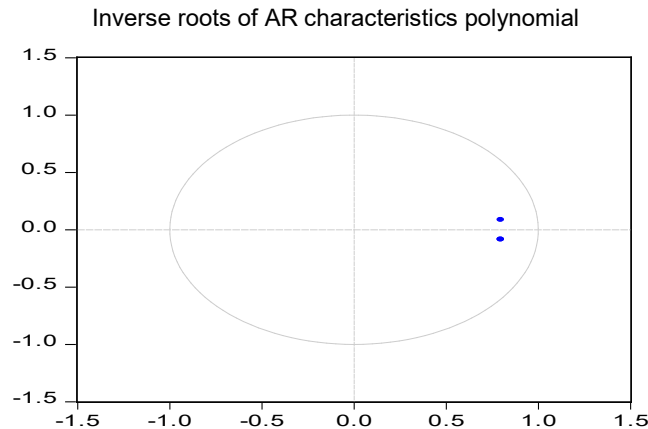


Figure 3. Inverse roots of AR characteristic polynomial

When the figure is examined (a), the panel shows the response of LNAGR to LNAGR, which means the reaction to itself. When a unit of random shock is given to the error term of LNAGR, this shock variable is shown to be affected by itself. Accordingly, when LNAGR is subjected to a shock, a random shock that will have a positive effect on LNAGR will occur. In other words, this shock is the effect of increasing LNAGR, and the effect increases over 10 years (Figure 4). When the figure is examined in the panel (b), LNAGR is presented as a reaction to LNLNCO<sub>2</sub>. Accordingly, when random shocks are applied to LNCO<sub>2</sub> in the panel (b), the effect of the shock on LNAGR is considered. The results show that LNCO<sub>2</sub> shocks significantly affect LNAGR, that and

LNAGR maintains a stationary condition. In other words, it can be said that a linear interaction exists between LNAGR and LNCO<sub>2</sub>. In this case, LNAGR increases LNCO<sub>2</sub> for three periods, although the effect is slowly decreased. If the LNAGR increases (or decreases), so does the LNCO<sub>2</sub> value, and vice versa. That is, the impulse response functions provide clues to causality, although interpretations must consider random shocks rather than being based on causality (Figure 4). Panel (c) of Figure 4 shows, the response of LNCO<sub>2</sub> to LNAGR. There is an inverse relationship between LNCO<sub>2</sub> and LNAGR. Accordingly, random shocks that occur in the LNAGR can decrease LNCO<sub>2</sub> for five periods and the response is fading slowly (Figure 4).

Panel (d) presents the response to the LNCO<sub>2</sub> itself. In this regard, when a shock is applied to LNCO<sub>2</sub>, the random shock that will occur positive effect on itself. While this shock has a significant effect, it later reduces (Figure 4).

The variance decomposition function for the VAR (1) model is valid. Variance decomposition analyses explore the source of variations in the variance of a variable, revealing the endogenous states of the variables. The following table shows the variance decomposition results of the Cholesky decomposition, based on the LNAGR and LNCO<sub>2</sub> ranking (Table 7). In Table 7, firstly LNAGR variance decomposition results are provided. In the first period, change in standard deviations of LNAGR, 100% depends on itself. In the second period, around 99.81% of the total change comes from itself, and 0.19% is derived from LNCO<sub>2</sub>. After ten periods, 96.71% is derived from itself, and 3.29% from LNCO<sub>2</sub>.

Table 7 also presents the results of the variance decomposition of LNCO<sub>2</sub>. In the first period, 92.06% of the change in the standard

deviations of LNCO<sub>2</sub> come from itself, while 7.94% is stemmed from LNAGR. However, after 10 periods, 88.05% of the change in the standard deviations of LNCO<sub>2</sub> is derived from itself, and 11.95% is derived from LNAGR.

In Table 8, the results of the variance decomposition are presented by Cholesky decomposition based on LNCO<sub>2</sub> and LNAGR ordering (Table 8). Table 8 shows firstly the LNAGR variance decomposition results. In the first period, 92.06% of the change in the standard deviations of LNAGR came from itself, and 7.94% from LNCO<sub>2</sub>. In the second period, 90.46% of the change in standard deviations of LNAGR came from itself, and 9.54% from LNCO<sub>2</sub>. After 10 periods, 84.07% of the change in standard deviations of LNAGR came from itself, and 15.93% from LNCO<sub>2</sub>. Table 8 provides also the LNCO<sub>2</sub> variance decomposition results. In the first period, 100% of the change in standard deviations of LNCO<sub>2</sub> derive from itself. However, ten periods later, 79.01% of the change in the standard deviations of LNCO<sub>2</sub> came from itself, and 20.99% from LNAGR.

Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations ± 2 S.E.

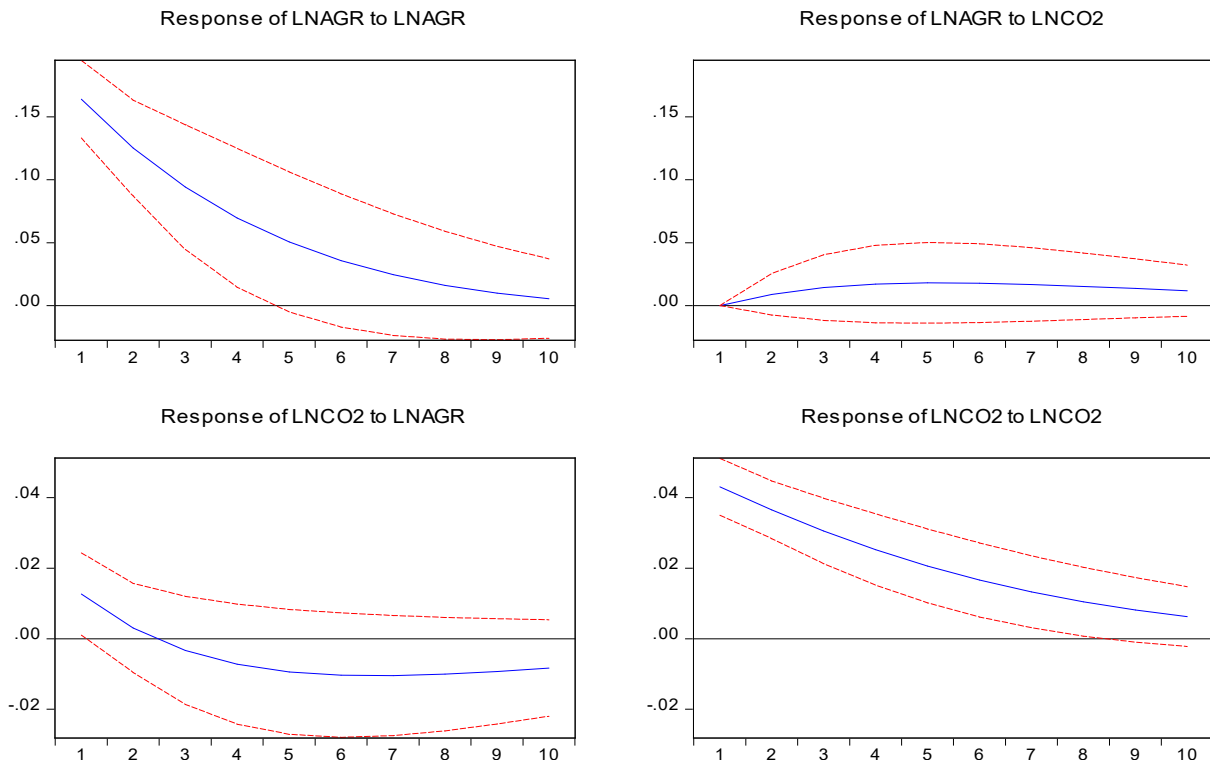


Figure 4. Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations ±2 S.E. Panels: a, b, c, d left to right, respectively

Table 7. Variance decomposition of LNAGR and LNCO<sub>2</sub>

Variance decomposition of LNAGR			
Period	S.E.	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
1	0.163974	100.0000	0.000000
2	0.206500	99.80935	0.190646
3	0.227426	99.44262	0.557381
4	0.238486	98.97583	1.024167
5	0.244462	98.47663	1.523316
6	0.247717	97.99727	2.002734
7	0.249504	97.57118	2.428821
8	0.250500	97.21479	2.785209
9	0.251072	96.93113	3.068871
10	0.251416	96.71459	3.285411
Variance decomposition of LNCO <sub>2</sub>			
Period	S.E.	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
1	0.044907	7.944435	92.05556
2	0.057981	5.038544	94.96146
3	0.065636	4.186893	95.81311
4	0.070704	4.656992	95.34301
5	0.074252	5.831832	94.16817
6	0.076799	7.274136	92.72586
7	0.078641	8.713322	91.28668
8	0.079970	10.004690	89.99531
9	0.080921	11.087590	88.91241
10	0.081593	11.952250	88.04775

Cholesky Ordering: LNAGR LNCO<sub>2</sub>

Table 8. Variance decomposition of LNCO<sub>2</sub> and LNAGR

Variance Decomposition of LNAGR			
Period	S.E.	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
1	0.16397	92.05556	7.94444
2	0.20650	90.46347	9.53653
3	0.22743	88.98917	11.01083
4	0.23849	87.69491	12.30509
5	0.24446	86.61522	13.38478
6	0.24772	85.75690	14.24310
7	0.24950	85.10470	14.89530
8	0.25050	84.62955	15.37045
9	0.25107	84.29680	15.70320
10	0.25142	84.07238	15.92762
Variance decomposition of LNCO <sub>2</sub>			
Period	S.E.	LNAGR	LNCO <sub>2</sub>
1	0.044907	0.000000	100.00000
2	0.057981	1.627061	98.37294
3	0.065636	4.502425	95.49757
4	0.070704	7.839884	92.16012
5	0.074252	11.109520	88.89048
6	0.076799	14.019250	85.98075
7	0.078641	16.449470	83.55053
8	0.079970	18.387400	81.61260
9	0.080921	19.877340	80.12266
10	0.081593	20.988200	79.01180

Cholesky Ordering: LNCO<sub>2</sub> LNAGR

### 3.2. ARDL results

The logarithms of both the CO<sub>2</sub> emission and agriculture value added series are taken, and the time path graphs of both series are presented in Figures 1 and 2. It can be stated

that both series (LNCO<sub>2</sub> and LNAGR) are integrated from the first order, i.e. I (1) (Table 3). Since both series (LNCO<sub>2</sub> and LNAGR) are integrated in the first order, that is, I (1), an ARDL matching analysis is initiated. The number of lags included in the estimated model

during the implementation of the ADF unit root test and Phillips-Perron (PP) test are determined based on the Akaike Information Criteria (AIC). The relevant values are presented in Table 3. According to these values, when both evaluation criteria are considered, it can be seen that no serial correlation exists in the residuals if the model is lagged by 1 (one) (Table 3). The ARDL model estimate results are presented in Table 9.

The calculation of long-term parameters using the results of the ARDL model estimation is given below.

$$\alpha^* = \frac{\alpha}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} = \frac{4.987641}{1 - (0.779500)} = 22.61969$$

$$\beta^* = \frac{\sum_{j=1}^k \beta_j}{1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j} = \frac{(0.935522 - 0.636049)}{1 - (0.779500)} = 1.358154$$

In this case, the co-integration model showing the long-term relationship can be defined as:

$$\widehat{AGR}_T = 22.61969 + 1.358154(CO2_T)$$

The deviation can be calculated from the equilibrium:

$$\hat{\varepsilon}_t^* = \widehat{AGR}_T - 22.61969 - 1.358154(CO2_T)$$

A stationary test for deviations from the equilibrium is carried out:

$$\Delta \hat{\varepsilon}_t^* = -0.385 \hat{\varepsilon}_{t-1}^* + 0.306(\Delta \hat{\varepsilon}_{t-1}^*) + 0.290(\Delta \hat{\varepsilon}_{t-2}^*) + 0.131(\Delta \hat{\varepsilon}_{t-3}^*) - 0.017(\Delta \hat{\varepsilon}_{t-4}^*) + 0.315(\Delta \hat{\varepsilon}_{t-5}^*)$$

t-stats (respectively); (-3.212), (2.014), (2.013),

(0.908), (-0.115), (2.214).

The calculated value of -3.212 is less than the critical values at the three significance levels, and the basic hypothesis is thus rejected. This means that both variables are counteracted. Later, based on these results, an Error Correction Model can be estimated (Table 10). The main conclusion from this study is that the impact of CO<sub>2</sub> emissions on agricultural value added are valid and relatively large.

#### 4. Conclusion

The main aim of this empirical study is to assess the impact of climate change on agricultural output in Turkey within the 1961–2018 period. The study employed unit root tests, such as ADF and PP, to check the stationarity of variables. The ARDL approach is used to check the causality between these variables through long- and short-run analysis. Unit root test estimations confirm that the variables are stationary at the I (1). Moreover, the results of the ARDL approach indicate a long-run association between LNAGR and LNCO<sub>2</sub> emissions at 1%, 5% and 10% significance levels. Autoregressive Distributed Lag and Vector Autoregressive models are used to determine the relationship between them, and the numerical results indicate a robust relationship between the variables. The indicators of the variables are consistent with the expectations.

The findings of the study reveal that CO<sub>2</sub> emissions and agriculture value added are co-integrated in the long-run. In the ARDL model, it

Table 9. ARDL model estimation results

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.987641	1.955752	2.550242	0.0137
LNCO <sub>2</sub>	0.935522	0.431370	2.168724	0.0346
LNCO <sub>2</sub> (-1)	-0.636049	0.443656	-1.433654	0.1575
LNAGR (-1)	0.779500	0.086566	9.004681	0.0000
R-squared	0.960970			
Adj. R-squared	0.958761			
F-statistic	434.9808			

Table 10. Unit root tests for residuals

	t-statistic	Prob.
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.212054	0.0018
Test critical values: 1% level	-2.610192	
5% level	-1.947248	
10% level	-1.612797	

is seen that the obtained -3.212 value is less than the critical values at 1%, 5% and 10% significance levels, and so the null hypothesis is rejected. This means that variables are counteracted. Impulse response functions provide clues to causality, although interpretations must be made considering random shocks, not on the basis of causality. Thus, as Turkey's population increases, food sufficiency and security will emerge as more important issues over the next decade, it is vital to take adaptive measures to cope with climate change and its impact on agriculture. There is, however, a need for further studies of CO<sub>2</sub> emissions and agriculture value added at provincial levels in Turkey. In future studies, the link between CO<sub>2</sub> emissions and the yields of any crops could be analysed using other econometrics models for the sake of precision.

### References

- Abbas, F., & Choudhury, N. (2013). Electricity consumption-economic growth nexus: an aggregated and disaggregated causality analysis in India and Pakistan. *Journal of Policy Modeling*, 35(4):538-553.
- Abid, M.E.A., Scheffran, J., Schneider, U.A., & Ashfaq, M. (2015). Farmers' perceptions of and adaptation strategies to climate change and their determinants: the case of Punjab province, Pakistan. *Earth System Dynamics*, 6(1): 225-243.
- Alam, Q. (2013). Climate change, agricultural productivity and economic growth in India: The bounds test analysis. *International Journal of Applied Research and Studies*, 2(11):1-14.
- Ali, S., Liu, Y., Ishaq, M., Shah, T., Ilyas, A., & Din, I. U. (2017). Climate change and its impact on the yield of major food crops: Evidence from Pakistan. *Foods*, 6(6):39.
- Amponsah, L., Kofi Hoggar, G., & Yeboah Asuamah, S. (2015). Climate change and agriculture: modelling the impact of carbon dioxide emission on cereal yield in Ghana. *Agriculture and Food Sciences Research*, 2:32-38.
- Batten, D.S., & Belongia, M.T. (1986). Monetary policy, real exchange rates, and US agricultural exports. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(2):422-427.
- Bessler, D.A., & Babula, R.A. (1987). Forecasting wheat exports: do exchange rates matter? *Journal of Business & Economic Statistics*, 5(3):397-406.
- Carter, C.A., Gray, R.S., & Furtan, W.H. (1990). Exchange rate effects on inputs and outputs in Canadian agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 72(3):738-743.
- Chambers, R.G., & Just, R.E. (1982). An investigation of the effect of monetary factors on agriculture. *Journal of Monetary Economics*, 9(2):235-247.
- Chandio, A.A., Jiang, Y., Rehman, A., & Dunya, R. (2018). The linkage between fertilizer consumption and rice production: Empirical evidence from Pakistan. *AIMS Agriculture and Food*, 3(3):295-305.
- Chandio, A.A., Jiang, Y., & Rehman, A. (2019). Energy consumption and agricultural economic growth in Pakistan: is there a nexus? *International Journal of Energy Sector Management*, 13(3):597-609.
- Chandio, A.A., Jiang, Y., Rehman, A., & Rauf, A. (2020). Short and long-run impacts of climate change on agriculture: an empirical evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-05-2019-0026>. Access date: 10/02/2020.
- Cline, W.R. (2008). *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*, Peterson Institute Press: All Books, Peterson Institute for International Economics, 4037.
- Dong, K., Sun, R., & Dong, X. (2018). CO<sub>2</sub> emissions, natural gas and renewables, economic growth: assessing the evidence from China. *Science of the Total Environment*, 640:293-302.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967):812-818.
- Huang, J.K. (2014). Climate change and agriculture: Impact and adaptation. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(4):657-659.
- Li, X., Takahashi, T., Suzuki, N., & Kaiser, H.M. (2011). The impact of climate change on maize yields in the United States and China. *Agricultural Systems*, 104(4):348-353.
- Lobell, D.B., Cahill, K.N., & Field, C.B. (2007). Historical effects of temperature and precipitation on California crop yields. *Climatic Change*, 81(2):187-203.
- Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R.D., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msang, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., Lee, D.R. (2009). Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. *Food Policy Report*. International Food Policy Research Institute (IFPRI). <http://dx.doi.org/10.2499/0896295354>. Access date: 10/01/2020.
- Orden, D., & Fackler, P.L. (1989). Identifying monetary impacts on agricultural prices in VAR models. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(2):495-502.
- Parry, M.L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., & Fischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES



- emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14(1):53-67.
- Phillips, P.C., & Loretan, M. (1991). Estimating long-run economic equilibria. *The Review of Economic Studies*, 58(3):407-436.
- Spanos, A. (1990). The simultaneous-equations model revisited: Statistical adequacy and identification. *Journal of Econometrics*, 44(1-2):87-105.
- Sahinli, M.A. (2013). Pressures and risks to the agricultural environment: Turkey and EU countries. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12:194-200.
- Sahinli, M.A. (2019). Effects of agricultural supports: the case of Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 20(1):515-525.
- Taylor, J.S., & Spriggs, J. (1989). Effects of the monetary macro-economy on Canadian agricultural prices. *Canadian Journal of Economics*, 278-289.
- Wang, B., Sun, Y., & Wang, Z. (2018). Agglomeration effect of CO2 emissions and emissions reduction effect of technology: A spatial econometric perspective based on China's province-level data. *Journal of cleaner Production*, 204:96-106.
- WDI (2020). <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/world-development-indicators>. Access date: 01/02/2020.
- Xuab, H., Tianab, Z., Zhongc, H., Fan, D., Shic, R., Niubd, Y., Hee, X. & Chenf, M. (2017). Impacts of climate change on peanut yield in China simulated by CMIP5 multi-model ensemble projections. In *Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability XIV* (10405: 104050W). International Society for Optics and Photonics.
- Zhang, J., Zhao, Y., Wang, C., & He, Y. (2006). Effects of climate change on winter wheat growth and yield in North China. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao= The Journal of Applied Ecology*, 17(7):1179-1184.

## *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae)'nın Valencia portakalının meyve kalitesine etkisi

Serdar SATAR<sup>1</sup> GülsevİM TİRİNG<sup>2</sup> Adnan TUSUN<sup>1</sup> Turgut YEŞİLOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adana

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: hserhat@cu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-0449-205X

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1):44-50

doi: 10.16882/derim.2020.591334

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 12.07.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 12.03.2020



### Öz

*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae) dünyanın nemli bölgelerinde turunçgillerin önemli bir zararlısıdır. Bu zararlı meyve verim ve kalitesinde kayıplara sebep olabilmektedir. Bu çalışmada *P. oleivora*'nın Valencia portakalı meyve kalite özelliklerine olan etkisi Adana ekolojik koşullarında araştırılmıştır. Bu sebepten dolayı *P. oleivora* ile bulaşık olan ve olmayan meyveler ağaçlardan toplanarak *P. oleivora*'nın zararının varlığına ve yokluğuna göre sınıflandırmıştır. Meyveler 1:Normal, 2: Hafif bronz, 3: Bronz ve 4: Yoğun bronz olarak kategorilere ayrılmıştır. Bu çalışma sonucunda, meyve yüzeyinde geniş lekeler bulunan meyvelerin normal meyvelerden titre edilebilir asit oranı (%) ve Suda Çözülebilir Kuru Madde Oranının (SÇKM,%) daha yüksek; usare miktarı (%), kabuk kalınlığı ve SÇKM/asit oranının ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Çekirdek sayısı, dilim sayısı ve meyve indeksine ait regresyon katsayılarının diğer meyve kalite özelliklerinden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yoğun popülasyon zararı sonucu dördüncü kategoriye giren meyvelerde, meyvelerin normal meyvelerden %16 daha küçük olduğu, çekirdek sayısının da sıfır olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Turunçgil pas böcüsü; *Phyllocoptruta oleivora*; Meyve kalitesi; Zarar; Regresyon

### The effect of *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae) on fruit quality of Valencia orange

#### Abstract

*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae) is a serious pest of citrus in most humid regions of the world. This pest can cause losses in the yield and quality of fruit. In this study, the effect of the fruit quality traits of *P. oleivora* was inspected under the Adana ecological condition. For this reason, infested and non-infested fruit with *P. oleivora* was collected from Valencia orange trees. The collected fruits were classified according to presence and absence of damage of *P. oleivora*. The fruits were separated into four categories: 1. Normal, 2: Soft bronze, 3. Bronze and 4. Wide bronze. The classified fruits were detected in terms of fruit quality traits. As a result of this study, the fruit with localized and extensive surface bronzing had a lower juice volume, lower TSS/TA, lower rind thickness, higher total soluble solids (TSS), higher titratable acid (TA) than normal fruit. It was found that correlation coefficients of the number of carpel and fruit index were significantly lower than those of other fruit quality characteristics. Moreover, fourth category fruits as a result of intense population damage were 16% smaller than normal fruits and number of seed was detected as zero on the fruits.

**Keywords:** Citrus rust mite; *Phyllocoptruta oleivora*; Fruit quality; Damage; Regression

### 1. Giriş

Turunçgiller, ülke ekonomisi açısından önemli bir meyve grubu olup üretim ve yayılış alanları giderek artmaktadır. Ülkemizdeki turunçgil üretim miktarı 1988 yılında 1 445 000 ton iken, 2018 yılında bu rakam 4 902 052 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2019). Üretim miktarları giderek artan bu meyve grubunu olumsuz yönde etkileyen bazı etmenler vardır. Uygun ve Satar (2008), turunçgil meyve ağaçlarının yaklaşık 89 adet zararlısının olduğunu belirtip,

bunlar arasında *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Phyllocoptidae)'nın ekonomik olarak önemli kayıplara sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Mevsim koşullarında gelişimi uygun olan bu akarın bitki üzerinde beslenmesi sonucunda farklı zarar tipleri görülmektedir. Bunlar beslenme zararı, yaprak zararı, meyve zararı, genç dal zararı ve yağlı leke zararı olarak farklı gruplarda incelenmektedir (McCoy ve Albrigo, 1975). *Phyllocoptruta oleivora*'nın beslenme

sırasında eterik yağ keseciklerini patlattığı ve meyve yüzeyinde zararlanmaların bu nedenle meydana geldiği düşünülmektedir. [Yothers ve Mason \(1930\)](#) ve [McCoy ve Albrigo \(1975\)](#), *P. oleivora*'nın yaprak veya meyvelerin epidermis hücreleriyle beslendiğini bildirmişlerdir. Yaprak zararı, genellikle meyve zararından çok daha az görülmekte, fakat bazı durumlarda ciddi bir zarar oluşturabilmektedir. *Phyllocoptruta oleivora*'nın yaprağın üst kısmında epidermis hücreleriyle beslenmesi sonucunda bronz lekelenmeler oluşabilmekte ([McCoy ve Albrigo, 1975](#)), yaprağın alt yüzeyinde beslenmesi sonucu ise genellikle koruyucu stoma hücreleri nedeniyle mesofil çöküntüsü ve yaprağın alt yüzeyinde hafif bir morarma görülebilmektedir. Bunun sonucunda yer yer nekrotik lekelenmeler ortaya çıkabilmektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada *P. oleivora*'nın yaptığı yaprak zararlanmalarının %43.7'sinin yaprağın üst yüzeyinde, %37.4'nün yaprağın alt yüzeyinde, %19'nun ise yaprakta mezofil çöküntüsüne sebep olduğu bildirilmiştir. Zarar görmüş yapraklarda ise yaprak dökümünün genellikle nem stresinden kaynaklanabileceği vurgulanmıştır ([McCoy, 1976](#)). Meyve zararlanması, Turunçgil pas böcüsünün meyvelerin epidermis hücreleri ile beslenmesi sonucunda oluşmaktadır ([McCoy ve Albrigo, 1975](#)). *Phyllocoptruta oleivora*'nın meyveyle beslenmesi sonucunda meyve üzerinde lekelenmeler görülmektedir. Bu durum epiderm hücreleri içindeki sitoplazmalarında bazı maddelerin oksitlenmesi ve lignin oluşumu ile ilişkilidir ([McCoy ve Albrigo, 1975](#)). Meyve yüzeyindeki zarar farklılıkları meyve çeşidine ve zarar zamanına göre değişmektedir ([Griffiths ve Thompson, 1957](#)). Turunçgil pas böcüsünün beslenmesi sonucunda meyve üzerinde köpek balığı derisi (sharkskin), kırmızımsı kahverengi ve bronz olmak üzere 3 görülebilir tipte zarar oluşmaktadır ([McCoy ve Albrigo, 1975](#); [McCoy vd., 1976](#)). Altıntop, laym ve limonlarda meyve gelişiminin erken dönemindeki zararlanmalar kabukta gümüşlenmeye ve eğer popülasyon çok yüksek ise köpekbalığı derisi görünümüne sebep olabilmektedir. Meyve olgunlaştığı zaman olan zararlanmaya 'pas' denilmektedir. Daha ileriki zamanlarda ise bronzlaşma görülebilmektedir. Genç dal zararlanmasında, meyve dalının üzerinde pas benzeri lekelenmeler oluşabilmekte fakat bu zararlanma çok nadir olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında Florida da görülen ve yağlı leke (Greasy spot) olarak bilinen *Mycopshaerella*

*citri* Whiteside fungusunun sebep olduğu bir hastalığın simptomolojik gelişimi ile *P. oleivora* arasında pozitif bir korelasyon olduğu rapor edilmiştir ([Griffiths ve Thompson, 1957](#)).

*Phyllocoptruta oleivora* meyve üzerinde beslenmesi sonucunda sadece kabuk üzerinde lekelenmelere sebep olmakla kalmayıp aynı zamanda meyve kalitesinde de azalmaya sebep olduğu bazı araştırmacılar tarafında da rapor edilmiştir. [Yothers \(1918\)](#), *P. oleivora* ile bulaşık olan portakal ve altıntopların bulaşık olmayanlardan yaklaşık %12.5 daha küçük olduğunu belirtirken, [McCoy vd. \(1976\)](#) köpek balığı derisi ve bronzlaşmanın görüldüğü meyvelerde Suda Çözülebilir Kuru Madde (SÇKM) değeri, titre edilebilir asit oranı, etanol ve acetaldehide oranlarının normal görünümü meyvelerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Turunçgil dal, yaprak ve meyvelerinde zarar yapan bu phyllocoptidin meyvenin tüm pomolojik analizlerine etkisi üzerine detaylı bir çalışma mevcut değildir. Farklı yoğunluklarda *P. oleivora* zararına sahip meyvelerde pomolojik verilerin nasıl değiştiği, bu değişimin meyvenin kalitesi üzerine nasıl bir etkisinin olduğunu bilmek bu zararlı ile yapılacak başarılı bitki koruma uygulamalarındaki kazanımın değerini ortaya koymak açısından önemlidir. Bu nedenle çalışmada, *P. oleivora*'nın meyve kalitesine olan etkisi portakal meyvesi üzerinde incelenmiş, zararlanma ile infeksiyon oranları arasında bir regresyon analizi yapılarak, *P. oleivora* yoğunluğu ve pomolojik veriler arasındaki ilişki incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

*Phyllocoptruta oleivora*'nın meyvenin pomolojik özelliğine olan etkisini belirlemek amacıyla *P. oleivora* ile bulaşık olan ve olmayan meyveler Çukurova Üniversitesi Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan turunçgil parsellerindeki 7x7 m dikilmiş Valencia portakal ağaçlarından toplanmıştır. Toplanan meyveler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümünde bulunan pomoloji laboratuvarına getirilmiştir. Turunçgil pas böcüsü zararının görüldüğü meyveler kendi aralarında hafif bulaşık, orta bulaşık ve ağır bulaşık olarak üç gruba ayrılmıştır. Belirlenen gruplardan *P. oleivora* zararı olmayan meyveler

'1', hafif bronz olan meyveler '2', orta derecede bronz olan meyveler '3' ve ağır bronz olan meyveler '4' olarak farklı kategorilere ayrılmıştır (Şekil 1). Belirlenen her kategoriden 15 meyve seçilmiştir.

Meyve örneklerinin, meyve ağırlığı (g), meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), kabuk kalınlığı (mm), çekirdek sayısı (adet), dilim sayısı, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM, %), titre edilebilir asit miktarı (%), olgunlaşma indeksleri (SÇKM/Asitlik), meyve suyu miktarı (%) ve meyve indeksi incelenmiştir. Meyve ağırlığı, tekerrürü temsil

eden 15 meyvenin toplam ağırlığının terazi ile tartıldıktan sonra meyve adedine bölünmesi ile hesaplanmıştır. Meyve genişliği, uzunluğu ve kabuk kalınlığı dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. SÇKM, sıkılan 15 meyvenin usaresinden el refraktometresiyle ölçülerek yüzde (%) olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asit (%) miktarı, 15 meyvenin usare karışımından alınan 5 ml'lik örneğin 0.1 N'lik NaOH ile titrasyonu ile elde edilmiştir. Olgunlaşma indeksleri (SÇKM/Asitlik), % SÇKM miktarının titre edilebilir % asit miktarına oranıyla belirlenmiştir (Tiring vd. 2017 a, b).



Şekil 1. *Phyllocoptruta oleivora* tarafından zarar görmüş ve görmemiş meyvelerin görüntüsü; 1: zararı olmayan meyveler, 2:hafif bronz olan meyveler, 3:orta derecede bronz olan meyveler ve 4:ağır bronz olan (köpek balığı derisi) meyveler

Çalışma sonucunda her kategoriden elde edilen verinin ortalaması alınmış ve Excel programında regresyon analizi yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

*Phyllocoptruta oleivora*'nın meyvenin pomolojik özelliğine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar Şekil 2 ve Şekil 3'te ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda ortalama meyve uzunluğunun 1 numaralı kategoride 70.89 mm, 2 numaralı kategoride 68.2 mm, 3 numaralı kategoride 66.63 mm ve 4 numaralı kategoride 59.19 mm olduğu saptanmıştır (Şekil 2a). Turunçgil pas böcüsü zararının yoğun olduğu meyvelerde meyve uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen analizler sonucunda pas görünümü ve meyve uzunluğu arasındaki regresyon katsayısının 0.89 olduğu hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada da 4 numaralı kategoride bulunan meyvelerin ortalama uzunluğunun 1 numaralı kategoriden %16.5 daha küçük olduğu hesaplanmıştır.

Ortalama meyve genişliğinin 1 numaralı kategoride 69.84 mm, 2 numaralı kategoride 68.91 mm, 3 numaralı kategoride 66.47 mm ve 4 numaralı kategoride 58.14 mm olduğu belirlenmiştir (Şekil 2c). *P. oleivora* zararının yoğun olduğu meyvelerde meyve genişliğinin azaldığı saptanmıştır. Elde edilen analizler sonucunda pas görünümü ve meyve genişliği arasındaki regresyon katsayısının 0.83 olduğu hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada 4 numaralı kategoride bulunan meyvelerin ortalama genişliğinin 1 numaralı kategoriden %16.75 daha küçük olduğu hesaplanmıştır.

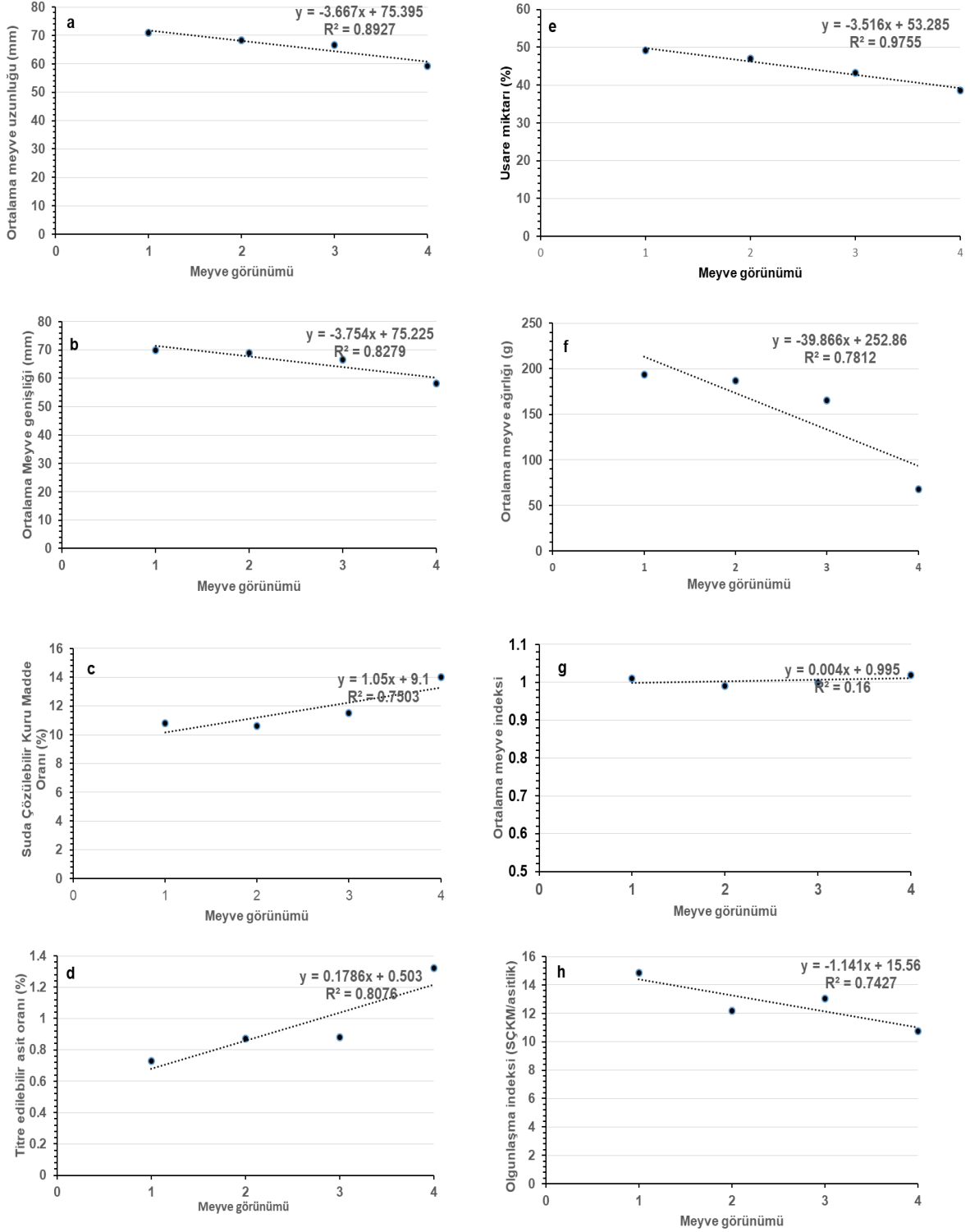
Çalışma sonucunda ortalama meyve ağırlığının 1 numaralı kategoride 193.4 g, 2 numaralı kategoride 186.7 g, 3 numaralı kategoride 164.9 g ve 4 numaralı kategoride 67.78 g olduğu saptanmıştır (Şekil 2f). Turunçgil pas böcüsü zararının yoğun olduğu meyvelerde meyve ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ve pas görünümü arasındaki regresyon katsayısının %78'e yakın olduğu saptanmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi meyve iriliğine ilişkin parametreler olan meyve ağırlığı, meyve uzunluğu ve meyve eninin *P. oleivora* ile bulaşık meyvelerde bulaşıklık oranına bağlı olarak azaldığı ve sonuç olarak meyvelerin küçük kaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar

Yothers (1918)'in, *P. oleivora* ile bulaşık olan portakal ve altıntopların bulaşık olmayanlardan yaklaşık %12.5 daha küçük olduğu şeklindeki bulgularıyla uyum içerisindedir.

SÇKM değerlerinde 1 numaralı kategorinin %10.8; 2 numaralı kategorinin %10.6; 3 numaralı kategorinin %11.5 ve 4 numaralı kategorinin %14.0 olduğu belirlenmiştir (Şekil 2c). *Phyllocoptruta oleivora* zararının yoğun olduğu meyvelerde SÇKM miktarının arttığı saptanmıştır. McCoy vd. (1976), *P. oleivora* zararının yoğunluğunun arttıkça SÇKM miktarının arttığını belirtmiştir. Ayrıca araştırmacılar sulanmamış araziden aldıkları meyvelerden elde ettikleri pas görünümü ve SÇKM arasındaki regresyon katsayısının  $R=0.60$ , sulanmış araziden aldıkları meyvelerden elde ettikleri pas görünümü ve SÇKM arasındaki regresyon katsayısının ise  $R=0.99$  olduğunu bildirmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada ise regresyon katsayısı bu iki değer arasında yer almıştır ( $R=0.75$ ).

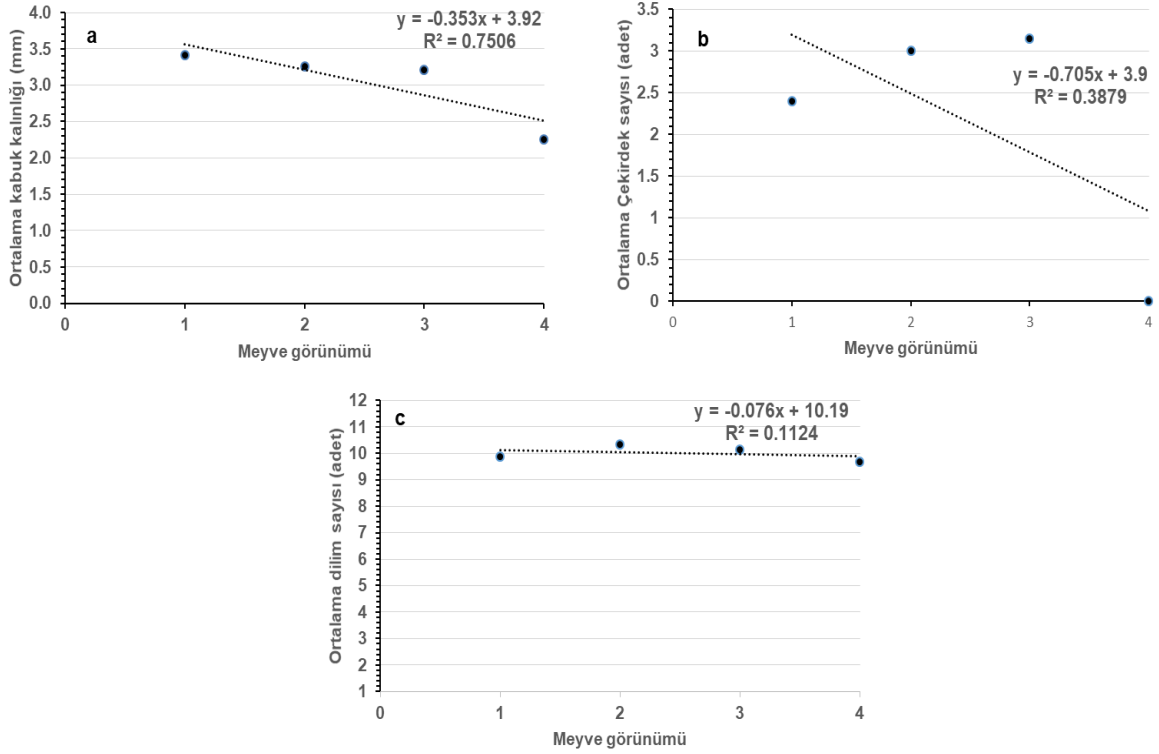
Yürütülen çalışma sonucunda titre edilebilir asit oranının 1 numaralı kategoride %0.73, 2 numaralı kategoride %0.87, 3 numaralı kategoride %0.88 ve 4 numaralı kategoride %1.32 olduğu saptanmıştır (Şekil 2d). Turunçgil pas böcüsü zararının yoğun olduğu meyvelerde titre edilebilir asit oranının arttığı hesaplanmıştır. Titre edilebilir asit oranı ve pas görünümü arasındaki regresyon katsayısının %81'e yakın olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar McCoy vd. (1976)'nin titre edilebilir asit oranı ve pas görünümü arasındaki regresyon katsayısının  $R=0.82$  olduğunu belirttikleri araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

*Phyllocoptruta oleivora* zararının yoğun olduğu meyvelerde usare miktarının azaldığı saptanmıştır. 1 numaralı kategorinin % 49.12; 2 numaralı kategorinin %46.96; 3 numaralı kategorinin %43.27 ve 4 numaralı kategorinin %38.63 olduğu belirlenmiştir (Şekil 2e). McCoy vd. (1976) sulanmamış araziden aldıkları meyvelerden elde ettikleri pas görünümü ve usare miktarı arasındaki regresyon katsayısının  $R=0.82$ , sulanmış araziden aldıkları meyvelerden elde ettikleri pas görünümü ve usare miktarı arasındaki regresyon katsayısının ise  $R=0.98$  olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma da pas görünümü ve usare miktarı arasındaki regresyon katsayısının  $R=0.98$  olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Bazı meyve kalite özellikleri ve pas görünümü arasındaki ilişkiyi veren regresyon değerleri (a: Ortalama meyve uzunluğu, b: Ortalama meyve genişliği, c: SÇKM, d: Titre edilebilir asit oranı, e: usare miktarı, f: Ortalama meyve ağırlığı, g: Ortama meyve indeksi, h: Olgunlaşma indeksi)





Şekil 3. Bazı meyve kalite özellikleri ve pas görünümü arasındaki ilişkiyi veren regresyon değerleri (a: Ortalama kabuk kalınlığı, b: Ortalama çekirdek sayısı, c: Ortalama dilim sayısı).

Meyve indeksi değerlerinde 1 numaralı kategorinin 1.01; 2 numaralı kategorinin 0.99; 3 numaralı kategorinin 1; 4 numaralı kategorinin ise 1.02 olduğu saptanmıştır (Şekil 2g). Pas görünümü ve meyve indeksi arasındaki regresyon katsayısının oldukça düşük olmuştur ( $R=0.16$ ).

SÇKM/titre edilebilir asit oranının 1 numaralı kategoride 14.84; 2 numaralı kategoride 12.19; 3 numaralı kategoride 13.05 ve 4 numaralı kategoride %10.75 olduğu saptanmıştır. SÇKM/titre edilebilir asit oranı ve pas görünümü arasındaki regresyon katsayısının %74 civarında olduğu saptanmıştır (Şekil 2h).

Kabuk kalınlığı değerlerinde 1 numaralı kategorinin 3.42 mm; 2 numaralı kategorinin 3.26 mm; 3 numaralı kategorinin 3.21 mm ve 4 numaralı kategorinin 2.26 mm olduğu belirlenmiştir (Şekil 3a). Ayrıca pas görünümü ve kabuk kalınlığı arasındaki regresyon katsayısının %75 civarında olduğu hesaplanmıştır.

Dilim sayısı değerlerinde 1 numaralı kategorinin 9.86 adet; 2 numaralı kategorinin 10.33 adet; 3

numaralı kategorinin 10.14 adet ve 4 numaralı kategorinin 10.67 adet olduğu belirlenmiştir (Şekil 3d). Yapılan çalışma sonucunda pas görünümü ve meyve indeksi arasındaki regresyon katsayısının beklenildiği gibi oldukça düşük olduğu saptanmıştır ( $R=0.11$ ). Tiring vd. (2017a) Valencia portakal çeşidinin dilim sayısının yaklaşık 8.80-10.30 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada da bezer sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Valencia portakal çeşidinde *P. oleivora*'nın meyve kalitesine olan etkisi Adana koşullarında değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada *P. oleivora*'nın meyvenin kalitesine önemli ölçüde etki yaptığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda özellikle erken dönemde *P. oleivora* ile bulaşık olan ve bunun sonucunda ağır zararlanmaların görüldüğü meyvelerin uzunluğu ve genişliğinde % 16 civarında azalma görülmüş, meyveler küçülmüştür.

Turunçgil pas bücüsü zararının görüldüğü meyvelerde usare miktarının zarar düzeyine

bağlı olarak önemli ölçüde azaldığı ortaya konmuştur. *Phyllocoptruta oleivora*'nın neden olduğu zararlanma ile ilişkisi yüksek olan meyve kalite özellikleri usare miktarı, meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve ağırlığı, kabuk kalınlığı, SÇKM, titre edilebilir asit oranı, SÇKM/asitlik titre edilebilir asit oranı olarak belirlenmiştir. **Yothers ve Mason (1930)**, bu zararlının gün boyunca ağacın güneye bakan yani ışık alan kısımlarda ama ağacın bu cephesinin yarı gölge meyvelerinde toplanmaya yani gölgeye eğilimli olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmada da özellikle 4 numaralı kategoriye giren meyveler ağacın güneşe bakan tarafından toplanmıştır. Bu kategoride bulunan meyvelerin SÇKM (%) değerinin yüksek, titre edilebilir asit oranının (%) ve usare miktarının düşük çıkmasının sebebinin hem *P. oleivora*'nın yaptığı zarardan hem de 4 numaralı kategoriye giren meyvelerin güneşe bakan taraftan toplanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

**Hubbard (1885)**, meyve gelişimini tamamlamadan önce *P. oleivora*'yla ciddi bulaşık olan meyvelerin tam büyüklüğüne ulaşamadığını belirtmiştir. Yapılan çalışmada da 4 numaralı kategoriye giren meyvelerin bir kısmının büyük bir kısmının küçük olduğu gözlemlenmiştir. Küçük olan meyvelerin özellikle meyvenin ceviz büyüklüğüne geldiğinde zararlı ile yoğun bulaşık olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. *Phyllocoptruta oleivora*'nın sebep olduğu zararlanma ile dilim sayısı ve meyve indeksi bir ilişkisinin olmadığı saptanmıştır. *Phyllocoptruta oleivora*'nın meyvenin kalitesini önemli ölçüde etkilediğinden dolayı bu zararlının mücadelesine yönelik yeterince çalışma yapılması ve yapılan çalışmalara da destek verilmesi önerilmektedir.

#### Kaynakça

- Griffiths, J.T., & Thompson, W.L. (1957). Insects and mites found on Florida citrus. *University of Florida Agricultural Experiment Station Bulletin*, 591:30-33.
- Hubbard, H.G. (1885). Insects affecting the orange. U.S. Dept. Agric. Div. Entomol. Spec. Rep. 1885:227 pp.
- McCoy, C.W. (1976). Leaf injury and defoliation caused by the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora*. *Florida Entomologist*, 59(4):403-410.
- McCoy, C.W. & Albrigo, L.G. (1975). Feeding injury to the orange caused by the rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 68(2):289-297.
- McCoy, C.W., Davis P.L. & Munroe K.A. (1976). Effects of late season injury by the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyoidea), on the internal quality of 'Valencia' orange. *Florida Entomologist*, 59(4):335-341.
- Tiring, G., Satar, S., & Yılmaz, B. (2017a). Geç olgunlaşan bazı portakal çeşitlerinin farklı dönemlerde meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(3):331-338.
- Tiring, G., Satar, S., Yeşiloğlu, T., & Çimen, B. (2017b). Bazı mandarin çeşitlerinin adana ekolojik koşullarında meyve kalite özelliklerinin saptanması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(3):251-255.
- TÜİK (2019). Bitkisel üretim istatistikleri, [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). Erişim tarihi: 27.06.2019.
- Uygun, N., & Satar, S. (2008). The current situation of citrus pests and their control methods in Turkey. *IOBC-WPRS Bulletin*, 38:2-9.
- Yothers, W.W. (1918). Some reasons for spraying to control insect and mite enemies of citrus trees in Florida. *USDA Bull.* 645, 19 pp.
- Yothers W.W. & Mason, A. C. (1930). The citrus rust mite and its control (No. 176). *USDA Technical Bulletin*, 176:7-16.

## Manisa ili kekik (*Origanum onites* L.) alanlarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları, rastlanma sıklıkları

Yıldız SOKAT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: yildiz.sokat@tarimorman.gov.tr

ORCID:0000-0001-6921-8639

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):51-56  
doi: 10.16882/derim.2020.629418

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 04.10.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 24.03.2020



### Öz

Çalışmada, Manisa İli kekik (*Origanum onites* L.) üretim alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları araştırılmıştır. Surveyler; 2013 yılında, tesadüfi olarak seçilen 21 tarlada 705 da alanda, iki farklı dönemde yürütülmüştür. Yabancı ot sayımlarında tarla büyüklüğüne göre, 1/4 m<sup>2</sup>'lik çerçeveler atılarak yabancı otların tür bazında sayımları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerden m<sup>-2</sup>'deki yabancı ot yoğunluğu ve rastlanma sıklığı belirlenmiştir. Surveyler sonucunda 25 familyaya ait 46 farklı yabancı ot türü saptanmıştır. Söz konusu türler içerisinde ikisinin parazit (*Cuscuta campestris* L., *Orbanche gracilis* sm.) tür, dördünün dar yapraklı, diğerlerinin geniş yapraklı yabancı ot türlerinden olduğu belirlenmiştir. Geniş yapraklı yabancı otlar içerisinde en yoğun *Convolvulus arvensis* L. (1.15 adet m<sup>-2</sup>) türünün olduğu, bunu sırasıyla *Lactuca serriola* (1.03 adet m<sup>-2</sup>), *Lactuca saligna* (0.75 adet m<sup>-2</sup>), *Soncus asper* (0.62 adet m<sup>-2</sup>), *Portulaca oleracea* L. (0.58 adet m<sup>-2</sup>) türlerinin takip ettiği; dar yapraklı yabancı otlarda ise en yoğun *Cyperus rotundus* L. (2.67 adet m<sup>-2</sup>)'un olduğu, bunu *Cynodon dactylon* (0.39 adet m<sup>-2</sup>) ve *Sorghum halapense* L. (0.13 adet m<sup>-2</sup>)'nin takip ettiği belirlenmiştir. Yabancı otlardan en sık *C. arvensis* (%99), *L. serriola* (%63), *C. rotundus* (%49), *S. asper* (%36) türlerine rastlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kekik; Yabancı ot; Yoğunluk; Sıklık

### Determination of weed species, frequencies and densities in thyme (*Origanum onites* L.) area in Manisa provinces

#### Abstract

In the study, weed species, densities and frequency of thyme (*Origanum onites* L.) located in the production areas in Manisa Province were investigated. Surveys; It was carried out in two different periods in 705 decare area in 21 fields randomly selected in 2013. In weed counts, 1/4 m<sup>2</sup> frames were thrown according to the size of the field and counts of weeds were made on the basis of species. From the data obtained, weed density and frequency of occurrence in m<sup>-2</sup> were determined. As a result of the surveys, 50 different weed species belonging to 26 families were identified. Among these species, it was determined that two of them are parasite (*Cuscuta campestris* L., *Orbanche gracilis* sm.) Species, four of them are narrow-leaved, others are broad-leaved weed species. It has been determined that among the broad-leaved weeds, the most intense one is *Convolvulus arvensis* L. (1.15 plant m<sup>-2</sup>) and it is followed consecutively by *Lactuca serriola* L. (1.03 plant m<sup>-2</sup>), *Lactuca saligna* (0.75 plant m<sup>-2</sup>), *Soncus asper* (0.62 plant m<sup>-2</sup>), *Portulaca oleracea* L. (0.58 plant m<sup>-2</sup>); In narrow leaf weeds, the most intense one is *Cyperus rotundus* L. (2.67 plant m<sup>-2</sup>) and it is followed consecutively by *Cynodon dactylon* L. (0.39 plant m<sup>-2</sup>) and *Sorghum halapense* L. (0.13 plant m<sup>-2</sup>). On the other hand, *C. arvensis* (99%), *L. serriola* (63%), *C. rotundus* (49%), *S. asper* (36%) were among the most common weeds.

**Keywords:** Thyme; Weed; Density; Frequency

### 1. Giriş

Tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda yer alan kekik, pek çok alanda kullanılmaktadır. Kekik en çok baharat olarak tüketilmesinin yanında, bazı hastalıkların tedavisinde (Baytop, 1999), gıdaların saklanması (doğal antioksidant), zararlıların, yabancı ot, nematod, virüslerin ve arı hastalıklarının kontrolünde, organik

hayvancılıkta doğal antibiyotik ve antihelmik olarak kullanılabilir. Bunların yanı sıra parfümeri ve kozmetik sanayinde, çevre düzenlenmesinde de faydalanılmaktadır (Bağdat, 2008). Bahsedildiği gibi, pek çok alanda kullanılabilirliği olmasından dolayı dünya pazarlarında kekiğe olan talep sürekli artmaktadır. Dünya kekik dış ticaret hacmi yaklaşık 20-25 bin ton civarındadır. Türkiye'de

157 074 da alanda 17 965 ton kekik üretilmektedir. Dünya kekik üretim ve ihracatında Türkiye lider ülke konumundadır (TÜİK, 2018). Dünyada kekik üreten bazı ülkelerin üretim ve ihracat miktarları Çizelge 1'de verilmiştir.

Türkiye'nin kekik ve ürünleri (işlenmiş, işlenmemiş, yağı) ihracatında en büyük payı 13.6 milyon dolar ile ABD almaktadır. Almanya, İtalya, Kanada, Polonya, Hollanda, Belçika, Kanada, Güney Afrika Cumhuriyeti, Fransa, Japonya ve Avustralya diğer kekik ihraç ettiğimiz ülkelerdir (TÜİK, 2018). Türkiye'de her geçen gün kekik üretimi artmakta olup, son on yılda 6 471 852 kg'dan 17 074 000 kg'a yükselmiştir. Üretimdeki artışa paralel olarak dış satımlardan elde edilen gelir de artarak 10 282 578 dolardan 52 332 000 dolara yükselmiştir (Fakılı, 2010; TÜİK, 2018). İhraç edilen kekiğin büyük bir bölümü *Origanum* cinsine giren türlerden olup, bunlar içerisinde en büyük paya İzmir kekiği (*O. onites* L.) sahiptir (Sarı ve Oğuz, 2002). Kekik, Lamiaceae familyasının en önemli bitkilerindedir. Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* isimli beş cinsi bulunmaktadır (Başer vd., 1994; Davis, 1982). Dünyada *Thymus*; cinsine dahil tür sayısı 220 kadar olup, Türkiye'de 39 tür (58 takson), *Origanum* cinsine dahil tür sayısı 43 olup, Türkiye'de 23 tür (27 takson), *Satureja* cinsinin 30 kadar türü olup, Türkiye'de 13 tür (14 takson), *Thymbra* cinsinin 12 kadar türü olup, Türkiye'de 2 tür (4 takson), *Coridothymus* cinsine ait tek tür olup, bu tür Türkiye'de de bulunmaktadır. Türkiye'nin en önemli ticari kekik türleri; *O. onites* (İzmir Kekiği, Bilyalı Kekik, Türk Kekiği), *Origanum syriacum* var. *bevanii* (Suriye Kekiği, Dağ Kekiği, İsrail Kekiği), *O. vulgare* subsp. *hirtum* (İstanbul Kekiği), *O. minutiflorum* (Sütçüler Kekiği, Yayla Kekiği, Toka Kekiği), *O. majorana* (Sweet marjoram, Alanya Kekiği, Mercanköşk, Tatlı Kekik, Beyaz Kekik), *Thymus x citriodorus* (synonym *T. fragrantissimus*, *T. serpyllum citratus* ve *T. serpyllum citriodorum*), *Thymbra spicata* (Karakkekik, Karabaşkekik, Sivrikekik), *Coridothymus capitatus* (İspanyol Kekiği), *Satureja spicigera* (Trabzon kekiği), *Thymus vulgaris*'dir (adi kekik, yaygın kekik, büyük kekik, sater). En çok tarımsal üretimi yapılan *O. onites* türü; yarı çalimsı, genç sürgünler hirsut tüylü, gövde dik-yaslanıcı, yanal dallanma görülen, bazen tabanda dallanmış, 10-100 cm

kadar boylanabilen, tabanda hirsut tüylere sahip, yapraklar petiolat, taban yapraklar kordat-suborbikulat, uç yapraklar ise obtuz-akuminat, çiçek durumu yalancı korimbust, korolla yassı, beyaz, meyveleri nutled olup, avoid, kahverengidir. Çiçeklenme 5. ayda başlayıp 8. ve 9. aya kadar devam eder. Uçucu yağ verimi %2-5 arasında değişmektedir. Uçucu yağlardan karvakrol, timol ve  $\alpha$ -terpinen'ce zengindir. Karvakrol miktarı %66-81'dir (Bozdemir, 2019; Temel ve Tokur, 2003). Ülkemiz farklı iklim ve ekolojik koşullara sahip olması nedeniyle, doğadan toplanan ve tarımı yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Daha önceki yıllarda iç ve dış piyasada değerlendirilen kekik türlerinin önemli bir kısmı floradan toplanırken, son yıllarda tarımı yapılarak üretilmektedir. Doğadan toplanan bitkilerin her zaman istenen düzeyde olmaması, talep edilen miktarın doğal toplama ile karşılanamaması gibi nedenlerle kekik tarımı başlamış ve yaygınlaşmıştır (Bayram vd., 2010). On beş yıl önce ihracatı gerçekleştirilen kekiğin %95'i doğadan toplanarak, %5'i ise tarla üretiminden karşılanırken, son yıllarda dışsatımı yapılan kekiğin yarısından fazlası neredeyse tamamına yakını tarla üretiminden sağlanmaktadır (Özgüven vd., 2005). Günümüzde kekik ihracatında oluşan talebin karşılanması için özellikle Denizli, Isparta ve Manisa illeri başta olmak üzere Ege Bölgesinde yoğun kekik tarımı yapılmakta ve Türkiye'de üretilen kekiğin %97'si Ege Bölgesi'nden karşılanmaktadır (TÜİK, 2010; Çizelge 2). Ege Bölgesi'nde kekik üretiminde Manisa ili 724 ton kekik üretimiyle Denizli ilinden sonra ikinci sırada yer almakta (Çizelge 3), yaklaşık 650 ton ürünün ihracatıyla ülke ekonomisine 2.09 bin dolarlık bir katkı sağlanmaktadır (TÜİK, 2018). Kültür bitkilerinde verimi etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri de yabancı otlardır. Yabancı otların kültür bitkisinde meydana getirdiği ürün kayıpları, tarım sistemlerine, kültür bitkisine, yabancı ot yoğunluğuna ve türüne göre değişmekle birlikte, ülkemizde ortalama %20 olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2008). Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi kekik tarımında da yabancı otlar önemli verim kayıplara neden olabilmekte, ayrıca hasat sırasında ürüne karışarak, nihai üründe kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Kekik üretiminde bahsedilen ekonomik kayıpları en aza indirmek için yabancı otlarla mücadele edilmesi gerekmektedir. Mücadelede başarılı olunabilmesi için yabancı

Çizelge 1. Dünyada kekik üreten bazı ülkelerin üretim ve ihracat miktarları

Ülke adı	Kekik üretim miktarı (ton)	İhracat miktarı (ton)
Türkiye	17000	20000
Meksika	2000	2000
Yunanistan	1500	1500
Peru	1500	1500
Arnavutluk	300	200
Fas	150	50
Diğer Akdeniz ülkeleri	1000	1000

Çizelge 2. Yıllara göre Türkiye ve Ege Bölgesi kekik ekim alanı ve üretim verileri

Yıl	Türkiye		Ege Bölgesi	
	Alan (da)	Üretim (ton)	Alan (da)	Üretim (ton)
2004	52500	7000	49950	6232
2005	47000	6400	45350	6045
2006	58853	9979	56019	7532
2007	60751	5350	58695	4991
2008	84133	10082	82256	9755
2009	84957	12329	82904	11869
2010	85351	11190	83637	10890

Çizelge 3. İller bazında Türkiye kekik üretimi (TÜİK, 2018)

İller	Ekim alanı (da)	Ekim alanı payı (%)	Ekim alanı (da)	Ekim alanı payı (%)
Denizli	129 095	92.8	14 009	88.1
Manisa	2 120	1.5	724	4.6
Uşak	2 110	1.5	396	2.5
Kütahya	1 921	1.4	288	1.8
Aydın	1 400	1.0	175	1.1
Hatay	1 313	0.9	116	0.7
Antalya	470	0.3	70	0.4
Muğla	276	0.2	48	0.3
Samsun	145	0.1	36	0.2
Afyon	158	0.1	22	0.1
Diğer	53	0.0	11	0.1

ot türlerinin bilinmesi gerekmektedir. Kekik tarımına geçilmesiyle birlikte, kekik üretiminde yabancı otlar ve mücadelesiyle ilgili sıkıntılar oluşmaya başlamıştır. Kekik alanlarında yabancı otlarla ilgili Tarım ve Orman Bakanlığı İl-İlçe müdürlüklerinden gelen talepler ve üretici şikâyetleri doğrultusunda, bahsedilen sorunların çözümüne temel oluşturacak verilerin elde edilmesine ihtiyaç duyulmuş ve çalışma planlanmıştır. Çalışma ile kekik alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yoğunluklarının ve rastlanma sıklıklarının tespit edilmesi amaçlanmış olup kekik üretim alanlarında yabancı otlar ile ilgili yapılan ilk çalışmadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Manisa İli kekik alanlarındaki kekik bitkileri, yabancı otlar, sayım çerçevesi, kese kağıdı vb. oluşturmaktadır.

### 2.2. Yöntem

Survey çalışmaları, Manisa İlinde kekik üretimi yapılan ve tek üretim yeri olan Salihli ilçesinde yürütülmüştür. Survey alanları; iş gücü, arazilerin topografik yapısındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak farklı yöneylerdeki tarlalarda tesadüfi olarak seçilmiştir. Surveylerde kekik ekiliş alanlarını temsil edecek ve toplam kekik ekim alanının en az %0.01 kapsayacak şekilde tesadüfi örnekleme yapılmıştır. Surveyler iki dönemde; ilk dönem nisan ayında, ikinci dönem hasat öncesi temmuz ayında gerçekleştirilmiştir (Bora ve Karaca, 1970). Çalışmalar, Manisa ilinde tek üretim yeri olan Salihli ilçesinin Poyrazdamları ve Yeşilova beldeleri kekik alanlarında, toplam 21 tarlada 705 da alanda yürütülmüştür (Çizelge 4).

Surveyler sırasında yabancı ot sayımları yapılmıştır. Yabancı ot sayımlarında tarla büyüklüğüne göre; alanı 5 da olan tarlalarda 4;



Çizelge 4. Manisa ilinin ilçelerinde 2013 yılında örneklenen tarla sayısı ve alanı

İl	İlçe	Köy/ Kasaba	Ekim alanı (da)	Örneklenen tarla sayısı (adet)	Örneklenen tarla sayısı (da)
Manisa	Salihli	Poyrazdamları	950	12	305
		Yeşilova	340	9	400
		Toplam	1290	21	705

5-10 da alanlarda 6; 10-20 da alanda 8; 20 da'ın üzerinde olan alanlarda 12 kez, 1/4 m<sup>2</sup>'lik çerçeveler atılarak yabancı otların tür bazında sayımları gerçekleştirilmiştir (Bora ve Karaca, 1970). Sayımlarda geniş yapraklı yabancı otlar tüm bitki olarak, dar yapraklıların ise sapları sayılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerden m<sup>2</sup>'deki yabancı ot yoğunluğu, rastlanma sıklığı (RS) ve özel kaplama alanlar (ÖKA) belirlenmiştir. Yabancı ot türlerinin rastlanma sıklığı (RS)=100 × (bir türün bulunduğu ölçüm sayısı (n) / yapılan toplam ölçüm sayısı (m) formülüne göre hesaplanmıştır (Odum, 1971). Yabancı ot türlerinin özel kaplama alanı ise; ÖKA=TKA (her türün kapladığı alanın toplamı). N<sup>-1</sup> (yapılan örnekleme kaçında o tür ile karşılaşıldı) formülüne göre belirlenmiştir (Uygur, 1991). Yabancı ot türlerinin teşhisinde Flora of Turkey (Davis, 1965-1980), adlandırılmasında Uluğ vd., 1993'den faydalanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

İki farklı dönemde yapılan survey çalışmaları sonucunda yazlık ve kışlık yabancı ot türleri belirlenmiştir. Söz konusu alanlarda 26 familyaya ait 50 farklı yabancı ot türü saptanmıştır (Çizelge 5). Bahsedilen türler içerisinde iki parazit (*Cuscuta campestris* L., *Orabanche gracilis* Sm.) tür belirlenmiştir. Söz konusu parazit türlerden *C. campestris* kekik bitkisinin toprak üstü aksamında, yani dal ve sürgünlerinde; *O. gracilis* parazit türü de kekik bitkisinin toprak altı kısımlarına yani köküne tutunduğu, daha sonra beslenerek toprak yüzeyine çıktığı görülmüştür. Belirlenen yabancı otların 4 türü dar yapraklı, diğerleri geniş yapraklı yabancı otlardandır. En fazla yabancı ot türlerinin Astraceae familyasından (12 tür) olduğu, bunu Poaceae familyasının (5 tür) takip ettiği tespit edilmiştir.

Yabancı ot sayımları sonucunda; geniş yapraklı yabancı otlar içerisinde en yoğun *C. arvensis* türünün olduğu, bunu sırasıyla *L. serriola*, *L. saligna*, *S. asper*, *P. oleracea*'in takip ettiği; dar

yapraklı yabancı otlarda ise en fazla *C. rotundus* türünün olduğu, bunu *C. dactylon*, *S. halepense*'nin takip ettiği belirlenmiştir. Sayımlarda en sık geniş yapraklı yabancı otlardan *C. arvensis* türüne rastlandığı, bunu *L. serriola*, *S. asper*, *L. saligna*, *P. oleracea*, *H. europaeum* türlerinin takip ettiği; dar yapraklı yabancı otlardan en sık *C. rotundus*, *C. dactylon* ve *S. halepense* türlerinin takip ettiği bulunmuştur.

Çalışmada Manisa kekik tarlalarında 50 farklı yabancı ot türü tespit edilmiştir. Belirlenen *A. retroflexus*, *C. bursa-pastoris*, *C. album*, *F. officinalis*, *S. media*, *T. arvense* yabancı ot türleri, Kwiatkowski vd. (2005) Polonya'da yapılan çalışmada da tespit edilmiştir. Aynı çalışmada Manisa ili kekik alanlarında tespit edilen yabancı ot türlerinden farklı olarak *V. arvensis*, *P. persicaria*, *P. aviculare*, *G. parvifloran* türlerinin saptandığı anlaşılmıştır. Manisa ili kekik alanlarında *C. arvensis*, *L. serriola*, *L. saligna*, *S. asper*, *P. oleracea*, *C. rotundus*, *C. dactylon*, *S. halepense* yabancı ot türlerinin yoğun olduğu belirlenirken; Hartley (1993), 1991-1992 yıllarında yaptığı tarla denemelerinde, kekik alanında *V. persica*, *Malva* spp., *A. retroflexus* türlerinin; Kwiatkowski, (2005) 2002-2004 yıllarında yürüttüğü araştırmasında; *V. arvensis*, *G. parviflora*, *S. media* ve *C. album* yabancı ot türlerinin; İran'da yapılan çalışmada ise *D. sophia*, *S. vulgaris* ve *L. scarioloides* türlerinin hakim olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde kekik fideliklerinde yapılan çalışmada; 22 familyaya ait 45 farklı yabancı ot türü saptanmıştır. Söz konusu türler içerisinde birinin endemik (*Alyssum fluvencens* var. *stellatocarpum*), birinin parazit (*Cuscuta campestris* L.) tür, üçünün dar yapraklı, diğerlerinin geniş yapraklı yabancı ot türlerinden olduğu geniş yapraklı yabancı otlar içerisinde en yoğun *Anagallis arvensis* L. türünün olduğu, bunu sırasıyla *S. media*, *Urtica urens* L., *C. album*, *Leguosia pentagonia* L. türlerinin takip ettiği; dar yapraklı yabancı otlarda ise en yoğun *Bromus tectorum* L. türünün olduğu, bunu *Poa annua* L.'nin takip ettiği belirlenmiştir (Sokat, 2019).



Çizelge 5. Manisa İli kekik alanlarında, 2013 yılında tespit edilen yabancı ot türleri, özellikleri, familyaları, yabancı ot yoğunlukları, rastlanma sıklıkları ve kaplama alanı

Familya	Tür adı	Özellikleri	Yabancı ot yoğunluğu (adet m <sup>-2</sup> )	Rastlanma sıklığı (%)	Kaplama alanı (%)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	TY*, GY, OT	0.45	8.00	8.36
	<i>Amaranthus albus</i> L.	TY, GY, OT	0.23	6.00	2.33
Apiaceae	<i>Torilis nodosa</i>	TY, GY, OT	0.08	7.00	1.95
	<i>Echinophora tenuifolia</i> L.	İY (ÇY),GY, OT	0.02	2.00	1.22
Asclepiadaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L.	ÇY, GY, OT	0.08	3.00	5.29
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i>	İY, GY, OT	1.03	63.00	16.93
	<i>Lactuca saligna</i> L.	TY (İY),GY, OT	0.75	27.00	15.02
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	TY (İY), GY, OT	0.62	36.00	15.89
	<i>Carduus pycnocephalus</i> subsp. albidus (M.Bieb)	TY (İY), GY, OT	0.10	3.00	6.01
	<i>Conyza canadensis</i> L.	TY, GY, OT	0.08	10.00	8.01
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	TY, GY, OT	0.07	6.00	12.05
	<i>Tragopogon dubius</i>	İY, GY, OT	0.06	7.00	7.23
	<i>Anthemis arvensis</i> L.	TY, GY, OT	0.01	0.85	0.12
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	TY, GY, OT	0.04	2.00	2.63
	<i>Calendula arvensis</i> L.	TY, GY, OT	0.03	2.00	4.57
Boraginaceae	<i>Chondrilla juncea</i> L.	İY (ÇY),GY, OT	0.02	3.00	4.23
	<i>Crepis spp.</i>	ÇY (TY),GY, OT	0.02	1.00	2.01
Caryophyllaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>	TY, GY, OT	0.08	15.00	3.25
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	TY, GY, OT	0.08	11.00	5.88
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	TY, GY, OT	0.04	2.00	2.03
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	TY, GY, OT	0.02	1.00	3.72
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	ÇY, GY, OT	1.15	69.00	16.91
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	TY, GY, OT	0.01	1.00	0.01
	<i>Sinapis arvensis</i> L.	TY, GY, OT	0.02	1.00	5.01
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	TY, GY, OT	0.04	1.00	4.79
Cucurbitaceae	<i>Ecballium elaterium</i> L.	ÇY, GY, OT	0.05	2.00	4.96
Cuscutaceae	<i>Cuscuta campestris</i> Yuncher	PA	0.00	1.00	0.28
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	ÇY, DY, OT	2.67	49.00	11.23
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin.	TY, GY, OT	0.02	1.00	4.79
Lamiaceae	<i>Mentha piperitel.</i>	ÇY, GY, OT	0.02	1.00	3.27
	<i>Salvia sp.</i>	ÇY, GY, OT	0.10	4.00	2.06
Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i> Pallas	İY, GY, OT	0.42	10.00	3.58
	<i>Vicia articulata</i> Hornem	TY, GY, OT	0.04	2.00	2.11
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	TY, GY, OT	0.02	1.00	0.97
Orobanchaceae	<i>Orobanche gracilis</i> Sm.	PA	0.26	12.00	3.46
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i> L. Soursob. Sp.PI.	ÇY, GY, OT	0.08	1.00	1.32
Papaveraceae	<i>Fumaria parviflora</i> var. indica (Hauskn.)	TY, GY, OT	0.06	3.00	1.54
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	TY, GY, OT	0.05	7.00	2.00
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> L.	ÇY, DY, OT	0.39	14.00	7.84
	<i>Sorghum halepense</i> L.	ÇY, DY, OT	0.13	6.00	9.81
	<i>Setaria spp.</i>	TY, DY, OT	0.01	0.01	0.38
	<i>Poa spp.</i>	TY, DY, OT	0.01	0.01	1.47
	<i>Bromus tectorium</i> L.	TY, DY, OT	0.01	0.01	1.03
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	TY, GY, OT	0.58	27.00	4.18
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> subsp. Caerulea Hartm.	TY, GY, OT	0.08	1.00	0.96
Ranunculaceae	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	TY, GY, OT	0.06	2.00	1.21
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.	TY, GY, OT	0.03	2.00	0.89
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	TY, GY, OT	0.18	6.00	5.56
	<i>Datura stramonium</i> L.	TY, GY, OT	0.02	1.00	2.62
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	TY, GY, OT	0.03	5.00	0.84

\*TY: Tek yıllık, GY: Geniş yapraklı, DY: Dar yapraklı, OT: Otsu, PA: Parazit yabancı ot; İY: İki yıllık, ÇY: Çok yıllık

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak; söz konusu çalışma ile 2013 yılında, Manisa İli kekik üretim alanlarında bulunan yabancı otların türleri, yoğunlukları ve

rastlanma sıklıkları belirlenmiştir. Elde edilen veriler kekik alanlarında yabancı otların mücadelesinde, mücadele yöntemlerinin oluşturulmasında, mücadelenin daha başarılı yapılmasına, ayrıca bundan sonra planlanacak

pek çok çalışmaya ışık tutacaktır.

### Teşekkür

Çalışmamızda tespit edilen yabancı ot türlerinin teyidini yapan Sayın Prof. Dr. Özcan SEÇMEN, Sayın Uzman Volkan Eroğlu'na (Ege Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir) katkılarından dolayı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne destekleri için teşekkür ederiz.

### Kaynakça

- Anonim (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt 6. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Nobel Yayınları, 253-255 s., İstanbul.
- Bağdat, B. (2008). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, tıbbi adaçayı ve ülkemizde kekik adıyla bilinen türlerin yetiştirme teknikleri. *Tarla bitkileri Merkez araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1-2):19-28.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., & Telci, İ. (2010). Tıbbi ve aromatik bitki üretiminin artırılması olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, s:437-456.
- Başer, K.H.C., Özek, T., Kürkcüoğlu, M., & Tümen, G. (1994). The essential oil of *Origanum vulgare* sub. sp. hirtum of Turkish origin, *Journal of Essential Oil Research*, 6:31-36.
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:167, 8s., Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova.
- Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye'de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimi Dergisi*, 29(3):583-594.
- Davis, P.H. (1965, 1966, 1967, 1970, 1975, 1978, 1982, 1984, 1985, 1988). Flora of Turkey. University of Edinburg, England.
- Fakılı, O. (2010). Türkiye'de kekik adı ile anılan bitkiler konusunda yapılan çalışmaların envanteri.

Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Hartley, M.J. (1993). Herbicide tolerance and weed control in culinary herbs. *Plant Protection Conference*, s:35-39.
- Kucharski, W.A., & Mordalski, R. (2005). Evaluation of the possibility of application of Goltix 700 SC during garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) cultivation for raw material production. *Journal Progress in Plant Protection*, 45(2):828-830.
- Kwiatkowski, C. (2007). Weed infestation and yielding of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) in relation to protection method and forecrop. *Journal*, 47(3):187-190.
- Odum, E.P. (1971). Fundamentals of ecology. W.B, Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, s: 574.
- Özgülven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., & Erken, S. (2005). Tütün, tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, s:3-7.
- Sarı, A.O., & Oğuz, B. (2002). Kekik. *Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 108, 82s.
- Sokat, Y. (2019). Denizli ve Manisa İlleri kekik (*Origanum onites*) fideliklerinde bulunan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4):808-813.
- Temel, M., & Tokur, S. (2003). Anatomical, morphological and ecological studies on *Origanum onites* and *O. majorana* (Lamiaceae). *Biological Diversity and Conservation*, 6(2):123-133.
- TÜİK (2010). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 12 Şubat 2010.
- TÜİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu, <http://tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi: 11 Kasım 2013.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., & Üremiş, İ. (1993). Türkiye'nin yabancı otları ve Bazı özellikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, *Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Yayın No: 78, Adana.
- Uygur, F.N. (1991). Herboloji Araştırma Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yardımcı Ders Notu, Adana.

## Külleleme dayanıklılıkta kavun genotipleri arasında genetik varyasyon

Abdullah ÜNLÜ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: abduallah.unlu@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-6294-6032

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):57-63  
doi: 10.16882/derim.2020.721922

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 17.04.2020  
Kabul Tarihi/Accepted: 25.05.2020



### Öz

*Podosphaera xanthii*'nin neden olduğu külleme hastalığı kavunda önemli ekonomik verim kayıplarına yol açmaktadır. Hastalık Türkiye dışında Asya, Avrupa ve Amerika'da kavun yetiştirilen tüm alanlarda etkili olmaktadır. Biyolojik ve kimyasal metotlarla kontrol altına alınmaya çalışılsa da tam bir başarı elde edilememektedir. Bu nedenle genetik olarak dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir. Hastalık etmeninin bilinen en yaygın olan üç ırkı (ırk 1, 2 ve 5) vardır. Bu çalışmada *P. xanthii*'nin Türkiye'de en yaygın olan 5 nolu ırkına karşı 140 adet kavun genotipi test edilerek dayanıklılıkta genotipik varyasyon araştırılmıştır. Hastalık testlemesi, klasik olarak, iklim kontrollü kompartmanda, bitkiler fide döneminde iken gerçekleştirilmiş, hastalık belirtileri inokülasyonun 5, 10. ve 15. gününde 1-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Deneme iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 6 bitki test edilmiştir. Külleleme reaksiyon bakımından tüm genotiplerin ortalaması 2.16 bulunmuştur. Test sonuçlarına göre genotipler arasında küllemeye dayanıklılık bakımından önemli varyasyonlar tespit edilmiştir. Test edilen 140 genotipten 76 adedinin küllemeye dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Podosphaera xanthii*; Irk; Patojen; Kavun; Genotip

### Genetic variation among melon genotypes in resistance to powdery mildew

#### Abstract

*Podosphaera xanthii*, causal agent of powdery mildew disease, leads to significant economic yield losses in the melon. The disease is effective in all melons production areas in Asia, Europe and America outside of Turkey. Although it is said to be taken under control by biological and chemical methods, a complete success cannot be achieved. Therefore, it is important to develop genetically resistant varieties. There are well known and most common three races (races 1, 2 and 5) of the pathogen. In this study, 140 melon genotypes were tested against *P. xanthii* race 5 which is the most common race in Turkey and genotypic variation for disease resistance was investigated. Disease tests was performed by conventionally in the climate-controlled compartment while the plants were in the seedling stage, and the disease symptoms were evaluated on the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, and 15<sup>th</sup> day of the inoculation according to the 1-4 scale. The experiment was conducted with two replicates, and 6 plants in each replicate. The mean scale value of all the genotypes was found to be 2.16 for powdery mildew reaction. According to the test results, significant variations were identified among the genotypes for resistance to powdery mildew. Seventy six genotypes from the tested 140 genotypes were determined as resistant to powdery mildew.

**Keywords:** *Podosphaera xanthii*; Race; Pathogene; Melon; Genotype

### 1. Giriş

Kavunda külleme hastalığına *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta (syn. *Erysiphe cichoracearum* D.C.) ve *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (sy n. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlech.) Polacci olmak üzere iki farklı obligat fungus türü neden olmaktadır (Agrios, 1988). *Golovinomyces orontii* daha çok yağışlı koşullarda, *P. xanthii* ise daha çok kurak koşullarda görülmeyle birlikte, her iki etmenin de aynı anda bitkiyi enfekte edebildiğini ortaya koyan araştırmalar

da mevcuttur (Blanchard vd., 1994). *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Braun ve Cook 2012), kabakgiller (Perez-Garcia vd., 2009), patlıcan (Liu vd., 2015), bamyacı (Choi vd., 2018) gibi sebzelerin yanında karanlık (Tang vd., 2016) ve papaya (Joa vd., 2013) gibi türleri de enfekte edebilmektedir. Ancak, ekonomik anlamda en büyük zararı kabakgillerde yapmaktadır (Perez-Garcia vd., 2009). Kavun yetiştirilen alanlarda hastalığın önemli verim kayıplarına yol açtığı bilinmektedir (Bardin vd., 1997). Avrupa'da (Epinat vd., 1993; Kristkova vd.,

2004; Sowell, 1982; McCreight vd., 1987), Amerika, Afrika Akdeniz kıyılarında (Cohen vd., 2004), Japonya'da (Hosoya vd., 1999), Çin'de (Zhihao vd., 1999) ve Türkiye'de (Bardin vd., 1997; Ünlü vd., 2010) kavunda en yaygın olarak tespit edilen etmen *P. xanthii*'dir. Türkiye kabakgiller familyasında yer alan kavunun hem ikincil gen merkezi içerisinde yer almaktadır hem de dünyada Çin'den sonra ikinci büyük üretici konumundadır (Sarı ve Solmaz, 2005). Dolayısı ile hastalık ciddi ekonomik kayıplara yol açmakla birlikte, hastalığa karşı hassas olan yerel kavun genetik kaynakları açısından da ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Ticari olarak kavun yetiştirilen alanlarda 1925 yılından itibaren bilinen külleme etmeninin dünya genelinde bu güne kadar 28 fizyolojik ırkı belirlenmiştir (McCreight, 2006; Hong vd., 2018). Patojenin Amerika, Afrika, Avrupa ve Akdeniz sahil kuşağında yer alan ülkelerde kavun yetiştirilen alanlarda 8 ırkının, Japonya'da kavun yetiştirilen sera alanlarında ise 4 yeni ırkının mevcut olduğu rapor edilmiştir (Cohen vd., 2004). Türkiye'de ise *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkının yaygın olduğu tespit edilmiştir (Ünlü vd., 2010). Hastalık etmeni bitkileri sıcak ve kuru havalarda enfekte etmektedir (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Belirtiler beyazımsı, pudra benzeri ve hem yaprak yüzeyi hem de yaprak sapı ve gövde üzerinde, nadiren de meyvede tozlu fungal gelişimi şeklinde karakterize edilir (Zitter vd., 1996). İlerleyen aşamalarda yaprakların kahverengileşmesine ve ölümüne sebep olmaktadır (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Hastalığın kontrolü için kültürel, biyolojik ve kimyasal olmak üzere çeşitli metotlar denenmektedir.

*Podosphaera xanthii*'nin koloni gelişimi ve konidifor oluşumunu kısıtlamak için LED ışık uygulamasında dikkate değer sonuçlar elde edilmekle birlikte (Suzuki vd., 2018), bu yöntem ekonomik olarak tüm yetiştiricilik alanlarında uygulanabilir değildir. Kabaklarda yapılan bir çalışmada *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* ve *Trichoderma harzianum*'un hastalığın şiddetini azalttığı tespit edilmiş, ancak etmen tamamen ortadan kaldırılamamıştır (Hafez vd., 2018). Ayrıca kurşuni küf üzerinde etkisi olduğu belirtilen epifitik maya *Pseudozyma aphidis*'in L12 suşu hıyar bitkisinde külleme etmenine karşı denenmiş, mikoparazitlenme yolu ile etkili olan bu maya ile hastalığı kontrol etmede başarı sağlanabileceği bildirilmiştir (Gafni vd.,

2015). Ancak bu çalışma sonucu henüz pratikte kullanılabilecek bir ürüne dönüştürülmemiştir.

Kültürel tedbirler ve biyolojik kontrol çabalarının çok geniş ekim alanına sahip kavun türünde hastalıkla mücadele de tam bir başarı getirememesi, kimyasal kullanımının artmasına neden olmaktadır. Kabakgillerde külleme karşı uzun yıllar kullanılan bazı fungusitlerin etkisinin azaldığı, patojenin direnç kazandığı bilinmektedir (McGrath, 2001; Altın vd., 2018). Sürekli aynı kimyasalların kullanımı patojenlerin fungusitlere olan direncin gelişmesinde önemli rol oynamakta ve patojenin kontrolünde başarısızlığa neden olmaktadır (McGrath, 2015). Hastalıkla mücadelede kullanılan kimyasallar, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkiler yaratmanın yanında, pahalıya da mal olmaktadır. Ayrıca, yapılan kimyasal uygulamalar meyvelerin dış yüzeyinde hasara yol açabilmekte, bu durum ürünün kalitesini olumsuz etkilemektedir (Hosoya, 1999; Perez-Garcia vd., 2009). Genetik olarak dayanıklı çeşitlerin kullanılması kimyasal kontrol çabısından daha önemlidir (McGrath, 2015). Ancak mevcut ticari çeşitlerin hastalığa karşı dayanım düzeyleri oldukça düşüktür. Bu nedenle hastalığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yoğunlaştırılması gerekmektedir.

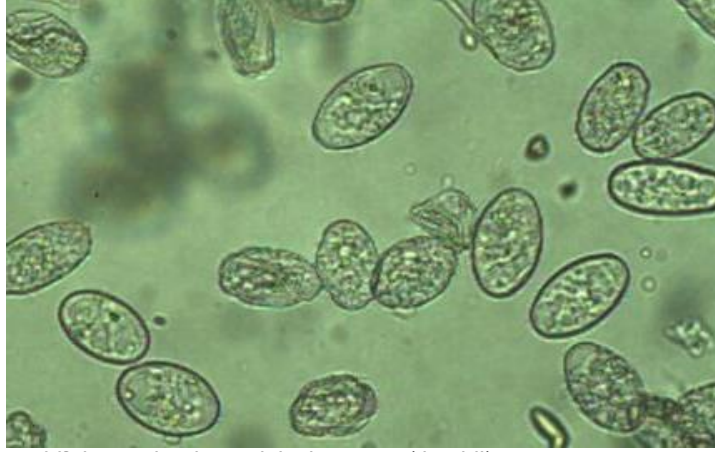
Bu çalışmada, külleme dayanıklılık ıslahı programları için potansiyel değere sahip bazı kavun genotipleri *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilerek, dayanımları açısından genetik varyasyonları araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

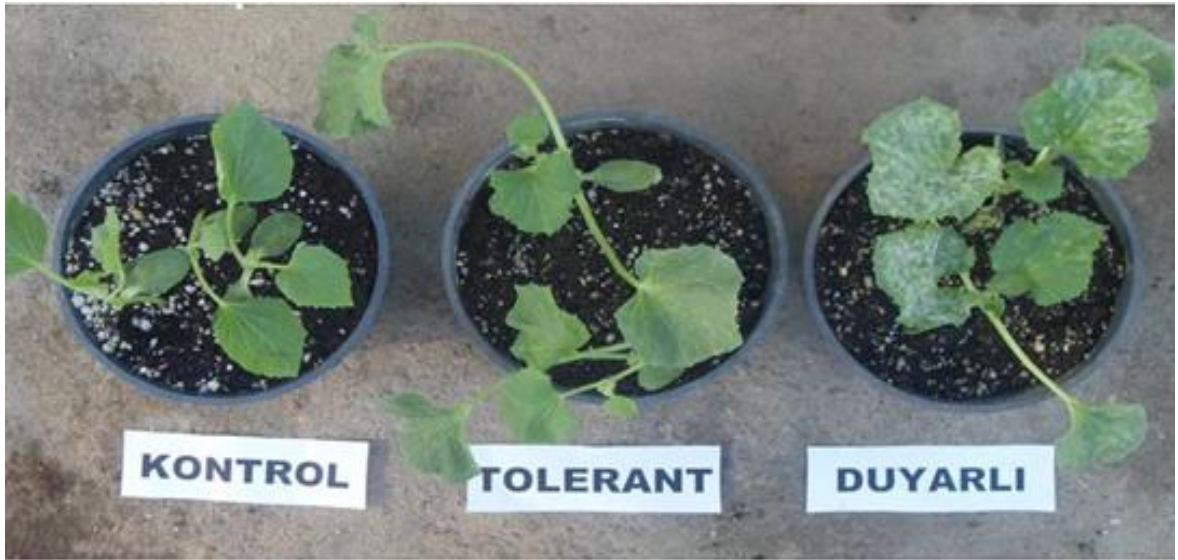
### 2.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak toplam 140 adet kavun genotipi kullanılmıştır. Bu materyaller *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına dayanıklı PI414723 ve PMR6 genotipleri, hastalığa karşı hassas olduğu bilinen Çumra ticari kavun çeşidi ve külleme hassas hat TF37 ile dayanıklı genotip PMR6'nın melezlemesinden geliştirilen 136 adet ıslah hattından oluşmaktadır.

Hastalık materyali olarak, daha önceki yapılan çalışmalarda Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM) Sebzeçilik ve Süs Bitkileri Bölümü'nde kavun yetiştiriciliği



Şekil 1. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolataın spor( konidi) görüntüsü



Şekil 2. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolatla inoküle edilen kavun genotipinin aldığı skor değerine göre gözlemin 15. gününde sınıflandırılması

yapılan seralardan toplanan ve ırk ayırıcı çeşitlerle test edilerek ırkı belirlenmiş olan *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolat kullanılmıştır (Ünlü vd., 2010). İzolatın spor (konidi) şekline ait görüntü Şekil 1'de verilmiştir.

## 2.2. Yöntem

Genotiplerin külemeye karşı reaksiyonlarının belirlenmesinde Ünlü ve Ünlü (2012) tarafından geliştirilen klasik test metodu uygulanmıştır. 1-2 gerçek yaprak aşamasına kadar viyollerde yetiştirilen fideler 180×165 mm boyutlarında torf:perlit karışımından saksılara şaşırtılmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre ve her tekrürde her bir genotipten 6'şar adet bitki olacak şekilde iki tekrarlamalı olarak

yapılmıştır. Küleme sporları bitkilere 3-4 gerçek yapraklı aşamada iken inoküle edilmiştir. İnokülasyon  $5 \times 10^6$  spor ml<sup>-1</sup> yoğunluktaki sıvı süspansiyonun yaprakların üst kısımlarına gelecek biçimde sprej şeklinde püskürtülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Test edilen bitkiler ortalama 26°C sıcaklık ve %60 nem içeren kompartımanda inkübasyona bırakılmıştır. Değerlendirmeler testlemenin 5, 10. ve 15. gününde Yuste-Lisbona vd. (2010)'nin kullanmış olduğu 1-4 skalasına (1: sporulasyon yok, 2: zayıf sporulasyon, 3: orta sporulasyon ve 4: yoğun sporulasyon) göre yapılmıştır. Spor yoğunlukları thoma lamı ile hemositometrik metot kullanılarak tayin edilmiş, buna göre, skala değeri 1 ve 2 olanlar dayanıklı veya toleran, 3 ve 4 olanlar ise duyarlı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2).

### 3. Bulgular ve Tartışma

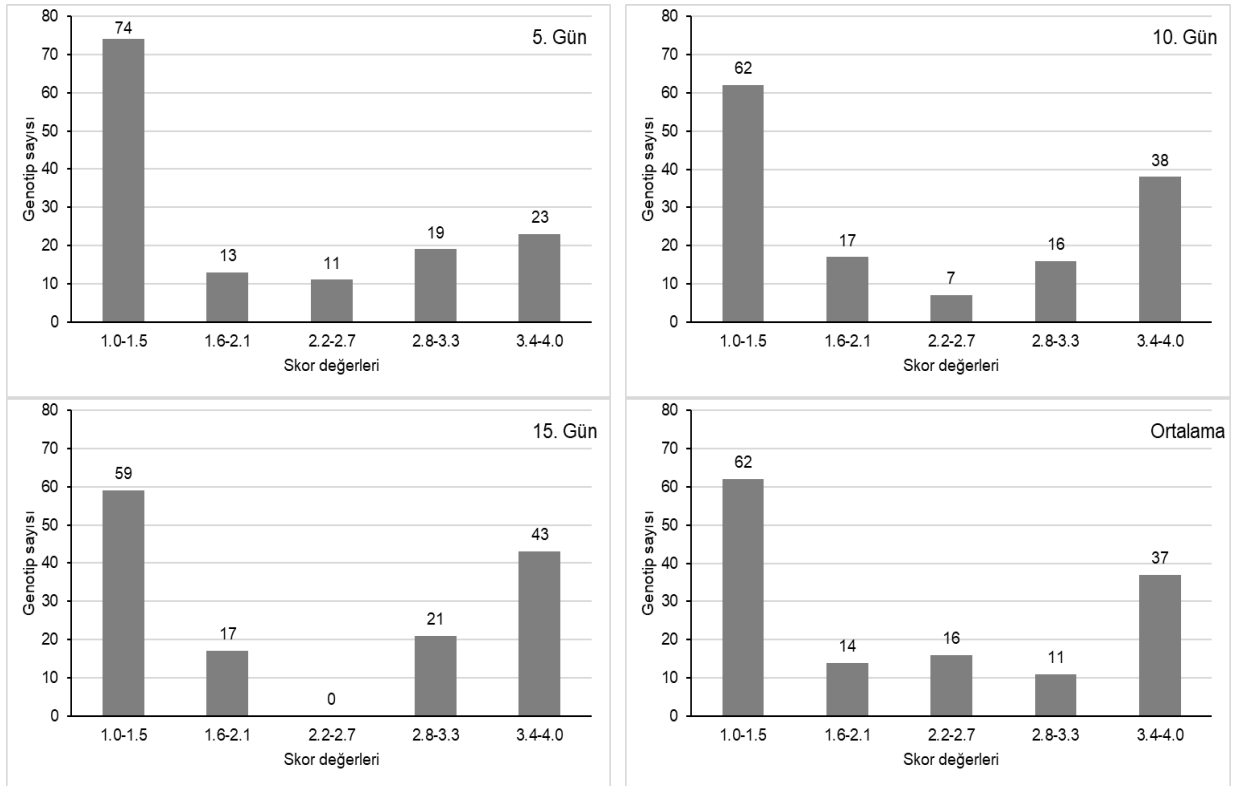
Kavun bitkisinin en önemli hastalıklarından birisi olan küllemenin en yaygın etmeni *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 genotipin göstermiş olduğu reaksiyon inokulasyonu takiben ilerleyen günlerde farklı olmuştur. Tüm genotiplerin değerlendirilmesi ele alındığında inokulasyonun 5., 10. ve 15. günlerinde skala değeri maksimum 4, minimum 1 olarak tespit edilmiştir. Ortalama skala değeri ise 5. gün 1.96, 10. gün 2.19, 15. gün 2.34 olmuştur. Hastalık belirtileri açısından tüm genotiplerin hastalığın gelişiminin izlendiği günlere göre ortalaması ise 2.16 bulunmuştur (Çizelge 1).

Kavun genotiplerinin hastalık belirtilerine göre aldıkları skor değerleri incelendiğinde,

testlemenin 5. gününde 74 genotipte semptom görülmezken, 23 genotipin hastalık karşısında hemen reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir. 23 genotip izolat karşısında oldukça duyarlı bulunmuştur. Bununla birlikte 43 genotipte ise spor gelişimi zayıf ve orta düzeyde olmuştur. Testlemenin 10. gününde duyarlı bitkilerde spor gelişiminin artması ile birlikte semptom gösteren genotip sayısı 12 artmıştır. Orta düzeyde sporulasyon oluşan genotiplerde ise sporulasyon oluşumu yoğunlaşmış, böylece yoğun sporulasyon oluşan genotip sayısı 38'e ulaşmıştır. Inokulasyonun 15. gününde ise skor değerlerine göre sporulasyon göstermeyen genotip sayısı 59, zayıf sporulasyon görülen genotip sayısı 17, orta düzeyde sporulasyon görülen genotip sayısı 21, yoğun sporulasyon görülen genotip sayısı ise 43 olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

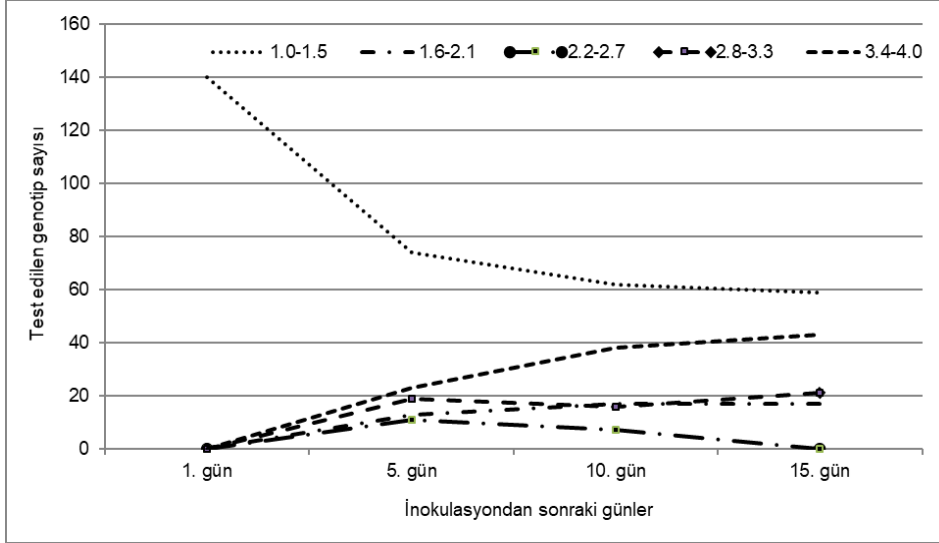
Çizelge 1. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyondan sonraki günlerde göstermiş oldukları reaksiyona göre aldıkları maksimum, minimum ve ortalama skor değerleri

Günler	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart sapma
5. gün	4	1	1.96	0.01
10. gün	4	1	2.19	0.02
15. gün	4	1	2.34	0.02
Ortalama	4	1	2.16	0.02



Şekil 3. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyonun 5., 10., 15. günlerinde ve günlerin ortalamasına göre aldıkları skor değerleri





Şekil 4. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyonun 5., 10., 15. günlerinde ve günlerin ortalamasına göre aldıkları skor değerleri karşısında dağılımları

Hastalık inokulasyonundan sonra 5. günde alınan skor değerlerine göre hassas genotiplerde spor gelişiminin hemen gerçekleştiği gözlenmektedir. Şekil 4'de verilen grafikte 1.0-1.5 skor değeri aralığında bulunan genotip sayısının ilk beş günde şiddeti bir şekilde azaldığı görülmektedir. 10. günde yapılan skor değerlendirmelerinde genel olarak dayanıklı ve duyarlı genotiplerin tespit edilebileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, 5. günde 2.2-2.7 skor aralığında spor gelişimi gösteren genotiplerin 15. günde yoğun sporulasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, kavun bitkisinde fide döneminde yapılan reaksiyon testinin hastalıklara dayanıklı ve duyarlı genotiplerin belirlenmesinde etkili bir metot olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Whitney vd. (1983) tarafından pancarda küllmeye karşı genotiplerin genetik varyasyonunu araştırdıkları çalışmada sera da fide döneminde yapılan testlemenin hastalığa duyarlı bitkilerin erken dönemde tespitinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte araştırmacılar, test edilen bazı genotiplerin tarla testlemelerinde aynı sonuçların elde edilemediğini bildirmişlerdir. Sera testlerinde spor gelişiminin yoğunluğundan dolayı hastalık dayanımı açısından kısmen tolerant olan genotiplerin dayanım gösteremediği belirtilmiştir. Arpada köy popülasyonlarının küllmeye dayanımı üzerine yapılan çalışmada Tekin vd. (2018) tarafından elde edilen sonuçlarda bu bulgu ile uyumaktadır. Kavunda *P. xanthii*'ye dayanıklılığı iki farklı mekanizma

sağlamaktadır. Epidermis üzerinde spor gelişimi ile birlikte iki farklı hipersensitif reaksiyon meydana gelmektedir. Tip I olarak adlandırılan mekanizmada duyarlı hücreler kendini öldürmekte iken, tip II'de hücrelerde yoğun kallos birikimi oluşmaktadır. Böylece bitkiler savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. PI414723'de tip II dayanıklılık mekanizması bulunmaktadır (Kuzuya vd., 2006). Bu çalışma kapsamında yapılan reaksiyon testinde PI414723 benzer tepki vermiş, PMR6 genotipinde ise tip I mekanizmasına ilişkin bulgulara rastlanmıştır. PMR6 genotipi ve sporulasyon görülmeyen veya sporulasyonu az olan genotiplerde oluşan hücre ölümleri tip I mekanizma bulguları ile uyumludur.

Bu çalışmada, inokulasyonun 15. gününde 2.2-2.7 skor değeri alan genotip kalmadığı gözlenmiş, dayanıklı bitkilerde spor gelişimi dururken, hassas bitkilerde yoğun sporulasyon oluşumu gözlenmiştir. Bu durum genotipler arasında dayanıklı duyarlı dağılımının netleştiği ve dolayısı ile 15. gün skorlamanın yapılmasının genotip reaksiyonlarının belirlenmesinde doğru bir süre olduğunu da kanıtlamaktadır. Ayrıca, *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin izolat karşısında dayanım açısından genetik varyasyon gösterdiği anlaşılırsa da, bu varyasyon genotiplerin skor değerlerine göre sınıflandırılmasında dayanıklı ve duyarlı olarak net bir şekilde ortaya konulabilir.

#### 4. Sonuç

Obligat bir parazit olan *P. xanthii*'nin kontrollü koşullarda bitki üzerinde geliştirilebileceği ve ıslah programları için rutin test yapılabileceği ortaya konulmuştur. Kavun bitkisinde fide döneminde yapılan reaksiyon testinin hastalıklara dayanıklı ve duyarlı genotiplerin belirlenmesinde etkili bir metot olduğu görülmektedir. Kavunda külemeye karşı yapılan reaksiyon testlerinde 15. gün skorlamanın yapılması genotip reaksiyonlarının anlaşılmasında doğru bir süre olarak teyit edilmiştir. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen kavun genotipleri arasında dayanıklılık açısından genetik varyasyon bulunmaktadır. Test sonuçlarına göre 59 adet genotipin hastalık karşısında göstermiş olduğu performansla (1-sporulasyon yok), kavunda bu etmene karşı yürütülecek dayanıklılık ıslahı çalışmalarını için iyi bir genetik kaynak olabilir.

#### Kaynakça

- Agrios, G.N. (1988). Plant Pathology. Third Edition, Academic Pres, 803 s.
- Altın, N., Göre, E., & Yıldırım, İ. (2018). Kabakgillerde küleme hastalığı etmeni *Podosphaera xanthii* izolatlarının azoxystrobin'e karşı duyarlılıkları. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(2):79-84.
- Bardin, M., Nicot, P. C., Normand, P., & Lemaire, J. M. (1997). Virulence variation and DNA polymorphism in *Sphaerotheca fuliginea*, causal agent of powdery mildew of cucurbits. *European Journal of Plant Pathology*, 103(6):545-554.
- Blancard, D., Lecoq, H., & Pitrat, M. (1994). A colour atlas of cucurbit diseases: observation, identification and control. Manson Publishing Ltd.
- Braun, U., & Cook, R. T. A. (2012). Taxonomic manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series No. 11. CBS, Utrecht, The Netherlands.
- Choi, I.Y., Kim, J.H., Uhm, M.J., Cho, S.E., & Shin, H.D. (2018). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on okra in Korea. *Plant Disease*, 102(8):1663-1663.
- Cohen, R., Burger, Y., & Katzir, N. (2004). Monitoring Physiological races of *Podosphaera xanthii* the causal agent of Powdery mildew in Cucurbits. *Phytoparasitica*, 32(2):174-183.
- Epinat, C., Pitrat, M., & Bertrand, F. (1993). Genetic analysis of resistance of five melon lines to powdery mildews. *Euphytica*, 65:135-144.
- Gafni, A., Calderon, C. E., Harris, R., Buxdorf, K., Dafa-Berger, A., Zeilinger-Reichert, E., & Levy, M. (2015). Biological control of the cucurbit powdery mildew pathogen *Podosphaera xanthii* by means of the epiphytic fungus *Pseudozyma aphidis* and parasitism as a mode of action. *Frontiers in Plant Science*, 6:132.
- Hafez, Y. M., El-Nagar, A. S., Elzaawely, A. A., Kamel, S., & Maswada, H. F. (2018). Biological control of *Podosphaera xanthii* the causal agent of squash powdery mildew disease by upregulation of defense-related enzymes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1):57.
- Hong, Y. J., Hossain, M. R., Kim, H. T., Park, J. I., & Nou, I. S. (2018). Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *The plant pathology journal*, 34(3): 182.
- Hosoya, K., Narisawa, K., Pitrat, M., & Ezura, H. (1999). Race identification in powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo*) in Japan. *Plant Breeding* 118:259-262.
- Joa, J. H., Chung, B. N., Han, K. S., Cho, S. E., & Shin, H. D. (2013). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on papaya in Korea. *Plant disease*, 97(11):1514-1514.
- Kristkova, C., Leveda, A., & Sedlakova, B. (2004). Virulence of Czech cucurbit powdery mildew isolates on *Cucumis melo* genotypes MR-1 and PI 124112. *Scientia Horticulturae* 99:257-265.
- Kuzuya, M., Yashiro, K., Tomita, K., & Ezura, H. (2006). Powdery mildew (*P. xanthii*) resistance in melon is categorized into two types based on inhibition of the infection processes. *Journal of Experimental Botany*. 57(9):2093-2100.
- Liu, S. Y., Men, X.Y., & Li, Y. (2015). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on *Solanum melongena* (eggplant) in China. *Plant Disease*, 99(12):1856-1856.
- McCreight, J.D., Pitrat, M., Thomas, C.E., Kishaba, A.N., & Bohn, G.W. (1987). Powdery mildew resistance genes in muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112:156-160.
- McCreight, J.D. (2006). Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(1):59-65.
- McGrath, M.T. (2001). Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experiences and challenges. *Plant disease*, 85(3):236-245.
- McGrath, M.T. (2015). Cucurbit powdery mildew in the USA. In *Fungicide Resistance in Plant Pathogens* (pp. 401-417). Springer, Tokyo.
- Perez-Garcia, A., Romero, D., Fernandez-Ortuno, D., Lopez-Ruiz, F., De Vicente, A., & Tores, J.A. (2009). The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. *Molecular plant pathology*, 10(2):153-160.
- Robinson, R.W., & Decker-Walters, D.S. (1997). Cucurbits. CAB Int. University Press, Cambridge, 226.

- Sari, N., & Solmaz, I. (2005). Fruit characterization of some Turkish melon genotypes. In *III International Symposium on Cucurbits*, 731:103-109.
- Sowell, G.Jr. (1982). Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112:156-160.
- Suzuki, T., Nishimura, S., Yagi, K., Nakamura, R., Takikawa, Y., Matsuda, Y., & Nonomura, T. (2018). Effects of light quality on conidiophore formation of the melon powdery mildew pathogen *Podosphaera xanthii*. *Phytoparasitica*, 46(1):31-43.
- Tekin, M., Çat, A., Çatal, M., & Akar, T. (2018). Türk arpa (*Hordeum vulgare* L.) köy çeşitlerinin küllemeye karşı dayanıklılığın belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3):219-25.
- Tang, S.R., Liu, S.Y., Bai, Q.R., & Li, Y. (2016). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on *Kalanchoe blossfeldiana* in China. *Plant Disease*, 100(2):520.
- Ünlü M., Ünlü, A., & Boyacı, H.F. (2010). Batı Akdeniz Bölgesi Örtüaltı kavun yetiştiriciliği yapılan alanlardan yayılış gösteren külleme hastalığı etmeninin belirlenmesi. *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 23-26 Haziran, Van, 459-463.
- Ünlü, M., & Ünlü, A. (2012). A new developed test method against to the melon powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) in vivo conditions. *X. Eucarpia International Meeting on Cucurbitaceae*, 401.
- Whitney, E.D., Lewellen R.T., & Skoyen, I.O. (1983). Reaction of sugar beet to powdery mildew: Genetic variation, association among testing procedures, and results of resistance breeding. *Phytopathology*, 73:182-185.
- Yuste-Lisbona, F.J., Lopez-Sese A.I., & Gómez-Guillamón M.L. (2010). Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-1551. *Plant Breeding*, 129 (1):72-75.
- Zhihao, X., Weilin, S., Kaimei, H., & Shengjun, Z. (1999). Determination of physiological race of powdery mildew and its virulence to different melon genotypes. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 11(5):245-248.
- Zitter, T.A., Hopkins, D.L., & Thomas, C.E. (1996). Compendium of cucurbit diseases. APS Press, St. Paul, Minn.

## Elazığ ve Malatya illerinde, Akdeniz meyvesineği'nin bazı biyo-ekolojik özellikleri ile zarar durumu üzerine çalışmalar

Mehmet BUĞDAY<sup>1</sup> Mehmet KEÇECİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Baskil İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Elazığ

<sup>2</sup> Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Malatya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: kececitr@yahoo.com

ORCID: 0000-0001-8589-8152

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1):64-75

doi: 10.16882/derim.2020.692963

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 21.02.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 10.05.2020



### Öz

Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) birçok meyve türünün ana zararlısı konumundadır. Bu çalışma ile 2017- 2018 yıllarında Elazığ ve Malatya illerinde Akdeniz meyvesineği'nin ergin popülasyon değişimleri, zarar oranı ile kışı geçirme durumu araştırılmıştır. Malatya ili Battalgazi ilçesinde, tuzaklarda ilk ergin bireyler 2017 yılında Ağustos ayı sonunda, 2018 yılında ise haziran sonunda görülmüştür. Tuzaklarda yakalanan en fazla ergin sayısı ise 2017 ve 2018 yıllarında sırasıyla 17 Kasım (365 adet tuzak<sup>-1</sup>) ve 31 Ağustos (804 adet tuzak<sup>-1</sup>) tarihlerinde belirlenmiştir. Elazığ ili merkez ilçesinde 2018 yılında Akdeniz meyvesineği ilk kez 28 Haziranda görülmüş ve 2 Ağustos tarihinde 250 adet tuzak<sup>-1</sup> ile en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır. Baskil ilçesinde ise zararlı ilk olarak 5 Temmuz tarihinde görülürken, tuzakta yakalanan en yüksek ergin sayısı 486 adet tuzak<sup>-1</sup> (13 Eylül) olmuştur. Akdeniz meyvesineği'nin, 2017 yılında armut ve şeftali meyvelerinde, 2018 yılında ise armut, elma, ayva, nar, şeftali, hünnap ve Trabzon hurması meyvelerinde varlığı saptanmıştır. Akdeniz meyvesineği'nin örnekleme yapılan meyve türlerinde ise %0.0-%53.3 oranında zarar verdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte yürütülen çalışmalarda Elazığ ve Malatya illerinde arazi şartlarında zararlının kışı geçiremediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Ceratitis capitata*; Tephritidae; Elma; Armut; Kışlama; Zarar

### Studies on some bio-ecological parameters and damage status of Mediterranean fruit fly in Elazığ and Malatya province

#### Abstract

Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae) is a crucial pest of fruit crops. The aim of the study is to determine the adult population changes, damage status and its overwintering ability of Mediterranean fruit fly in Elazığ and Malatya between 2017 and 2018. The first adult was captured in traps at the end of August 2017 in Battalgazi, Malatya while it is found at the end of June in 2018. The highest number of adults was captured on November 17 (365 adults trap<sup>-1</sup>) in 2017 and August 31 (804 adults trap<sup>-1</sup>) in 2018. Mediterranean fruit fly was seen first time on June 28 and reached the highest number 250 adults trap<sup>-1</sup> on August 2, in the center of Elazığ province in 2018. In Baskil district, it was seen the first time on July 5, and the highest number of flies was 486 adult trap<sup>-1</sup> (September 13). While the Mediterranean fruit fly was found in the pear and peach fruits in 2017, it was found in pear, apple, quince pomegranate, peach, jujube, persimmon fruits in 2018. The Mediterranean fruit fly caused 0.0%-53.3% damage in the sampled fruit species. Additionally, it was determined that the Mediterranean fruit fly is unable to overwinter in field conditions of Malatya and Elazığ provinces.

**Keywords:** *Ceratitis capitata*; Tephritidae; Apple; Pear; Overwintering; Damage

### 1. Giriş

Elazığ ve Malatya illerinin genelinde meyve yetiştiriciliğinde şeftali güvesi [*Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)], erik koşnili [*Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)] ve fidan dip kurdu [*Capnodis* spp. (Coleoptera: Buprestidae)]

sorun olan ana zararlılar olarak tanımlanabilir (Anonim, 2008). Son yıllarda yaşanan küresel ısınmaya bağlı muhtemel iklim değişiklikleri, yeni zararlıların ortaya çıkmasına veya kuzey yarım küre için mevcut zararlıların daha kuzeye doğru yayılmasına neden olmaya başlamıştır (Wilson vd., 2007; Ögür ve Tuncer, 2011; Raza vd., 2015). Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis*

*capitata* (Wiedemann). (Diptera: Tephritidae)'nın Afrika kökenli olduğu, dünyada subtropik ve ılıman iklime sahip çok ülkede başta meyveler, süs bitkileri ve bazı sebzeler olmak üzere 300'den fazla konukçu bitkide polifag bir zararlı olduğu bildirilmektedir (Mau ve Kessing, 2007). Bu konukçuların bir kısmı ekonomik anlamda çok zarar görmekte, bir kısmı ise sadece zararlı ile bulaşma düzeyinde kalmaktadır. Genellikle olgun ve ince kabuklu meyveleri tercih eden bu zararlı, zararını meyvelerin hasat döneminde doğrudan meyveye yapması nedeniyle meyvelerin dökülmesine neden olmaktadır (Anonim, 2017). Akdeniz meyvesineği'nin en fazla portakal, mandalina, Trabzon hurması, kayısı, nektarin, incir, yenidünya, nar, şeftali, armut, ayva ve gibi meyvelerin (Anonim, 2020) yanı sıra, bazı durumlarda domates, biber, çilek, ceviz ve nadiren de patlıcan bitkilerinde zararlı oldukları bildirilmektedir (Capinera, 2001; Thomas vd., 2001). Son yıllarda Ülkemizde yapılan çalışmalar ile Akdeniz meyvesineği'nin, elma (Zeki vd., 2008), armut (Zeki vd., 2008; Kaya ve İpekdal, 2018), şeftali (Zeki vd., 2008; Tiring ve Satar; 2017; Kaya ve İpekdal, 2018), erik (Kaya ve İpekdal, 2018), ayva (Zeki vd., 2008; Hantaş vd., 2011); Trabzon hurması (Elekcioğlu ve Ölçülü, 2016; Kasap ve Aslan, 2016); nar (Kasap ve Aslan, 2016), avokado, incir (Tiring ve Satar; 2017) ve mandarinde (Kızılyamaç ve Satar, 2018) zarar durumu ortaya konmuştur. Önceki yıllarda farklı bölgelerde Akdeniz meyvesineği'nin yayılışı veya biyoekolojisinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da yürütülmüş ve zararlının Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz'de tespit edildiği (Kaya vd., 2017), Ege Bölgesinde (Aydın) 4-5 döl (Başpınar vd., 2009), Akdeniz Bölgesi'nde ise (Adana) yılda 7-8 döl (Tiring, 2015) verdiğini bildirilmiştir. Bununla birlikte Malatya-Elazığ illerinde daha önce zararlıya ilişkin herhangi bir çalışma yürütülmemiştir. Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) tarafından ihracatta toleransı "sıfır" olarak kabul edilen zararlılar arasında olan Akdeniz meyvesineği'nin (Satar vd., 2016), iklimsel değişikliklerle beraber ülkemizin İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde zararlının güncel durumunun takip edilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma, Akdeniz meyvesineği'nin konukçusu olan kayısı yetiştiriciliğinin büyük bir kısmının yapıldığı Malatya ve Elazığ illerinde farklı yüksekliklere sahip meyve bahçelerinde yürütülmüştür. Bu alanlarda Akdeniz meyvesineği'nin popülasyon değişimi, zarar

oranı ve kışı geçirme durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sayede Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesine yönelik temel çalışmalara katkı sağlayabilmek için güncel bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Elazığ ve Malatya illerinde 2017 ve 2018 yıllarında meyve üretiminin fazla olduğu farklı yükseltiyeye sahip olan kayısının yanı sıra şeftali, armut, ayva, Trabzon hurması, incir, nar, hünnap, elma, erik, vişne, kiraz gibi karışık meyvelerin bulunduğu bahçeler, bu bahçelerden alınan meyve örnekleri ve delta tip tuzaklar oluşturmuştur.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Ergin popülasyon değişiminin belirlenmesi

Malatya ilinde 2017 yılında çalışmalar, Pütürge, Battalgazi ve Arapgir ilçelerinde, Elazığ ilinde ise Baskil (Bilaluşağı ve Hacimehmetli Köyleri), Sivrice ve Keban ilçelerinde yürütülmüştür (Çizelge 1). Elazığ ilinde 2018 yılı çalışmasında Bilaluşağı köyünde farklı bir bahçede zararlı popülasyonu izlenmiştir. Elazığ-Keban ve Malatya-Arapgir ilçeleri ise, 2017 yılında zararlı belirlenmemesi ve diğer ilçelere göre yükseltilerinin fazla olması nedeniyle çalışmadan çıkarılmıştır (Çizelge 1). Akdeniz meyvesineği'nin ergin popülasyon değişimini izlemek amacıyla belirlenen bahçelerde delta tipi tuzak + feromon (trimedlure) kapsülleri kullanılmıştır. Tuzaklar, ağacın güney tarafındaki, hava sirkülasyonunun uygun olduğu ve 1.5-1.8 m yükseklikteki bölümüne asılmıştır. Delta tipi tuzaklar ile birlikte kullanılan feromon kapsülleri hava sıcaklığına bağlı olarak 5-6 haftada bir kez düzenli olarak, yapışkan tablalar ise kirlenince değiştirilmiştir. Tuzaklar Nisan ayının başında asılmış, ilk ergin yakalanıncaya kadar haftada iki kez, ilk ergin yakalandıktan, Aralık ayına kadar haftada bir düzenli olarak kontrol edilmiştir.

#### 2.2.2. Zarar oranlarının belirlenmesi

Malatya ve Elazığ illerinde ergin popülasyonlarının izlendiği bahçelerde hasat

Çizelge 1. Elazığ ve Malatya illerinde 2017-2018 yıllarında Akdeniz meyve sineği ergin popülasyonunun izlendiği bahçelere ait bilgiler

Denemenin yürütüldüğü meyve bahçeleri	Yükselti (m)	Alan (da)	Ana meyve türü	Bahçede bulunan diğer meyve türleri
Malatya Pütürge Bölükkaya	718	15.0	Kayısı	Trabzon hurması, Erik, Elma
Malatya Battalgazi Merkez	720	36.0	Kayısı	Kayısı, Armut, Elma, Nektarin, Erik, Hünnap
Malatya Arapgir* Merkez	1180	2.0	Kayısı	Elma, Şeftali
Elazığ Baskil* Bilaluşağı	705	33.7	Kayısı	Erik, İncir, Nar, Şeftali, Trabzon hurması
Elazığ Baskil** Bilaluşağı	752	7.7	Kayısı	Armut, Erik, Elma, İncir, Kiraz, Nar, Şeftali, Trabzon hurması, Vişne
Elazığ Baskil Hacımehmetli	760	35.0	Kayısı	Erik, Şeftali, Trabzon hurması
Elazığ Elazığ** Merkez	1041	40.3	Kayısı	Erik
Elazığ Sivrice Merkez	1370	10.0	Elma	
Elazığ Keban* Üçpınar	1400	22.0	Kayısı	Elma, Erik

\* 2017 yılında zararlı belirlenmemesi nedeniyle çalışmadan çıkarılan bahçeler

\*\*2018 yılında yeni eklenen bahçeler

dönemindeki meyvelerden örnekler alınmıştır. Genellikle ana meyve türünün kayısı olduğu bu bahçelerde, diğer meyve ağaçlarının sayısal azlığı nedeniyle, hasat döneminde ağaç başı 7-8 adet meyve örneklenerek her bir bahçeden ortalama 30 adet meyve laboratuvar ortamında kültüre alınmıştır. Larva çıkış deliği bulunan meyveler bulaşık olarak kabul edilmiş ve bu meyveler toplam alınan meyve sayısına oranlanarak bulaşık meyve oranı belirlenmiştir.

### 2.2.3. Zararlı'nın kışı geçirme durumunun belirlenmesi

Akdeniz meyvesineği'nin kışı geçirme durumunun belirlenmesi için 2017-2018 yıllarındaki çalışmalarda 40 cm x 25 cm x 25 cm ölçülerinde dikdörtgen biçiminde pleksiglas veya 35 cm x 25 cm ölçülerindeki koni biçiminde sert plastik şeffaf malzemeler kullanılmıştır. Kafeslerin alt ve üst kısımları açık şekilde bırakılmıştır. Ortama bırakılan zararlı dönemlerini toprak faunasında bulunabilecek diğer canlılardan korumak amacıyla, kafeslerin alt bölümü sineklik teli ile kapatılmıştır. Kafesin üst kısmı ise tül ile kapatılmıştır. Kafes içlerine Nisan ayında yapışkan sarı tuzak yerleştirilmiş ve böylece kafes içerisinde zararlı'nın ergin çıkışı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Çalışma bahçelerindeki kafesler Aralık ayından Mart ayına kadar ayda bir, Nisan ayı başından Temmuz ayına kadar haftada bir olacak şekilde kontrol edilmiştir.

Akdeniz meyvesineği'nin Malatya ve Elazığ illerinde, kışı geçirip geçirmediğinin

belirlenebilmesi amacıyla Kayısı ekilişlerinin fazla olduğu bölgelerden olan Battalgazi ve Baskil (Bilaluşağı) ilçelerinde, 2017 yılında birer adet kafes içerisine zararlı ile bulaşık olan şeftali meyvesi bırakılmıştır. İkinci yıl çalışması ise yine aynı ilçelerde, ilk çalışmasının paralelinde farklı türdeki meyveler de bırakılarak tekrarlanmıştır. Arazi şartlarına bırakılan enfekteli meyveler ile aynı tarih ve sayıda meyve de laboratuvar ortamında kültüre alınmıştır (Çizelge 2).

Ayrıca ikinci yılda zararlı pupalarının arazi şartlarına bırakıldığı farklı bir çalışma da yürütülmüştür. Laboratuvar koşullarında bulaşık meyvelerden elde edilmiş 1-2 gün yaşlı zararlı pupaları, arazi şartlarında içerisinde toprak bulunan altı ve üstü tül ile kapatılmış pet kafeslere aktarılmıştır. Pupalar kafesler içerisine toprağın 3-4 cm derinliğine yerleştirilmiştir. Çalışma Baskil ilçesinde 4 farklı kafeste, Battalgazi ilçesinde ise 2 farklı kafeste olmak üzere toplam 6 kafeste yürütülmüştür. Arazi şartlarına pupaların bırakıldığı aynı tarih ve aynı sayıda pupa laboratuvar şartlarında kültüre alınmıştır. Zararlı'nın pupa olarak kışı geçirme durumunun belirlenebilmesi amacıyla arazi şartlarına bırakılan pupa sayıları Çizelge 3'te verilmektedir. İklim verileri Malatya ili Battalgazi ilçesinde bulunan meteoroloji istasyonundan alınmıştır (MGM, 2019). Bu istasyon, Akdeniz meyvesineği'nin kışı geçirme durumunu belirlenmesi ile ergin popülasyonlarının izlenmesi çalışmalarının yapıldığı Battalgazi ve Baskil ilçelerindeki bahçelere sırasıyla yaklaşık 1.5 km ve 15 km uzaklıktadır ve veriler Şekil 1'de verilmektedir.

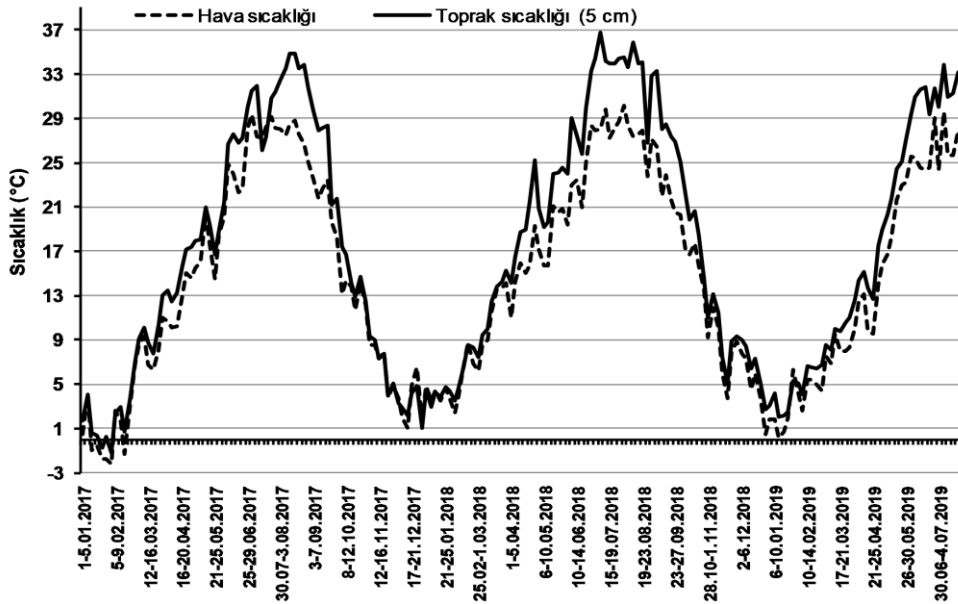


Çizelge 2. Akdeniz meyvesineği'nin kışı geçirme durumunun saptanması amacıyla vuruklu meyvelerinin bahçelere aktarılma tarihleri

İller	Bahçeler	Tarih	Vuruklu meyve türü (sayısı, adet)
Malatya	Battalgazi	12.10.2017	Şeftali (50 meyve)
	Battalgazi	11.10.2018	Armut (10 meyve)
	Battalgazi	15.10.2018	Hünnap (50 meyve)
	Battalgazi	15.10.2018	Armut (10 meyve)
	Battalgazi	15.10.2018	Trabzon hurması (10 meyve)
	Battalgazi	25.10.2018	Armut (10 meyve)
	Battalgazi	03.11.2018	Trabzon hurması (10 meyve)
	Battalgazi	03.11.2018	Armut (20 meyve)
Elazığ	Baskil (Bilaluşağı)	03.12.2017	Şeftali (50 meyve)
	Baskil (Hacimehmetli)	28.09.2018	Şeftali (30 meyve)
	Baskil (Bilaluşağı)	28.09.2018	Şeftali (30 meyve)
	Baskil (Çiğdemlik)	11.10.2018	Armut (10 meyve)
	Baskil (Çiğdemlik)	19.10.2018	Armut (10 meyve)
	Baskil (Çiğdemlik)	24.10.2018	Armut (10+10 meyve)

Çizelge 3. Akdeniz meyvesineği'nin kışı geçirme durumunun saptanması amacıyla pupalarının arazi koşullarına bırakılma tarihleri ve sayıları (Adet)

İller	Bahçeler	Tarih	Pupa sayısı
Malatya	Battalgazi	03.11.2018	50
	Battalgazi	08.11.2018	50
Elazığ	Baskil/Çiğdemlik	08.11.2018	50-17-9
	Baskil/Çiğdemlik	13.11.2018	39



Şekil 1. Malatya Battalgazi ilçesinin 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama (pentat) hava ve 5 cm'de toprak sıcaklığı (°C) değerleri

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Ergin popülasyon değişiminin belirlenmesi

##### 3.1.1. 2017 yılı çalışmaları

Malatya ili Battalgazi ilçesinde Akdeniz meyvesineği ergin popülasyonu Şekil 2'de verilmiştir. Tuzaklarda ilk ergin 30 Ağustos

tarihinde görülmüştür. Bu tarihten sonra, elma, Trabzon hurması, armut, nar ve şeftali gibi bahçede bulunan meyve türlerindeki olgunlaşma süreciyle beraber zararlı popülasyonunda artış görülmüştür. Zararlı popülasyonu 6 Ekim ve 11 Kasım tarihlerinde sırasıyla 289 ve 365 adet ile 2 kez en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bahçede, kasım ortalarından sonra meyvelerin hasat

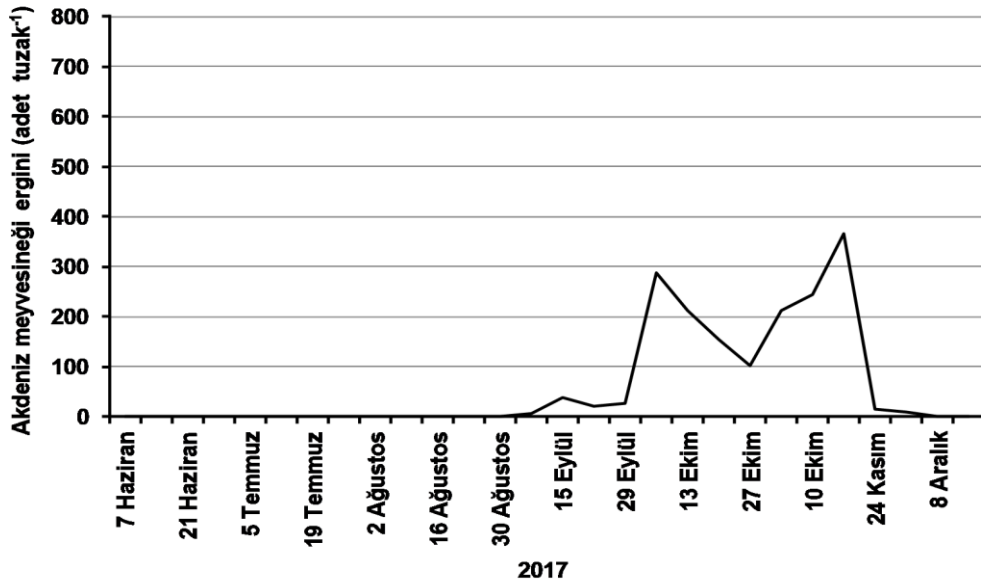
zamanlarının bitmesi ve sıcaklıklarında düşmesiyle tuzakta yakalanan birey sayılarında düşüşler görülmüştür. Bu bahçede son ergin 1 Aralık tarihinde (9 adet) yakalanmıştır (Şekil 2). Zararlı erginlerinin tuzaklarda ilk yakalandığı tarihte ortalama (pentat) hava sıcaklığının yaklaşık 27°C olduğu, toprak sıcaklığının ise 33°C olduğu görülmüştür. Son yakalandığı tarihte ise hava sıcaklığı yaklaşık 5°C olarak belirlenmiştir (Şekil 1). **Tiring ve Satar (2017)** avokado bahçesinde toprak sıcaklığının 19.6°C olduğunda zararlı ergin uçuşlarının başladığını belirtmiştir. Çalışmamızda zararlı erginlerin doğada ilk kez görülmesinin daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesi, zararlı erginlerin lokasyonda yerleşik popülasyonunun olmadığını düşündürmektedir. Malatya-Pütürge (Bölükkaya) ilçesinde 2017 yılında tuzak asılan bahçede Akdeniz meyvesineği yakalanmamıştır. Aynı şekilde, Elazığ ili Sivrice, Keban ve Baskil (Bilaluşağı, Hacımehmetli) ilçelerinde bulunan bahçelerdeki tuzaklarda da herhangi bir Akdeniz meyvesineği ergini tespit edilmemiştir.

### 3.1.2. 2018 yılı çalışmaları

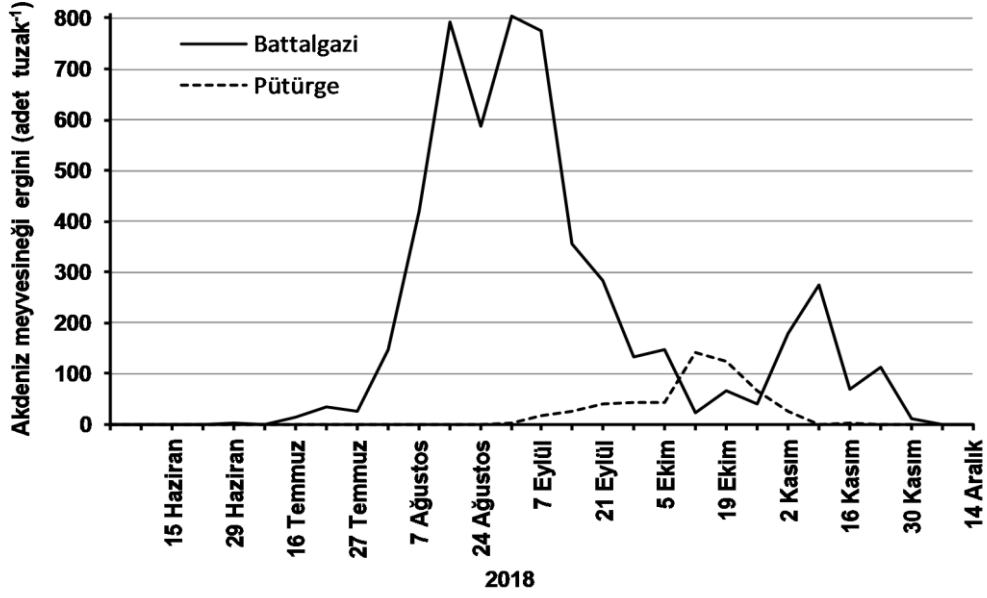
Malatya ili Battalgazi ilçesinde 2018 yılında ilk erginler 29 Haziran tarihinde yakalanmış, ilk tepe noktası ise 24 Temmuz tarihinde oluşmuştur. İkinci, üçüncü ve dördüncü tepe noktalarının ise sırasıyla 16 Ağustos, 31 Ağustos ve 9 Kasım tarihlerinde gerçekleştiği düşünülmektedir. En fazla ergin ise 804 adet

ergin ile üçüncü tepe noktasında yakalanmıştır. Tuzakta en son erginler ise 30 Kasım tarihinde görülmüştür (Şekil 3). Bahçede bulunan erik, armut, nektarin, elma ve hünnap gibi çok sayıda farklı meyve türünün konukçu olarak zararlıya devamlılık sağladığı ve popülasyon artışına neden olduğu düşünülmektedir. Vuruklu meyvelerin ortamdaki uzaklaştırılmamasının da zararlı popülasyonunun artışına neden olduğu düşünülmektedir. Pütürge ilçesinde ise ilk *C. capitata* ergin 3 Ağustos tarihinde 3 adet olarak belirlenmiştir. En son bireyler ise 15 Kasım tarihinde yakalanmıştır. Tuzaklarda en çok ergin ise 140 adet ile 11 Ekim tarihinde görülmüştür (Şekil 3). Bu tarihten sonra iklim koşullarının zararlı sayısında düşüş görülmesine neden olduğu düşünülmektedir. Battalgazi ve Pütürge ilçelerindeki zararlı popülasyonlarının tepe noktalarında görülen bu farklılığın, Pütürge ilçesindeki bahçeye zararlıların yaklaşık 35 gün geç bulaşması yanı sıra, Battalgazi ilçesindeki bahçede geçici kayısı çeşitlerinin bulunması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

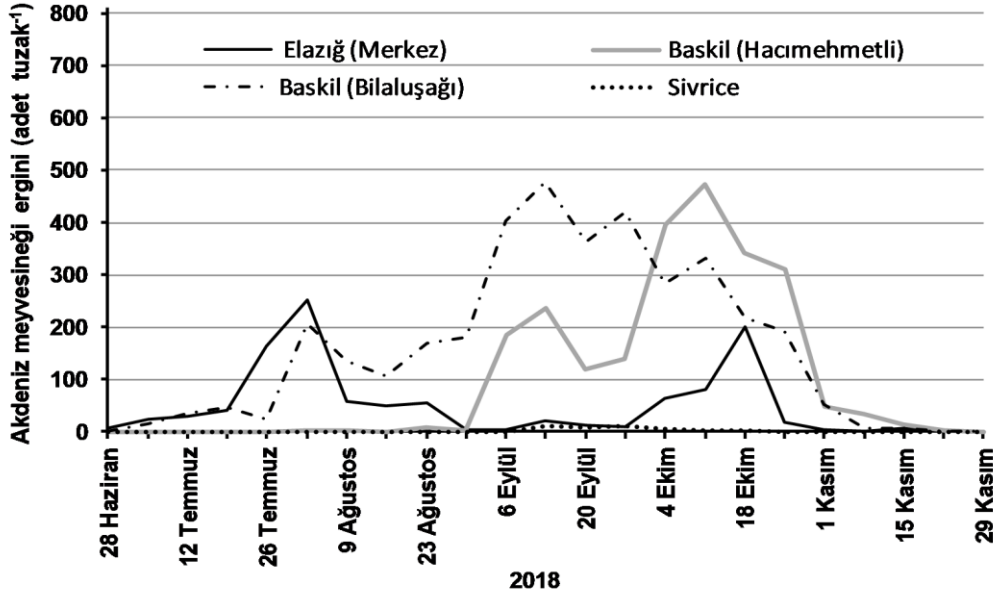
Elazığ ili Merkez ilçede bulunan kayısı bahçesinde ilk erginler 28 Haziran tarihinde 6 adet olarak tespit edilmiştir. Bahçede yemekhaneye ait atık römorklarının bulunması nedeniyle zararlıların bahçeye bulaşmış olabileceği düşünülmektedir. Zararlıların ilk tepe noktası 2 Ağustos tarihinde 251 adet ile görülmüştür. Bu tarihten sonra zararlı



Şekil 2. *Ceratitis capitata*'nın Malatya ili Battalgazi ilçesinde 2017 yılında ergin popülasyon değişimi



Şekil 3. *Ceratitis capitata*'nın Malatya ili Battalgazi ve Pütürge ilçelerinde 2018 yılı ergin popülasyon değişimi (Grafikte sunulan sayım tarihleri Battalgazi ilçesindeki tarihlerdir. Pütürge ilçesinde sayımlar ise grafikte verilen tarihten genellikle 1 gün önce gerçekleştirilmiştir)



Şekil 4. *Ceratitis capitata*'nın Elazığ ili Merkez, Baskil (Hacımehmetli ve Bilaluşağı köyleri) ve Sivrice ilçeleri 2018 yılında ergin popülasyon değişimi

popülasyonunda dalgalanmalar görülmüştür. İkinci tepe noktası ise tuzakta yakalanan 201 adet zararlı ile 18 Ekim tarihinde gerçekleşmiştir. Zararının çok fazla artış göstermemesinin, bahçedeki alternatif konukçu çeşitliliğinin az olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Tuzakta en son erginler ise 15 Kasım tarihinde (8 adet) belirlenmiştir

(Şekil 4). Elazığ ili Baskil ilçesi Bilaluşağı köyünde bulunan tuzakta ilk bireyler 5 Temmuz tarihinde saptanmıştır. İlk tepe noktası 2 Ağustos'ta görülürken, ikinci tepe noktası 23 Ağustos'ta görülürken, üçüncü tepe noktası ise 477 ergin ile 13 Eylül tarihinde gerçekleşmiştir. Bu tarihten sonra ise zararının popülasyonunda düşüşler gözlenmiştir (Şekil 4). Baskil ilçesi

Hacımehmetli köyündeki kayısı bahçesinde ise ilk ergin 1 adet ile 26 Temmuz tarihinde belirlenmiştir. Zararlı ilk tepe noktasını 236 adet ile 13 Eylül, ikinci tepe noktasını ise 472 adet ile 11 Ekim tarihinde gerçekleştirmiştir. Ekim ortalarından itibaren iklim faktörlerinin zararlının sayısında azalmaya neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 4). Sivrice ilçesinde ise zararlı popülasyonu mevsim sonuna doğru ve çok düşük seviyede görülmüştür (Şekil 4).

Malatya ili Battalgazi ilçesinde, zararlı erginlerinin tuzaklarda ilk yakalandığı tarihte ortalama (pentat) sıcaklık yaklaşık 28°C, son yakalandığı tarihte ise yaklaşık 9°C olduğu belirlenmiştir. İlk erginlerin yakalandığı tarihlerde 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığı ise yaklaşık 33°C olarak saptanmıştır (Şekil 1). Elazığ ili Baskil ilçesindeki (Bilaluşağı) zararlının ilk ve son yakalama tarihleri de Malatya ili Battalgazi ilçesi ile paralellik göstermektedir. Avokado bahçesinde yürütülen bir çalışmada toprak sıcaklığı 19.6°C olduğunda ergin uçuşlarının başladığı belirtilmiştir. Çalışmamızın yürütüldüğü lokasyonda, Mayıs ayının ikinci yarısında 20°C'nin üzerine çıkmış olmasına rağmen, ilk ergin uçuşları yaklaşık 1.5 ay sonra gerçekleşmiştir. Bununla birlikte çalışmamızdaki son ergin uçuşlarının, avokado bahçesinde günlük maksimum ve minimum sıcaklığın sırasıyla 16.3°C ve 2.9°C (ortalama 9.6°C) (Tiring ve Satar, 2017) olduğu çalışma ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Tuzaklardaki *C. capitata*'nın ergin popülasyon değişimi incelendiğinde, 2017 ve 2018 yılı arasında farklılıklar görülmektedir. Tuzak asılan Elazığ ili Sivrice ve Baskil ilçeleri ile Malatya ili Pütürge ilçelerinde 2017 yılında *C. capitata* belirlenmemişken, çalışmanın ikinci yılında bu köylerde de zararlı görülmüştür. Her iki yılda zararlının ilk ortaya çıkış tarihlerinde de farklılıklar bulunmaktadır. Çalışmanın ilk yılında Malatya ili Battalgazi ilçesinde ilk erginler 30 Ağustos tarihinde görülürken, bir sonraki yıl ise Haziran sonunda görülmüştür. Akdeniz meyvesineği için minimum gelişme eşiği 12.4°C, thermal constant ise 339 gün-derece olarak bildirilmektedir (Bodenheimer, 1951). Battalgazi ve Baskil ilçelerinin baraj gölü yakınındaki kıyı köylerinin iklimini temsil edebilecek konumda olan Battalgazi ilçesi meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık değerlerinin (Şekil 1), zararlının 2018 yılında ilk görüldüğü tarihten sonra (30 Haziran-25 Ekim

arasında) etkili sıcaklıklar toplamının 1 430 gün dereceye ulaştığı belirlenmiştir. Bu durumda, bölgede daha ılıman iklim karakterine sahip Battalgazi, Yazihan ve Baskil ilçesi mahalle/köylerinde, özellikle erken bulaşmaların olduğu durumlarda zararlının rahatlıkla 4 döl verebileceği hesaplanmıştır. Gün-derece hesaplamalarına göre 21 Temmuz'da birinci, 11 Ağustos'ta ikinci, 1 Eylül'de üçüncü ve 8 Ekimde ise dördüncü dölün tamamlanacağı öngörülmektedir. Battalgazi ilçesinde 2018 yılında belirlenen ergin popülasyonundaki ilk üç tepe noktası bu tarihler ile büyük oranda benzerlik göstermektedir.

Zararlının bölgede çalışmanın ilk yılındaki gibi geç popülasyon oluşturduğu yıllarda ise 1-2 döl verebileceği düşünülmektedir. Elazığ ve Malatya illerinin de içinde olduğu karasal iklim kuşağında Akdeniz meyvesineği'nin popülasyon gelişimi ve döl sayıları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Konya ili şeftali bahçesinde yürütülen bir çalışmada, zararlının 2-4 döl verebileceği belirtilmektedir (Üçpınar ve Ünlü, 2019). Mersin ilinde farklı yükseltilerde olan Haçgediği (600 m), Borçak Yaylası (900 m), Kurudere (1064 m), Hangediği (1200 m) ve Arslanköy'de (1500 m) şeftali bahçelerinde *C. capitata*'nın popülasyonu izlenmiştir (Kızılyamaç, 2016). Akdeniz meyvesineği'nin 600-900 metrede 5 döl, 1064-1200 m yükseltide 4 döl, 1500 m de ise 3 döl verdiği belirtilmiştir. Kızılyamaç (2016) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu olarak, çalışmamızın yürütüldüğü 720-1 041 m yükseklikte olan bahçelerde, zararlının 3-4 döl verebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, Borçak Yaylasında zararlının 5 döl verebileceği bildirilmektedir. Elazığ ve Malatya illerinin Mersin'e göre daha kuzey enlemlerinde yer almasının ve düşük sıcaklıklara sahip olmasının bu farklılığa neden olabileceği düşünülmektedir.

Elazığ ve Malatya ilinde 2017 ve 2018 yılında genel olarak Akdeniz meyvesineği popülasyonunun en yüksek olduğu dönem Eylül-Kasım ayları arasındaki dönem olarak belirlenmiştir. Çalışmamız ile uyumlu olarak, Şam Ghot'a'daki Akdeniz meyvesineği'nin, Haziran ayı başından Aralık ayının sonuna kadar tespit edilebildiğini, en yoğun popülasyonun ise Ağustos ve Kasım ayları arasında oluştuğunu bildirilmiştir (Mansour ve Mohamad, 2016).

### 3.2. Zarar oranlarının belirlenmesi

#### 3.2.1. 2017 yılı çalışmaları

Hasat döneminde, Malatya Battalgazi ilçesinde 29 Eylül tarihinde alınan armut meyvesi örneklerinde bulaşma oranı %13.3 olarak belirlenirken, kayısı ve erik meyvelerinde yapılan örneklemelerde ise zarar oranı % 0 olarak belirlenmiştir. Elazığ Baskil ilçesinde ise 20 Ekim tarihinde geçici şeftali meyvelerindeki bulaşma oranı %13.3 olarak belirlenmiştir. Erik, elma, incirde ise herhangi bir zarar belirlenmemiştir.

#### 3.2.2. 2018 yılı çalışmaları

Malatya ili Battalgazi ve Elazığ ili Baskil (göl kıyısı) ilçelerinde kayısı hasadı genellikle haziranın son haftası ile temmuzun ilk haftasında gerçekleştirilmektedir. Bu dönemde kayısı meyvelerinde herhangi bir bulaşıklık belirlenmemiştir. Ancak bölge ekonomisi anlamında oldukça düşük öneme sahip geçici kayısı çeşitlerinde Elazığ-Baskil-Bilaluşağı köyünde ve Malatya-Battalgazi ilçesinde geçici kayısı çeşitlerinde sırasıyla %13.3 (yere dökülmüş) ve %46.7 zarar oranı belirlenmiştir. İlman iklim kuşağında kayısıda Akdeniz meyvesineği zararını belirten herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerde belirlenen yüksek zarar oranının ise, herhangi bir mücadele yapılmamasının yanı sıra, az sayıda bulunan geçici kayısı ağaçlarının tüm zararlı popülasyonunu üzerine çekmesine nedeniyle gerçekleştirildiği düşünülmektedir.

Trabzon hurmasında ise zarar oranı Elazığ-Baskil (Hacımehmetli-Bilaluşağı) ve Malatya-Kale ilçesinde sırasıyla %26.6 ve %36.6 olarak tespit edilmiştir. Kılıç (2015), Hatay ili Defne (Harbiye), Antakya, Dört Yol ve Belen ilçelerinde Trabzon hurması bahçelerinde Akdeniz meyvesineği'nin 2013 yılında zarar oranının %3.35-%100 olduğu, 2014 yılında ise %2.44-%95 arasında olduğunu bildirmiştir. Mansour ve Mohamad (2016), Suriye'nin güney bölgelerinde Trabzon hurmasında zararlı bulaşık oranını %21.5 olarak tespit ettiklerini bildirmiştir. Nitekim çalışmamızda tespit edilen zarar oranları ile yukarıdaki çalışmalar arasında benzerlik görülmektedir.

Baskil ilçesi Hacımehmetli ve Bilaluşağı köylerindeki şeftali meyvelerinde zarar oranları sırasıyla %33.3-%36.6 olarak tespit edilmiştir.

Zeki vd. (2008), 2000-2002 yılları arasında Isparta ve Burdur'da yaptıkları çalışmada Burdur-Bucak (Gündoğdu, 780m yükseklik) ilçesinde şeftali ağaçları üzerinde hasat edilmeyen meyvelerde *C. capitata* larvalarının %50 oranında bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Elazığ-Baskil (Bilaluşağı), Malatya-Kale ve Battalgazi ilçelerinde armut meyvelerinde sırasıyla %13.3, %33.3 ve %53.3 oranlarında zarar tespit edilmiştir. Mansour ve Mohamad (2016), Suriye'nin güney bölgelerinde Akdeniz meyvesineği'nin popülasyon dalgalanmalarında sıcaklık, konukçuların durumları ve çevresel şartların etkili oldukları ifade ederek, armutta zararlı bulaşık oranını %11.9 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda daha yüksek zarar oranları görülmesinin bahçenin kapama bahçe olmaması ve birbirini takip eden zamanlarda olgunlaşan fazla sayıda konukçu çeşitliliği nedeniyle gerçekleştirildiği değerlendirilmektedir.

Baskil-Bilaluşağı köyünde nar meyvelerinde %6.6 zarar oranı belirlenmiştir. İlman iklim kuşağında, nar meyvesinde Akdeniz meyvesineği zarar oranına ilişkin bir veriye rastlanmamıştır. Elazığ-Baskil (Bilaluşağı, Hacımehmetli) ilçesi ile Malatya-Battalgazi ilçesinde yapılan erik örneklemelerinde ise sırasıyla %0 ve %6.7 zarar belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada erikte belirlenen zarar oranı, Suriye'nin güneyinde erikte yürütülen çalışmada, Mansour ve Mohamad (2016)'ın bildirdiği %1.9 meyve zararı ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra erik meyvesinin yumuşak dokusuna rağmen, şeftali, nektarin ve Trabzon hurması gibi meyve türlerine oranla Akdeniz meyvesineği tarafından çok tercih edilmediği düşünülmektedir.

Elma meyvelerinde yapılan örneklemelerde Elazığ-Baskil (Bilaluşağı) ve Sivrice ilçelerinde Akdeniz meyvesineği'nin zarar oranları %0 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Mansour ve Mohamad (2016) Suriye'nin güney bölgelerinde elmada zararlı bulaşık oranını %0 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Diğer çalışmalarla uyumlu olarak, yürüttüğümüz çalışmada elmada, şeftali ve armuta oranla daha düşük zarar oranı belirlenmiştir.

Malatya-Battalgazi Eylül ayında yapılan örneklemelerde ise hünnap meyvelerinde %36.7 bulaşıklık tespit edilmiştir. Bu zararlı



hünnapta yaptığı zarar oranı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Özellikle kiraz bitkisi *C. capitata*'nın konukçusu olarak bildirilmesine rağmen (EPPO, 2020), Malatya ve Elazığ koşullarında doğada zararlarının Temmuz ve sonrası görülmesi ve kiraz meyvesinde hasadın tamamlanması nedeniyle zarara uğrama ihtimalinin oldukça azaldığı düşünülmektedir.

### 3.3. Zararının kışı geçirme durumunun belirlenmesi

Malatya ili Battalgazi ilçesi ile Elazığ ili Baskil ilçesinde 2017 yılında laboratuvar ortamına alınan meyvelerden sırasıyla, 97 ve 58 adet Akdeniz meyvesineği ergini elde edilmiştir. Fakat arazi şartlarında eşit sayıda bulunan örneklerden zararlı çıkışı tespit edilmemiştir (Çizelge 4).

Battalgazi ilçesinde 2018 yılında laboratuvar ortamına konulan armut, hünnap ve Trabzon hurması meyvelerinden sırayla toplam 165, 38 ve 44 adet Akdeniz meyvesineği ergini elde

edilmiştir. Bununla birlikte arazide bulunan eşit sayıdaki örnekten zararının ergini elde edilememiştir (Çizelge 5). Benzer durum Elazığ ili Baskil ilçesinde de görülmüştür. Laboratuvar şartlarında kültüre alınan şeftali ve armut meyvelerinden sırasıyla 187 ve 111 (toplam) adet Akdeniz meyvesineği ergini elde edilmiştir. Aynı yıl araziye konulan eşit sayıdaki örneklerden zararının ergin bireylerinin çıkışı tespit edilmemiştir (Çizelge 5).

Malatya ili Battalgazi ilçesinde laboratuvar şartlarına 3 Kasım ve 8 Kasım tarihinde bırakılan 50 adet pupadan sırasıyla, 42 ve 32 adet *C. capitata* ergini tespit edilmesine karşın eşit sayıda arazide olan örneklerden zararının ergin çıkışı tespit edilmemiştir (Çizelge 6). Benzer durum Elazığ ili Baskil ilçesinde de görülmüştür. Laboratuvar ortamına 8 Kasım ve 13 Kasım tarihinde konulan Akdeniz meyvesineği pupalarından sırasıyla 46 ve 24 adet ergin elde edilirken, arazi şartlarına bırakılan pupa örneklerinden ise Akdeniz meyvesineği ergini elde edilmemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 4. *Ceratitis capitata*'nın Malatya ili Battalgazi ve Elazığ ili Baskil ilçesinde 2017 yılında bırakılan vuruklu meyveler ile kışı geçirme durumunun belirlenmesi

İlçe	Tarih	Bırakılan meyve türü		Çıkış yapan (ergin)	
		Arazi	Laboratuvar	Arazi	Laboratuvar
Battalgazi	12.10.2017	Şeftali meyvesi (50 meyve)	Şeftali meyvesi (50 meyve)	0	97
Baskil	03.12.2017	Şeftali meyvesi (50 meyve)	Şeftali meyvesi (50 meyve)	0	58

Çizelge 5. *Ceratitis capitata*'nın Malatya ili Battalgazi ve Elazığ ili Baskil ilçesinde 2018 yılında bırakılan vuruklu meyveler ile kışı geçirme durumunun belirlenmesi

İlçe	Tarih	Bırakılan meyve türü		Çıkış yapan (ergin)	
		Arazi	Laboratuvar	Arazi	Laboratuvar
Battalgazi	11.10.2018	Armut (10 meyve)	Armut (10 meyve)	0	21
	15.10.2018	Hünnap (50 meyve)	Hünnap (50 meyve)	0	38
	15.10.2018	Armut (10 meyve)	Armut (10 meyve)	0	35
	15.10.2018	Trabzon hurması (10 meyve)	Trabzon hurması (10 meyve)	0	26
	25.10.2018	Armut (10 meyve)	Armut (10 meyve)	0	48
	03.11.2018	Trabzon hurması (10 meyve)	Trabzon hurması (10 meyve)	0	18
	03.11.2018	Armut (20 meyve)	Armut (20 meyve)	0	61
Baskil	28.09.2018	Şeftali meyvesi (60 meyve)	Şeftali meyvesi (60 meyve)	0	187
	11.10.2018	Armut (10 meyve)	Armut (10 meyve)	0	51
	19.10.2018	Armut (10 meyve)	Armut (10 meyve)	0	39
	24.10.2018	Armut (20 meyve)	Armut (20 meyve)	0	21

Çizelge 6. Malatya ili Battalgazi ve Elazığ ili Baskil ilçesinde 2018 yılında arazi ve laboratuvar şartlarına bırakılan *Ceratitis capitata* pupalarından çıkan ergin sayıları

İlçe	Tarih	Bırakılan pupa sayısı		Çıkış yapan (ergin)	
		Arazi	Laboratuvar	Arazi	Laboratuvar
Battalgazi	03.11.2018	50	50	0	42
Battalgazi	08.11.2018	50	50	0	32
Baskil	08.11.2018	76	76	0	46
Baskil	13.11.2018	39	39	0	24



Malatya ili Battalgazi ilçesi ile Elazığ ili Baskil ilçesinde 2017 ve 2018 yıllarında yürütülen çalışmalarda, arazi şartlarında *C. capitata* bireyleri elde edilememiş ve bu şartlarda kışı geçiremediği belirlenmiştir. Ayrıca, ergin popülasyonlarının izlendiği çalışmada, zararının Battalgazi ilçesinde, 2017 yılında 30 Ağustos, 2018 yılında ise 29 Haziran tarihinde görülmesi, yerleşik bir popülasyon oluşturamadığı ve bulaşık meyveler ile bölgeye gelerek popülasyon oluşturabildiği kanısını güçlendirmektedir. Kırşehir'deki meyve bahçesinde (elma, şeftali, armut) 2014-2016 yıllarında, Ağustos-Eylül aylarında yürütülen bir çalışmada, Akdeniz meyvesineği'nin yaz mevsiminde popülasyonunun devam ettirdiğini, kışın ise soğuk hava şartlarına dayanamayarak öldüğünü ve zararının geçici popülasyonlar oluşturabildiği bildirilmiştir (Kaya ve İpekdal, 2018). Mansour ve Mohamad (2016), Suriye'nin bazı bölgelerinde Akdeniz meyvesineği'nin yazın tespit edilmesine rağmen, kışın hiçbir erginin gözlenmediği bildirmişlerdir. Nitekim yaptığımız çalışmada sadece yılın belli zamanlarında (Haziran-Kasım) saptayabildiğimiz popülasyonlar oluşturan zararının çalışma yapılan bölgelerde 0 (sıfır)'ın altına düşen sıcaklıklarda öldüğü kanısını desteklemektedir.

Elekçioğlu (2009), Akdeniz meyvesineği larvalarının toprağın 2-7 cm derinliğinde pupa döneminde geçirdiğini ve pupaların 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişemediğini ve 2°C'nin altındaki sıcaklıklarda bir haftadan daha uzun süre canlı kalamadıklarını bildirmiştir. Malatya ili Battalgazi ilçesi Meteoroloji Rasat İstasyonundan alınan verilere göre 5 cm derinlikte toprak sıcaklığı 2017 Ocak ile Şubat ayında 27 gün (13 Ocak-7 Şubat) boyunca ortalama -0.1°C olarak kaydedilmiştir. Bir sonraki kışlama çalışmasında 29-31 Aralık 2018 tarihlerinde ortalama sıcaklık sırasıyla 1.6, 1.3 ve 2.3°C olarak gerçekleşmiştir. Takip eden günlerde, 1 ve 2 Ocak tarihinde 1°C ve 1.3°C, 10-13 Ocak arasında ise sırasıyla, 1.3, 1.0, 1.4 ve 1.9°C olarak gerçekleşmiştir. Ocak 18-23 arasında ise bu değerler sırasıyla 1.8, 0.6, 0.2, 0.2, 1.1, 1.9°C olarak kaydedilmiştir (MGM, 2019). Ölçülen bu değerlerin kış aylarında gün içerisinde Elekçioğlu (2009)'nun bildirdiği değerlere düştüğü ve/veya ortalama 4-5°C olarak gerçekleşen ve kış boyu süren bu değerlerin de zararının üzerinde ölümcül etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle

çalışmamızdaki koşulların, *C. capitata*'nın kışı geçirmesine uygun olmadığı kanısını güçlendirmektedir. Israely vd. (2004), İsrail'in merkezinde bulunan Judean sıradağlarında, 1994'ten 2003'e kadar 400 ve 700 m yükseklikte elma bahçelerinde yapmış oldukları çalışmada *C. capitata*'nın 700 m yükseklikte kışlamadığını bildirmişlerdir. Ayrıca 15°C sıcaklıkta bile farklı neme sahip topraklarda larva ve pupa ölümlerinin %99.8'e kadar çıkabileceği bildirilmektedir (Eskalfi ve Fernandez, 1990). Bu nedenle kış aylarında yağışla birlikte toprakta oluşabilecek yüksek nemlilik ve düşük sıcaklığında zararlı üzerine olumsuz etkilerinin olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, Papadopoulou vd. (1996), aralık, ocak ve şubat aylarında 10 yıllık ortalama sıcaklığın 6.4°C olduğu benzer yükseltilerdeki Yunanistan'ın Selanik lokasyonunda yaptıkları çalışmada, plastik kaplar içerisinde arazi koşullarındaki elma meyvelerinden, laboratuvarında tutulanlara oranla %0-26 arasında larvaların canlı kalabileceğini ve bunların yeniden popülasyon oluşturabileceğini bildirmiştir. Çalışmamızın yürütüldüğü koşullarda 2017-2018 ve 2018-2019 kış aylarında (aralık, ocak ve şubat) ortalama hava sıcaklığı yaklaşık 4°C, 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığı ise yaklaşık 5°C olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). Bu sıcaklık farklılığı nedeniyle çalışmamızdan canlı birey elde edilemediği düşünülmektedir.

Tüm bunların ışığında, arazi şartlarında Akdeniz meyvesineği'nin Elazığ ve Malatya'da kışı geçiremediği düşünülmektedir. Bununla birlikte kış aylarında meyvelerin saklandığı depolar, bahçe şartlarında çiftlik gübresi yığınlarının olabileceği daha ılıman ortamlar ile ayva gibi kendisini ve zararlıyı daha fazla canlı tutabilme ihtimali olan meyvelerde zararının kışı geçirme durumunun araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, birçok meyve türünün en önemli zararlılarından birisi olan Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) 2017-2018 yıllarında Elazığ ve Malatya illerinde ergin popülasyon değişimleri, zarar oranı ile kışı geçirme durumu araştırılmıştır. Elazığ ve Malatya illerinde üretilen meyvelerin büyük çoğunluğunu kayısı

oluşturmaktadır. Bununla birlikte diğer meyve türleri ya bu bahçeler içerisinde ya da yakınında daha küçük alanlarda bulunmaktadır. Bölge için tartışmasız en önemli gelir kaynağı olan kayısının hasat edildiği tarihte, Akdeniz meyvesineği ve zarar görmüş meyve saptanmamıştır. Bununla birlikte, 2017 yılında armut ve şeftali meyvelerinde, 2018 yılında ise armut, elma, ayva, kayısı (geçici çeşit), nar, şeftali, hünnap ve Trabzon hurması meyvelerinde Akdeniz meyvesineği'nin varlığı tespit edilmiştir. Meyvelerin kültüre alınması sonucunda ise Akdeniz meyvesineği'nin %0.0 ile %53.3 oranında zarar verdiği tespit edilmiştir.

Zararının Elazığ ve Malatya ilinde arazi şartlarında kışı geçiremediği belirlenmiştir. İklim faktörlerine bağlı olarak 2017 ve 2018 yıllarında zararının doğada çıkış zamanları arasında neredeyse 2 aylık bir fark bulunmaktadır. Gerek bu fark, gerekse kışı geçirip geçirmediğinin belirlenmesi amacıyla denemeye alınan zararlı ile bulaşık meyveler ve pupalardan arazi koşullarında ergin elde edilememesi, zararının kışı geçiremediği tezini güçlendirmektedir. Akdeniz meyvesineği'nin bulaşık meyveler ile bölgeye gelerek geçici popülasyonlar oluşturduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte ayva gibi gerek ağaç üzerinde gerekse döküldükten sonra yerde kış boyunca uzunca süre kalabilme potansiyeli olan meyveler kullanılarak ve/veya bahçe yakınlarında bulunma potansiyeli olan çiftlik gübreleri ortamı, depolar veya hayvan yetiştiriciliğinin yapıldığı özel iklimsel alanlarda yeni araştırmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Hasat dönemleri farklı olan karışık meyve bahçelerinde farklı oranlarda zararı tespit edilen Akdeniz meyvesineği'nin biyo-ekolojisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışma ışığında, özellikle erken tarihlerde bulaştığında, daha ılıman iklime sahip olan Battalgazi ve Yazıhan ile Baskil ilçesinin göl kıyısı bölümünde, Akdeniz meyvesineği'nin dört döle kadar nesil verebilme potansiyeli bulunmaktadır. Olası ürün kayıplarının önüne geçebilmek amacıyla tuzak vb. yöntemlerle zararının varlığının belirlenmesi ve popülasyonlarının izlenmesi önem arz etmektedir. Akdeniz meyvesineği'nin en çok tercih ettiği konukçu olarak sırayla şeftali, Trabzon hurması ve armut meyveleri olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik anlamda diğer meyve türlerinin yetiştiriciliğini yapacak olan

üreticilerimizin bu konukçu ağaçları bahçelerinde bulundurmamalarının uygun olduğu düşünülmektedir. Bölge için ikincil öneme sahip diğer meyve türlerinde, hasattan sonra zararlı ile bulaşık meyveler bahçede bulundurulmamalı ve mutlaka bekletilmeden imha edilmelidir.

### Teşekkür

Bu çalışma, birinci yazarın Malatya Turgut Özal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından kabul edilen Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

### Kaynakça

- Anonim, (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatı (Meyve ve Bağ Zararlıları, Cilt:4), T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Bşk. (TAGEM), Ankara, 388 s.
- Anonim, (2020). Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları (2009-2020). <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/BitkiSağligi/Bitki%20Zararlılar%20Zirai%20M%20C3%BCcadede%20Teknik%20Tali matlar%20C4%B1.pdf>. Erişim tarihi: 30 Ocak 2020.
- Anonim, (2017). Akdeniz Meyvesineği. Turunçgil Entegre Mücadele Teknik Talimatı Kitabı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 151 s.
- Başpınar, H., Çakmak, İ., Koçlu, T., & Başpınar, N. (2009). Aydın İli Meyve Bahçelerinde Akdeniz meyvesineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin Biyo-Ekolojisi, Zararı, Yayılışı ve Turunçgil Bahçeleri Üzerindeki Çalışmaları. TOVAG 105O17, Isparta, 56 s.
- Bodenheimer, F.S. (1951). Citrus Entomology in the Middle East. Jerusalem. 664 pp.
- Capinera, J.L. (2001). Handbook of Vegetable Pests. Academic Press, San Diego. 800 pp.
- Elekcioğlu, N.Z. (2009). Akdeniz meyvesineği. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1):61-65.
- Elekcioğlu, N.Z., & Ölçülü, M. (2016). Akdeniz meyvesineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin trabzon hurmasında popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*, 5-8 Eylül 2016, s.380.
- EPPO, (2020). EPPO Global Database, *Ceratitis capitata* (CERTCA). <https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/hosts>. Erişim tarihi: 30 Ocak 2020.
- Eskafi, F.M., & Fernandez, A. (1990). Larval-pupal mortality of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) from interaction of soil, moisture, and temperature. *Environmental Entomology*, 19(6):1666-1670.
- Hantaş, C., Çetin, G., & Akçay, M.E. (2011). Marmara bölgesi ayva bahçelerinde saptanan zararlı böcek ve akar türleri. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi*, 28-30 Haziran 2011, s. 298.

- Israely, N., Ritte, U., & Oman, S.D. (2004). Inability of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) to overwinter in the Judean hills. *Journal of Economic Entomology*, 97(1):33-42.
- Kasap, A., & Aslan, M.M. (2016). Akdeniz meyvesineği'nin feromon tuzaklarla (*Ceratitidis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) nar ve hurmadaki populasyon takibi ve zarar oranının tespiti. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(1):43-50.
- Kaya, T., Ada, E., & İpekdal, K. (2017). Modeling the distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Turkey and its range expansion in Black Sea Region. *Turkish Journal of Entomology*, 41(1):43-52.
- Kaya, T., & İpekdal, K. (2018). Akdeniz meyvesineği, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae)'nın Kırşehir'deki ilk kaydı ve barkodlanması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(2):101-105.
- Kılıç, G. (2015). Hatay ili Trabzon hurması bahçelerinde Akdeniz Meyve Sineği, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin populasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Kızılyamaç, S. (2016). Farklı yükseltilerdeki Akdeniz meyvesineği, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) populasyonlarının biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kızılyamaç, S., & Satar, S. (2018). Akdeniz meyvesineği, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) Hamzabeli Bölgesinde populasyon dalgalanması. *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 36(3):1-5.
- Mansour, M., & Mohamad, F. (2016). Seasonal occurrence of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in Southern Syria. *Polish Journal of Entomology*, 85:311-323.
- Mau, R.F.L., & Kessing, J.L.M. (2007). *Ceratitidis capitata* (Wied.). <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/ceratiiti.htm>. Erişim tarihi: 30 Nisan 2019.
- MGM, (2019). Malatya-Battalgazi İlçesine Ait Meteorolojik Veriler. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 13. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Elazığ.
- Öğür, E., & Tuncer, C. (2011). Küresel ısınmanın böceklerle etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 26(1):83-90.
- Papadopoulos, N.T., Carey, J.R., Katsoyannos, B.I., & Kouloussis, N.A. (1996). Overwintering of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. *Annals of the Entomological Society of America*, 89(4):526-534.
- Raza, M.M., Khan M.A., Arshad, M., Sagheer, M., Sattar, Z., Shafi, J., Haq, E., Ali, A., Aslam, U., Mushtaq, A., Ishfaq, I., Sabir, Z., & Sattar, A. (2015). Impact of global warming on insects. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(1):84-94.
- Satar, S., Tiring, G., İşpınar, D., & Algan, A.R. (2016). *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera:Tephritidae)'nın altıntop bahçelerinde populasyon dalgalanması ve sıcaklığın gelişimine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(4):429-440.
- Thomas, M.C., Heppner, J.B., Woodruff, R.E., Weems, H.V., Steck, G.J., & Fasulo, T.R. (2001). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN37100.pdf>. Erişim tarihi: 11 Mayıs 2019.
- Tiring, G. (2015). *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)'nın Balcalı (Adana)'da farklı meyve bahçelerindeki populasyon dalgalanması ve laboratuvar koşullarında sıcaklığın gelişme süresine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Tiring, G., & Satar, S. (2017). *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin bazı meyve bahçelerinde populasyon dalgalanması. *Türk Entomolojisi Bülteni*, 7(3):239-247.
- Üçpınar, Ş.N., & Ünlü, L. 2019. The determination of population development and infestation rate of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* (Wied)) in peach orchards in Meram (Konya) province. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(2):67-73.
- Wilson, R.J., Davies, Z.G., & Thomas, C.D. (2007). Insects and climate change: processes, patterns and implications for conservation. In *Insect Conservation Biology. Proceedings of the Royal Entomological Society's 22nd Symposium*. CAB International Publishing, pp. 245-279.
- Zeki, C., Er, H., Özdem, A., & Bozkurt, V. (2008). Distribution and infestation of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) on pome and stone fruits in Isparta and Burdur provinces (Turkey). *Munis Entomology & Zoology*, 3(1):231-238.

## Efficacy of mating disruption technique against Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)] in walnut orchards in Kahramanmaraş

Naim ÖZTÜRK<sup>1</sup> Adalet HAZIR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Biological Control Research Institute, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozturkn01@hotmail.com

ORCID:0000-0003-3322-2868

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2020/37(1):76-85  
doi: 10.16882/derim.2020.622159

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 19.09.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 01.05.2020



### Abstract

This study was conducted in two walnut orchards including Şebın, Yalova-4 and Sütyemez-2 with Şebın and Sütyemez-2 varieties in 2012 and 2013 in Central district of Kahramanmaraş province. The efficacy of the mating disruption technique was investigated by using dispensers loaded with "(E, E)-8,10-dodecadienol, n-dodecanol, n-tetradecanol, (Z)-11-tetradecenyl acetate 50%" pheromone for the management of Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lep.: Tortricidae)]. Trial was established as large parcel experimental design having two characters -mating disruption (MD) and control (NP, no pesticide) application. The population dynamics of the pest was monitored by sex attractant pheromone traps. The pheromone dispensers were applied at 1000 dispensers ha<sup>-1</sup> (5 dispensers tree<sup>-1</sup>) and total 3000 dispensers were applied in the orchard. The dispensers were tied to different directions and to a suitable branch located at 1/3 top part of the tree. The emission amounts of dispensers were determined by weekly measuring of the weight of 10 dispensers, and the emission amount was 61 mg h<sup>-1</sup> dispenser<sup>-1</sup> in MD plot. Counts for fruit damage assessment was evaluated by inspecting 1000 fruits at harvest period. The average infestation rates were calculated as 5.1-21.3% and 4.8-20.1% in MD and NP plot, respectively. As a result of this study, it was determined that the usage of 1000 dispensers ha<sup>-1</sup> in walnut orchards can be used effectively as an alternative method instead of chemical control against *C. pomonella* for organic production and for integrated pest management.

**Keywords:** Walnut; Codling moth; *Cydia pomonella* L.; Mating disruption technique

### Kahramanmaraş İli cevizlerinde zararlı Elma içkurdu [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)]'na karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin etkinliği

#### Öz

Bu çalışma; Kahramanmaraş İli Merkez İlçede Şebın, Yalova-4, Sütyemez-2 ve Şebın çeşitlerinden oluşan iki farklı ceviz bahçesinde 2012-2013 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, Isonet-C "(E,E)-8,10-dodecadienol, n-dodecanol, n-tetradecanol % 50, (Z)-11-tetradecenyl acetate % 50" feromon yayıcısının Elma içkurdu [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)]'na karşı çiftleşmeyi engelleme etkinliği belirlenmiştir. Deneme; geniş parsellerin karşılaştırılması şeklinde kurulmuş olup, denemenin karakterlerini çiftleşmeyi engelleme (ÇE) ve ilaçsız kontrol (İK) bahçesi oluşturmuştur. *C. pomonella*'nın ergin popülasyon gelişimi pherecon tipi eşeysel çekici tuzaklarla izlenmiştir. Çalışmanın her iki yılında da, 1000 yayıcı ha<sup>-1</sup> (5 yayıcı ağaç<sup>-1</sup>) dozu uygulanmış ve deneme bahçesine 3000 adet feromon yayıcı ağaçların farklı yönlerine ve ağaç tacının en üstteki 1/3'lük kısmındaki uygun dallarına bağlanmıştır. Deneme süresince ÇE bahçesindeki 10 adet feromon yayıcısının ölçümünde, bahçedeki ortalama feromon salım miktarının 61 mg saat<sup>-1</sup> yayıcı<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Hasat döneminde her bahçe için toplam 1000'er adet meyve üzerinden yapılmış ve ÇE ile İK bahçelerine ait ortalama kurtlanma oranları yıllara göre sırasıyla; %5.1-21.3 ve %4.8-20.1 olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda; çiftleşmeyi engelleme tekniğinin Kahramanmaraş ili cevizlerinde zararlı *C. pomonella*'ya karşı 1000 yayıcı ha<sup>-1</sup> dozunda, organik tarım ve entegre mücadele üretim çalışmalarında kimyasal mücadeleye alternatif bir yöntem olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ceviz; Elma içkurdu; *Cydia pomonella* L.; Çiftleşmeyi engelleme tekniği

### 1. Introduction

Anatolia is the germplasm center of walnut (*Juglans regia* L.) as well as many other fruit varieties. Having rich mineral and vitamine

sources, walnut is indispensable as a food. It is also a rich income source. Walnut can be cultivated all over the country. World shelled walnut production is 3.5 million tons in 2017. Turkey ranks fourth in the world with

215 000 tons (TUIK, 2018) of walnut production, ranking after China, USA and Iran, respectively. According to regions, Mediterranean and Middle Anatolia regions are at the first rank with 15% of the total production in Turkey. Western Black sea and Aegean regions follow with 14% production (Yavuz, 2012).

There are numbers of pest and diseases causing phytosanitary problems and crop loss in walnut plantations (Güçlü et al., 1995; Çevik, 1996; Göktürk, 2001; Ginzler, 2010; Canihoş et al., 2014; Anonymous, 2017). Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)] is one of the insect pests among them. This pest cause damage in apple, pear and quince as well as walnut and it is a key and economic pest for these fruits. The pest dispersed to the whole world except Japan and West Australia. Codling moth has 1 to 3 generations per year, varying from region to region (Canihoş, et al., 2014; Anonymous, 2017).

Numbers of studies were conducted on the biology, damage and management of Codling moth damaging apple and pear in Turkey and in the world until now but there are fewer studies on walnut (Cisneros and Barnes, 1974; Dindar, 1995; Dindar and Ecevit, 1996; Shorey and Gerber, 1996; Light et al., 2005; Anonymous, 2011; Zeki and Özdem, 2013; Canihoş et al., 2014; Demir and Kovanci, 2015; Anonymous, 2017). Larvae of Codling moth directly feeds on walnut fruit. The pest feed both inside and peel of the fruit. It causes yield loss because of nutlet drop and also reduces quality and market value of the crop. First instar larvae feed inside of the fruit. Second and third instar larvae generally feed on green peel of the fruit. Crop loss up to 20-50% may occur if no management strategy is applied (Zeki and Özdem, 2013; Canihoş et al., 2014; Anonymous, 2017). That kind of damage is undesirable for both growers and consumers.

Monitoring the adult population development and the management of Codling moth is conducted by sex pheromone traps and dispensers at the present time (Witzgall et al., 2008). Mating disruption is among these methods which is rather effective. In a study conducted in walnut orchard in California (USA), it is notified that Isomate-C dispensers were used in 1000 dispensers per ha and as a

result *C. pomonella* adult numbers were decreased 90% which shows mating disruption of the pest was an effective method for the management of the pest (Light et al., 2005). In an another study conducted in walnut orchards in Bursa, Turkey in 2012-2013 reported that they used *C. pomonella* dispensers as 1000 dispensers/ha dose and found out the average damage on fruit as 1.3% at the assessment during fruit harvest (Demir and Kovanci, 2015).

Over the past 50-60 years, agricultural techniques based on chemical application has been given importance in order to reduce the losses originating from plant health problems to a minimum level and to provide the nutrient needs of increasing human population in the world. But, these techniques brought some problems like high costs, the destroying of natural balance, environmental pollution, resistance and residue. In addition to these, clean nutrient demand of consumers necessitates the growers to give priority to alternative methods.

This study was conducted in two walnut orchards including Şebın, Yalova-4, Sütyemez-2 and Şebın varieties for the aim of determining the efficacy of mating disruption method as an alternative method to chemical application for the management of Codling moth (*C. pomonella*)-key pest of walnut orchards in Central district of Kahramanmaraş province in 2012-2013. According to the data obtained from this study, it is determined that mating disruption method will be useful for control of *C. pomonella* during organic production and for integrated pest management.

## 2. Materials and Methods

In the study of mating disruption technique for Codling moth [*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)], Isonet-C (Isomate C Plus®, Sumitomo Corporation, Turkey) pheromone dispensers [(E, E)-8,10-dodecadienol, n-dodecanol, n-tetradecanol 50%, (Z) -11-tetradecenyl acetate 50%] were used (Anonymous, 1999). Population dynamics of this pest was monitored by delta pheromone trap (Trece, pherocon CAP, Ca, USA).

Trial design was large parcel experimental design having two characters; (Mating



disruption (MD), Control (NP) no pesticide). Meteorological data such as air temperature, relative humidity (%), and wind velocity was obtained from I-Metos meteorology station (Pessl Instruments GmbH; Weiz; Austria) placed in the trial orchard. Studies were conducted in a 15 years old orchard located in Dereköy (Dulkadiroglu district) country of Kahramanmaraş province of Turkey in Sütcü İmam University Agriculture Faculty Nuts Research and Application Center (Altitude: 930 m, 37°35'27" North and 37°03'28" East) in 2012-2013. The orchard was covering with 3 ha including 573 trees and was established with cv. 'Şebin', 'Yalova-4' and 'Sütyemez-2' local Walnut varieties. The control plot was 0.5 ha including 96 trees and 550 m away from trial orchard. Şebin and Sütyemez-2 variety trees were 12 years old.

In order to monitor the adult population dynamics of *C. pomonella*, one sex pheromone trap in the NP orchard and two traps in the MD trial orchard were hanged on 16 April 2012 in the first year and on 08 April 2013 in the second year (Anonymous, 2011; 2018). Traps were hanged 1.5 m height to south direction of trees when the sum of effective temperature was reached to 80 degree-days (DD) starting from the biofix date 1<sup>st</sup> of January. The traps were checked two times a week until the first adult was caught. After the capture of the first adult, trap was checked weekly until harvest. The number of adults on the trap was counted and recorded in every check date. Isonet-C pheromone dispensers with 1000 dispensers/ha dose (5-6 dispensers tree<sup>-1</sup>) were loaded to the trial area within 1-3 days after the first adult was captured in traps. The dispensers were tied to the appropriate branches located in the upper 1/3 part of the trees at various directions (Anonymous, 1999; Light et al., 2005; Demir and Kovanci, 2015; Anonymous, 2018). The method applied one time throughout the year. Similar dose of dispensers were tied to the other trees excluding walnuts in the orchard (Femenia-Ferreri et al., 2007; Anonymous, 2011; Demir and Kovanci, 2015).

Assessment of the trial was done by counting the damaged and clean fruits among 1000 randomly selected ones (Anonymous, 2018). The damaged fruit rate in MD trial orchard was compared with 6% threshold while this rate was 2% for NP orchard (Anonymous, 2017; 2018).

For this aim, twenty trees having high yield were selected to conduct damage assessment counts from 4 different directions and from center of each orchard. A few days before harvest, 50 random fruits on each of 20 trees were checked to determine if damaged or clean. According to results of this study, the statistical analysis of fruit infection rates in 2012 and 2013 were calculated with Chi-square test via SPSS 23 Statistic Programme.

In order to determine the pheromone release amounts in Isonet-C dispensers, 10 of them were tied to a 1.5 m rope at intervals of 10 cm and then hanged on a suitable tree in the orchard. These dispensers were weighed weekly on assay balance starting from the beginning of the trial and continued to weigh until the end of the trial. Result was shown on a pheromon release graph. Throughout the trial, no chemical application was done at the MD orchard against walnut diseases and insect pests. As there was not any host plant like apple, pear and quince closer than 500 m to the trial orchard, a buffer zone was not constituted to avoid external infestations.

### 3. Result and Discussion

Isonet-C pheromone dispensers were tied to the trees with a 1000 dispensers ha<sup>-1</sup> dose 2 May 2012 in the first year and 30 April 2013 in the next year as one application throughout each year (Figure 1). In a study conducted in Spain, it was noted that pheromone dispensers of *C. pomonella* were applied only one time in a year and the dispensers released pheromone 143 days along (Femenia-Ferreri et al., 2007). In both trial years 3000 dispensers were used. While 2850 of them were tied to walnut trees, 150 of them were tied to trees around the trial orchard (Figure 1). A buffer zone against external contamination wasn't constituted because trial orchard was large enough and it was completely isolated. Moschos et al. (1998) reported that mating disruption technique should be applied at an isolated and large orchard in order to lower the negative effect of mated females flying from adjacent orchards. Infestation rates of *C. pomonella* in MD and NP orchards in 2012-2013 are shown in Table 1. A thousand fruit samples were checked both in MD and NP orchards to obtain rate of *C. pomonella* damage.





Figure 1. Isonet-C dispensers (a) and an applied dispenser (b) on a walnut tree

Table 1. Damage rate percentages of *Cydia pomonella* in mating disruption and control orchards in Kahramanmaraş in 2012-2013 (MD: Mating disruption, NP: no pesticide)

Years	Direction	Amount of fruit sampled		Amount of clean fruit		Amount of damaged fruit		Damage rate (%)	
		MD	NP	MD	NP	MD	NP	MD	NP
2012	East	207	207	197	158	10	49	4.8	23.6
	West	210	209	195	155	15	54	7.1	25.8
	North	204	204	195	171	9	33	4.4	16.1
	South	207	207	196	166	11	41	5.3	19.8
	Center	201	201	193	159	8	42	3.9	20.8
	Total	1029	1028	980	809	53	219	5.1	21.3
2013	East	201	202	191	172	10	30	4.9	14.8
	West	203	207	191	157	12	50	5.9	24.1
	North	203	205	194	159	9	46	4.4	22.4
	South	204	201	194	160	10	41	4.9	20.3
	Center	201	205	193	167	8	38	3.9	18.5
	Total	1012	1020	963	815	49	205	4.8	20.1

Average damages in MD and NP orchards were 5.1-21.3% and 4.8-20.1% in 2012 and 2013, respectively (Table 1; Figure 2b).

The lowest damage rate was 3.9% in the center of the MD trial orchard while the highest rate was 7.1% in the west part of the orchard at the direction of prevailing wind in the first year. The damage rates were between 3.9-5.9% in the second year (Table 1).

Although dispensers were applied 50 m width towards the prevailing wind in MD orchard, the highest damage rate (7.1-5.9%) was occurred at the west side of the orchard. This was because pheromone cloud above the orchard was dragged along to the inner part of the orchard by the wind blowing from the west. Ogawa (1997) revealed that pheromone release increased 13% but pheromone density at the top of the orchard but it was decreased at

50% when wind speed increased from 1.0 m to 2.5 m per second. Damage rates in MD orchard was lower than 6% -threshold value- in both years.

Acceptable damage threshold of mating disruption method for Grape berry moth (*Lobesia botrana*), Codling moth (*Cydia pomonella*) and Peach twig borer (*Anarsia lineatella*) is also reported as 6% in Turkey (Anonymous, 2018). It was reported that applied 1000 Isomate-C dispensers/ha in a walnut orchard in Bursa and average damage was found as 1.3% in 2012 and 2013 (Demir and Kovanci, 2015). In a study conducted by Light et al. (2005) in California (USA) walnut orchards, number of adult *C. pomonella* on traps decreased to 90% when 1000 Isomate-C dispensers were applied per ha and the researchers reported that mating disruption method was successful against *C. pomonella*.

As to similiar studies in abroad it is notified that MD method is more efficient when applied at least two years consecutively in the same area (Moschos et al., 1998; Kast, 2001). In the same way, damage rate of the second year was found lower than the first year in this study (Table 1). The statistical analysis of damage rates in MD and NP trial orchards are shown in Table 2.

As shown in Table 2, the difference between damage rates of MD and NP trial orchards is found statistically important (5% level) according to Chi-square test. During the two years' study, sexual attractant traps were hung in MD and NP trial orchards in order to monitor adult *C. pomonella* populations (Figure 1a). Adult flight graphs drawn by using the data obtained from these traps were shown in Figure 3. As shown in Figure 3, the first *C. pomonella* adults were captured on 29<sup>th</sup> of April in both years on pheromone traps. In a study

conducted in Çorum (Oğuzlar), Zeki and Özdem (2013) notified that first *C. pomonella* adults were caught on 21 April, 30 April and 01 May in 2007, 2008 and 2009 respectively. Similarly, it is reported that first *C. pomonella* adults were caught on the first half of May in Bursa walnut orchards in 2012-2013 (Demir and Kovanci, 2015). In a study conducted in California, first *C. pomonella* adults were caught in the beginning of May and flight of first adults lasted until the middle of May. According to this study, next generation adults emerged in June-July and August-September. The off springs mixed with each other and flight of adults ended in the second half of September (Anonymous, 2017). In this study, *C. pomonella* population on traps in MD orchard was lower than the population in NP orchard and also was under damage threshold. This situation showed that mating disruption method against *C. pomonella* was effective in Kahramanmaraş walnut orchards.



Figure 2. Pheromone trap of *Cydia pomonella* (a) damage on walnut fruit (b)

Table 2. Statistical analysis of *Cydia pomonella* damage rates in mating disruption applied and control orchards in Kahramanmaraş in 2012-2013 (Chi-square, MD: Mating disruption, NP: No pesticide)

Years	Characters of the trial		
	Analysis	MD	NP
2012	Average	10.6	43.8
	Variance	7.300	64.700
	Number of sampling	5	5
	S.D. [D.F.]	4	
	Chi-square	101.309*	
2013	Average	9.8	41
	Variance	2.200	59.000
	Number of sampling	5	5
	S.D. [D.F.]	4	
	Chi-square	95.811*	

\* = Significant (Alfa 5% level)

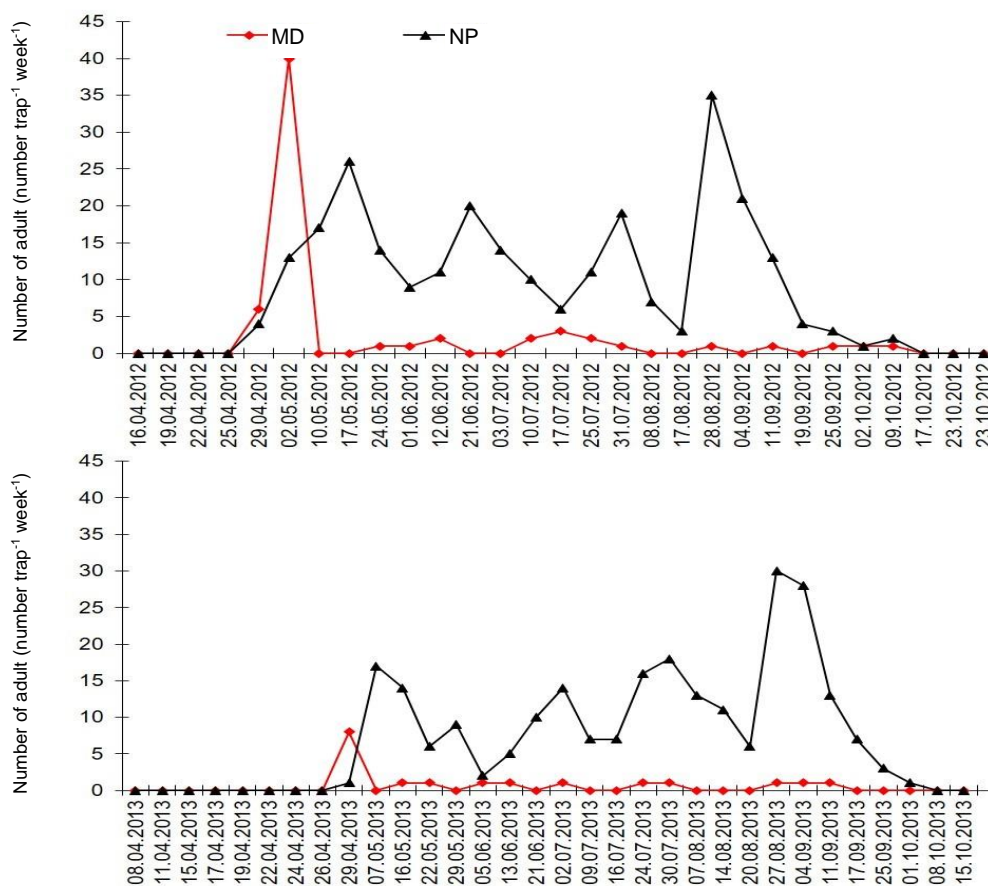


Figure 3. *Cydia pomonella* adult population dynamics in mating disruption and control walnut trial orchards in 2012-2013 (MD: Mating disruption, NP: No pesticide)

According to the results of various studies conducted in Turkey, 10-15 *C. pomonella* adult should be caught on pheromone traps weekly in order to decide the management of this pest (Anonymous, 2017; 2018). In this study conducted in Kahramanmaraş, number of adults caught on monitoring traps in 2012 were higher than 2013. Adults were caught between 29<sup>th</sup> of April and 9<sup>th</sup> of October in both years. In the first year of the study, 263 adults were caught in NP orchard while only 63 were trapped in MD orchard. Similarly in the second year (2013), totally 238 and 18 adults were trapped in NP and MD trial orchards respectively (Figure 3).

In order to determine the pheromone release rate ( $\text{mg week}^{-1}$ ) of Isonet-C dispensers, each year of this study, 10 dispensers were weighed in the laboratory and then hanged to a tree in the MD trial orchard. The weight of these dispensers were measured weekly until the end of the trial and the release rate graphs were

drawn by using this data (Figure 4). As shown in Figure 4, the beginning weight of 10 dispensers was 16.9 g in both years. 190 mg pheromone was loaded in each dispenser. This means that pheromone was 1.9 g and the rest 15 g was tare consisting wire and plastic. The final weight of 10 dispensers were 15.0 g in the days when the pheromone release ended on 04 September 2012 and 11 September 2013. The difference between final weight and tare was zero which shows that the pheromone loaded on 10 dispensers ( $1.9 \text{ g dispenser}^{-1}$ ) were released entirely during trial span of 125 and 134 days. Likewise, in a study conducted in California walnut orchard, Isonet-C pheromone dispensers were applied 1000 dispensers per ha and pheromone release span was 120 days (Anonymous, 2011; 2017). As to the study conducted in Kahramanmaraş, dispensers released pheromone for 125 days in 2012 between 2<sup>nd</sup> of May-4<sup>th</sup> of September and for 134 days in 2013 between 30 April-11 September (Figure 4).

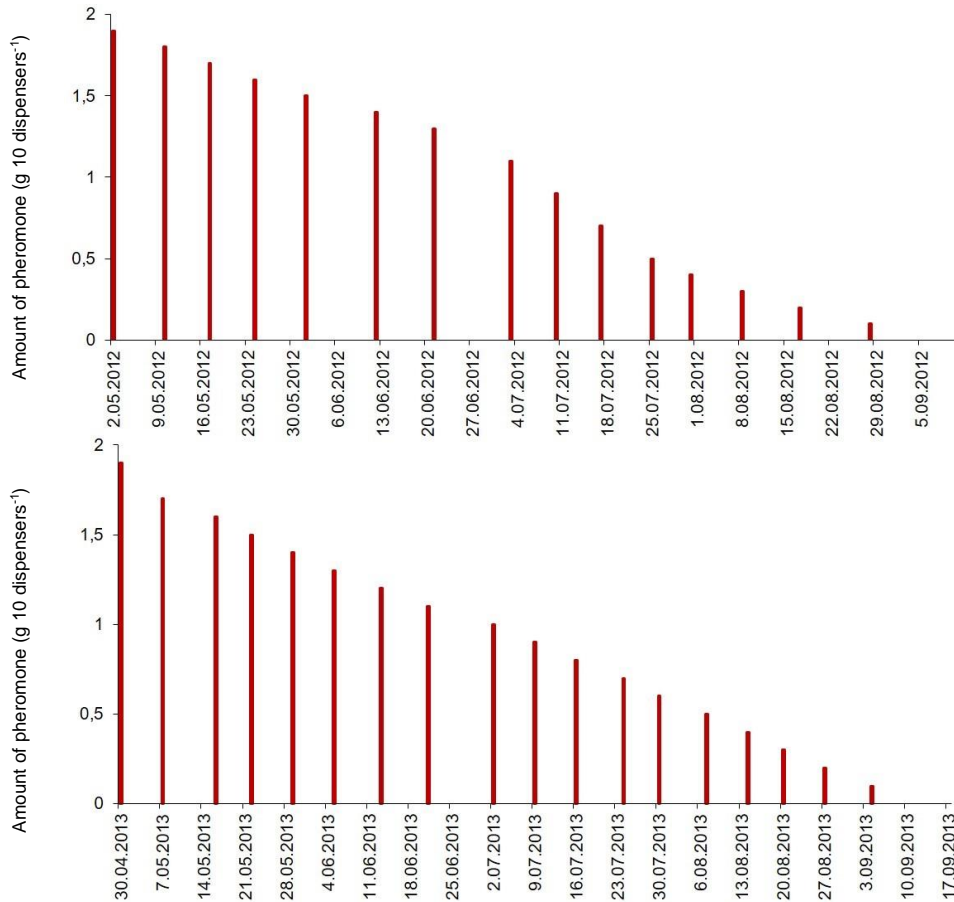


Figure 4. Pheromone release rates of Isonet-C dispensers in mating disruption trial orchard in 2012-2013

- Pheromone release amount averagely 130 days in both years was 1.9 g.
- Total pheromone release of 1000 dispensers in an hour is calculated as below:
- 1900 mg 130 days= 14.6 mg 10 dispensers<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> = 1.46 mg dispenser<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>
- 1.46 mg 24 hours<sup>-1</sup>= 0.060 mg dispenser<sup>-1</sup> hour<sup>-1</sup>
- 0.060 mg × 1000 dispensers ha<sup>-1</sup>= 60 mg 1000 dispensers<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> hour<sup>-1</sup>

Molinari and Cravedi (1992) notified that 20 mg ha<sup>-1</sup> hour<sup>-1</sup> release rate was an adequate rate but 70 mg ha<sup>-1</sup> hour<sup>-1</sup> pheromone release rate was reported more appropriate for larger and 4-5 m long trees. Similarly, reported that pheromone release rate of dispensers should be 1-2 g ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for an effective mating disruption. It is a known fact that crown of the tree and intensive leaf area play an important role for mating disruption method. Temperature and wind speed has a significant effect on pheromone release quality and amount during mating disruption studies (Neumann, 1993).

Depending on descending amount of pheromone, pheromone release rate decreases but this rate is balanced again with the increasing temperature. High wind speed decreases pheromone intensity at the roof of the orchard. High amount of mating is expected

in a still weather condition after such high speed wind which is a risk for the effectiveness of the MD method. Millar et al. (1997) emphasized that an ideal dispenser should not be effected by high temperatures, therefore should has a stable release that makes equal pheromone releases in any kind of weather condition.

Climate change graph drawn by using the data of 5 days interval air temperatures, air humidity and wind speed received from Hobo climate data logger in MD orchard is shown in Figure 5. Figure 5 shows that pentat temperature was 16.4°C and air humidity was 71.2% on 29 April 2012 on the day first adults of *C. pomonella* was trapped in MD orchard. First adults of second year were caught on 29 April 2013. Air temperature and air humidity were 21.5°C and 37.8% respectively.



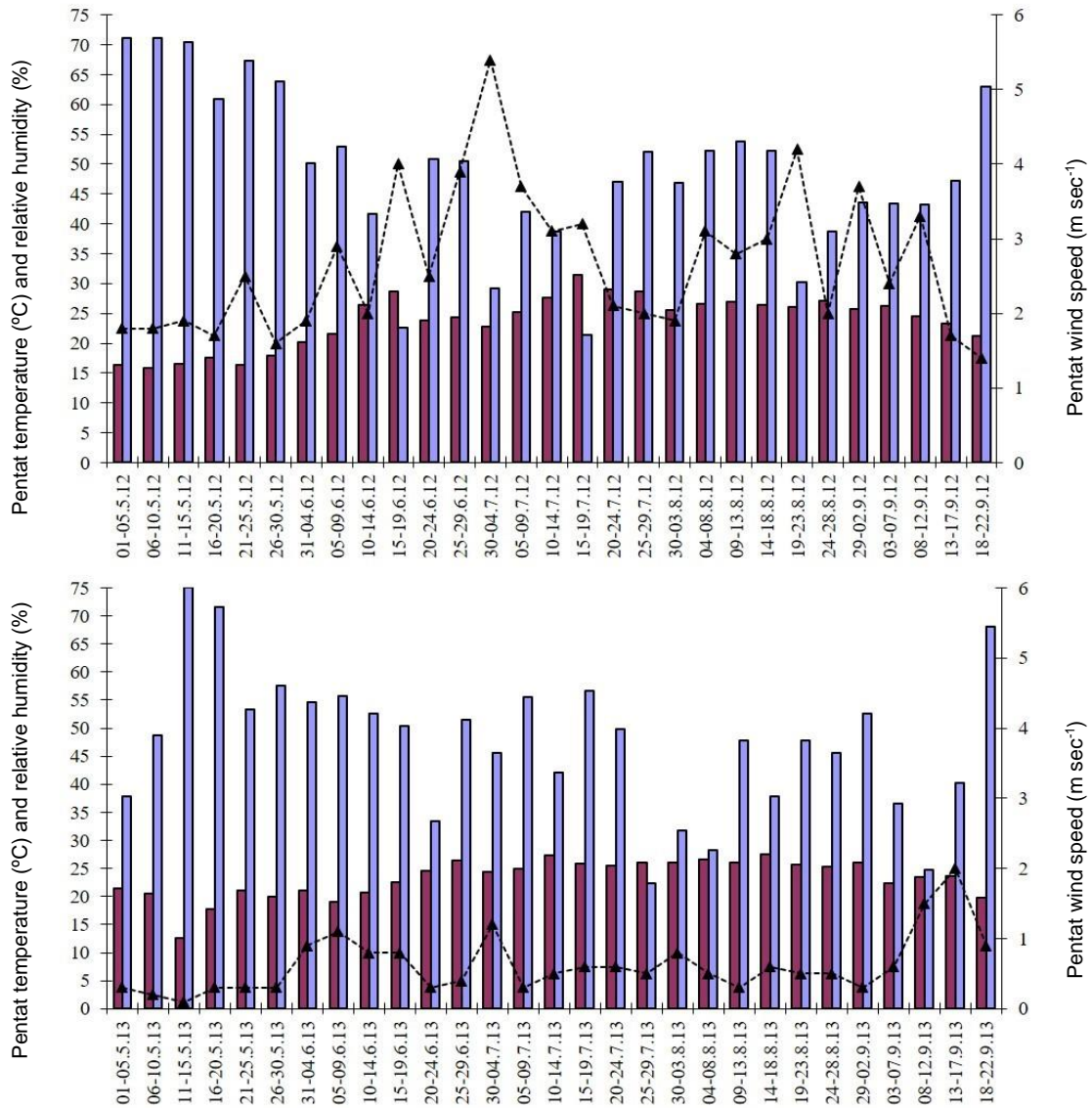


Figure 5. Climate data of the mating disruption trial orchard in Kahramanmaraş in 2012-2013

Development lower threshold and thermal constant of *C. pomonella* was reported as 10.0°C and 538-656 degree-days by Bodenheimer (1958). Similarly, development threshold of the pest is reported as 10.0°C and thermal constant for a single generation was reported as 619.0 degree-days in a study conducted in walnut orchard in California (Pitcairn et al., 1992).

Minimum and maximum temperatures calculated by five days intervals were 15.9-31.4°C and 12.6-27.5°C between 01 May and 22 September respectively while relative humidity values were 21.4-71.2% and 22.4-87.4% in the same period in 2012 and 2013. In

a study conducted by Demir and Kovancı (2015) in walnut orchards in Bursa, the fortnightly temperature values were reported to be 16.0-27.0°C during the period when *C. pomonella* adults were active in nature in May-October.

Average wind speed was 2.6 (1.4-5.4) and 0.6 (0.1-2.0) m sec<sup>-1</sup> in the same period of both years. As shown in Figure 5, the wind speed was above 2.5 m sec<sup>-1</sup> in the first year and below this value in the second year. The low efficacy of MD method calculated for the first year is thought to be the effect of high wind speed and unstable pheromone release caused by wind speed (Figure 4).

The key pest and diseases in MD trial walnut orchard in Kahramanmaraş were *C. pomonella* and walnut anthracnose (or walnut black spot) *Gnomonia leptostyla*. The other diseases were downy leaf spot (*Microstroma juglandis*), black pustular dieback of *Juglans* spp. (*Melanconium juglandinum*), Root and crown rot (*Phytophthora* spp.) and Leucostoma cancer (*Leucostoma cincta*). Other pests were reported as aphids (*Callaphis juglandis* and *Chromaphis juglandicola*), walnut blister mites (*Eriophyes tristriatus* and *Aceria erinea*), lace bugs (*Stephanitis pyri*), leopard moth (*Zeuzera pyrina*), yellow issid planthoppers (*Agalmatium flavescens*) and Walnut leaf miner (*Caloptilia roscipennella*) (Canihoş et al., 2014).

The significant pests and diseases were checked according to Plant Protection Technical Instruction. Cultural precautions were taken in the first place. In both years any plant health problem was confronted except key pests. For this reason, no plant protection application was done that can effect MD technique in the orchard. This was because of well air circulation in the orchard due to the appropriate row spacing, medium tree crown height, a well maintenance and appropriate climate conditions.

#### 4. Conclusion

The efficacy trial for Isonet-C mating disruption dispensers against *C. pomonella*, the key pest of walnut orchards in Turkey-was done in Kahramanmaraş walnut orchard. The method was tested for the first time in Turkey walnut orchards. As a consequence, 1000 dispensers ha<sup>-1</sup> was found adequate and efficient. In the study, the damage rate of *C. pomonella* in the chemical spray applicate control orchard was found high 21.3 and 20.1% in 2012 and 2013 while these values were in acceptable limits as 5.1 and 4.8% and was under 6%, the acceptable damage threshold for MD treatments.

According to these findings, when the residues, natural balance, human and environment health are taken into consideration, mating disruption method is concluded to be used successfully during organic walnut cultivation as an alternative of chemical control in integrated pest management studies.

#### Acknowledgements

This study is a part of TÜBİTAK-TOVAG (Project No: 111O652) titled; "Investigation of alternative methods for control of important disease and pests and some basic studies for Integrated pest management on walnut (*Juglans regia* L.)".

#### References

- Anonymous (1999). Pheromones (Coddling moth; *Cydia pomonella* L.). ShinEtsu, Shin-Etsu Chem. Co., Ltd., Tokyo, Japan, pp. 8-11.
- Anonymous (2011). Utah State University is an affirmative action/equal opportunity institution. ©2012 Utah State University Coddling Moth Mating Disruption. <http://utahpests.usu.edu>. Accessed date: 15 May 2017.
- Anonymous (2017). UC IPM Pest Management Guidelines: Walnut, Coddling moth, *Cydia pomonella* (Reviewed 7/17, updated 7/17). UC ANR Publication 3471, UC IPM Online Statewide Statewide Integrated Pest Management Program, Agricultural and Natural Resources University of California. [www.ipm.ucanr.edu](http://www.ipm.ucanr.edu). Accessed date: 22 October 2017.
- Anonymous (2018). Bitki Zararlıları Standart İlaç Deneme Metotları (Meyve Zararlıları; Elma içkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lep.: Tortricidae)] Çiftleşmeyi Engelleme Tekniği Standart Deneme Metodu). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, (157 p.), pp. 51-53.
- Bodenheimer, F.S. (1958). Türkiye'de Ziraate ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüt. Bayur Matbaası, Ankara (347 p.), pp. 56-82.
- Canihoş, E., Öztürk, N., Sütyemez, M., Demiray, S.T., & Hazır, A. (2014). Ceviz. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (Tübitak) Tarım, Ormançılık ve Veterinerlik Araştırma Grubu Yayını (69 p.), pp. 54-68.
- Cisneros, F.H., & Barnes, M.M. (1974). Contribution to the biological and ecological characterization of apple and walnut host races of coddling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.): moth longevity and oviposition capacity. *Environmental Entomology*, 3:402-406.
- Çevik, T. (1996). Orta Anadolu Bölgesi ceviz ağaçlarında zararlı ve faydalı faunanın tespiti üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 36(1-2):55-72.
- Demir, P., & Kovancı, O.B. (2015). Ceviz bahçelerinde Elma içkurdu [*Cydia pomonella* L.] (Lepidoptera: Tortricidae) ile mücadelede alternatif yöntemlerin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(4):277-304.
- Dindar, İ. (1995). *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Cevizdeki Biyo-Ekolojisi ve Zararı Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.



- Dindar, İ., & Ecevit, O. (1996). *Cydia pomonella* L. (Lep.: Tortricidae)'nin cevizdeki biyolojisi ve zararı üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 692-699.
- Femenia-Ferreri, B., Bosch, D., Moya, P., Avilla, J., & Primo, J. (2007). Field assays of a new biodegradable controlled-release pheromone dispensers for mating disruption of *Cydia pomonella* (L.). *IOBC/Wprs Bulletin*, 30:107-114.
- Ginzel, M.D. (2010). Walnut Insects: Ecology and control. *Encyclopedia of Pest Management*, 1(1):1-3.
- Göktürk, T. (2001). Artvin'de Ceviz Ağaçlarında Zarar Yapan Böcekler. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu, 5-8 Eylül 2001, Tokat, 240-248.
- Güçlü, Ş., Hayat, R., & Özbek, H. (1995). Erzurum ve çevre illerinde ceviz (*Juglans regia* L.)'de bulunan fitofag böcek türlerinin tespiti üzerine araştırmalar. *Türk Entomoloji Dergisi*, 19(2):137-145.
- Kast, W.K. (2001). Twelve years of practical experience using mating disruption again *Euopoeecilia ambiguella* and *Lobesia botrana* in vineyards of the Wuerttemberg region, Germany. *IOBC/Wprs Bulletin*, 24(2):71-73.
- Light, D., Knight, A., Cross, J., & Ioriatti, C. (2005). Kairomone-augmented mating disruption control for Codling moth in Californian walnuts and apples. *Bulletin OILB/SROP*, 28(7):341-344.
- Millar, J.G., Mcelfresh, J.S., & Rice, R.E. (1997). Technological problems associated with use of insect pheromones insect management. *IOBC/Wprs Bulletin*, 20(1):25.
- Molinari, F., & Cravedi, P. (1992). The use pheromones for the control of *Cydia molesta* (Busck) and *Anarsia lineatella* Zell. in Italy. *Acta-Phytopathologica-et-Entomologica - Hungarica*, 27(1-4):443-447.
- Moschos, T., Broumas, T., Souliotis, C., Tsourgianni, A., & Kapoathanassi, V. (1998). Experiment on the control of the European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Lep.: Tortricidae) with the mating disruption method in the area of Spatha Atikti, Greece. *Annals of the Institute of Phytopathology Benaki*, 18:81-95.
- Neumann, U. (1993). How to achieve better results with the mating disruption technique. *IOBC/Wprs Bulletin*, 16(10):19-25.
- Ogawa, K. (1997). The key to success in mating disruption. Technology transfer in mating disruption. *IOBC/Wprs Bulletin*, 20(1):19-25.
- Pitcairn, M.J., Zalom, F.G., & Rice, R.E. (1992). Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environmental Entomology*, 21(3):441-446.
- Shorey, H.H., & Gerber, R.G. (1996). Use of puffers for disruption of sex pheromone communication of Codling moths (Lepidoptera: Tortricidae) in walnut orchards. *Environmental Entomology*, 25:1398-1400.
- TUIK (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>. Accessed date: 31 March 2018.
- Witzgall, P., Stelinski, L., Gut, L., & Thomson, D. (2008). Codling moth management and chemical ecology. *Annual Review of Entomology*, 53:503-522.
- Yavuz, G.G. (2012). Sert kabuklu meyveler, ceviz. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliřt. Enst., *Tepge Bakış*, 14(5):4-7.
- Zeki, C., & Özdem, A. (2013). Ceviz bahçelerinde Elma içkurdu [(*Cydia pomonella* L.) (Lep.: Tortricidae)] mücadelesinde tahmin ve uyarı sisteminin oluşturulmasına yönelik çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(3):127-140.

## Çukurova koşullarında farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun biyokütle verimine ve yem kalitesine etkileri

Muammer DÜNDAR<sup>1</sup> Celal YÜCEL<sup>2</sup> Mustafa ÜNLÜ<sup>1</sup> Aylin OLUK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

<sup>2</sup> Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak

<sup>3</sup> Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: celalyucel1@gmail.com

ORCID:0000-0001-6792-5890

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1):86-94

doi: 10.16882/derim.2020.689049

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 13.02.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 27.04.2020



### Öz

Araştırma, Çukurova koşullarında farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun biyokütle verimine ve yem kalitesine etkilerini saptamak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada M81-E tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2017 yılında 2. ürün koşullarında (Haziran-Ekim), tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, bitki gelişim dönemleri boyunca 4 farklı sulama suyu düzeyleri, %100 sulama (I<sub>1</sub>), %75 sulama (I<sub>2</sub>), %50 sulama (I<sub>3</sub>) ve %25 sulama (I<sub>4</sub>) uygulanmıştır. Sulamalar, 7 günlük aralıklarla ölçülen A sınıfı buharlaşma kabı (Class A-pan) değerlerine göre yapılmıştır. Araştırmada, deneme konularına toplam 227.8 ile 479.6 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Hasat, salıkındaki tanelerin süt-hamur olum arası dönemde yapılmıştır. Biyokütle veriminin saptanmasının yanı sıra hasat edilen bitkiler ile silaj yapılmış olup silaj kalite özellikleri de saptanmıştır. Araştırma sonucunda biyokütle (hasıl) veriminin sulama düzeylerine göre 8733 ile 13300 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ayrıca en yüksek verimin I<sub>1</sub> ve en düşük verimin ise I<sub>4</sub> sulama düzeylerinde gerçekleştiği saptanmıştır. Uygulanan farklı su düzeylerinin, silajların başlıca kalite özelliklerinden olan nötral deterjan lif (NDF), ham protein (HP) oranı, ham kül (HK), kuru madde alımı (KMA) ve nispi yem değeri (NYD) üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tatlı sorgum; Sulama düzeyleri; Biyokütle; Yem; Kalite

### The effects of different irrigation water levels on the biomass and forage quality of sweet sorghum in Çukurova condition

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of different irrigation water levels on the biomass yield and forage quality. M81-E sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotype was used as the plant material for the study. Field experiments were conducted at the experimental fields of Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, in 2017 and second-crop conditions (June-October) in a randomized complete blocks design (RCBD) with 3 replications. In the experiment, 4 different irrigation levels 100% (I<sub>1</sub>), 75% (I<sub>2</sub>), 50% (I<sub>3</sub>) and 25% (I<sub>4</sub>) were applied during plant development periods. Irrigation was done according to the Class-A pan evaporation values measured at 7-day intervals. In this research, total irrigation water was applied to the experimental treatments between 227.8 and 479.6 mm. Harvest was performed between milk and soft dough stages. In addition to the determination of biomass yield, whole plant was ensiled and silage quality attributes were also determined. As a result of the research, according to irrigation levels applied; biomass yield ranged between 8733 and 13300 kg da<sup>-1</sup>, and the highest yield was found at I<sub>1</sub> and the lowest yield at I<sub>4</sub> treatments. Besides, it has been determined that different irrigation water levels have statistically significant effect on neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP) ratio, crude ash (CA), dry matter intake (DMI), and relative feed value (RFV) amongst the main quality characteristics of silage.

**Keywords:** Sweet sorghum; Irrigation levels; Biomass; Fodder; Quality

### 1. Giriş

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, yeni çevresel faktörleri beraberinde getirmektedir. Kurak ve yarı kurak alanlarda şiddetli kuraklık,

muhtemel küresel sıcaklık artışı, düzensiz yağış rejimi gibi faktörlerin bitkisel üretimi etkileyeceği bildirilmektedir. Sorgum, kök yapısı nedeniyle kurağa dayanıklılığı ve kurak koşullarda mısıra göre daha iyi performans göstermesi nedeniyle,

yarı kurak koşullarda stresten dolayı mısırın bırakmış olduğu alanları doldurmaktadır (FAO, 2011).

Kuraklık stresi, bitkisel üretimi etkileyen birçok çevresel streslerden biri olmakta ve Dünyada verimi %50'den fazla azalttığı bildirilmektedir (Boyer, 1982). Dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştirilen sorgumdan maksimum verim elde edilebilmesi için yeterli suyun sağlanamaması, sorgumun biyokütlesinde ve şeker verimlerinde düşüşler olmaktadır (Habyarimana vd., 2004). Topraktaki su stresinin, bitkinin erken dönemlerinde önemli düzeyde su kullanım etkinliğini azalttığını, fakat geç gelişme dönemlerinde ise su kullanım etkinliği üzerinde önemli etkide bulunmadığı bildirilmektedir (Mastrorilli vd., 1999). Şiddetli kuraklık stresi, sorgumda ışık engellemesine neden olmakta, su kullanım etkinliğini ve biyokütleyi düşürmektedir (Tingting vd., 2010). Bitkinin dokularındaki su dengesi ile gelişimi arasında doğrudan ilişki olduğu bilinmektedir. Su stresi durumunda, bitkilerdeki fizyolojik süreçler bozulmakta, bitki büyümesi ve sonrasında verim etkilenmektedir. Düşük miktarda su kullanarak, atmosferdeki CO<sub>2</sub>'yi şekere dönüştüren sorgum bitkisi biyoenerji üretiminde umut verici olarak da bilinmektedir (Reddy vd., 2007).

Sorgum bitkisi, kısa periyotta daha düşük su stresini tolere edebilmektedir, ancak uzun dönemde ciddi stres altında kaldığında bitki gelişimini ve verimi etkileyebilen sorunlarla karşılaşmaktadır. Çiçeklenme periyodundan sonra ortaya çıkan su eksikliğinin, ilk hasattaki ürün miktarını etkilediği bildirilmektedir (Abdel-Matagaly, 2010). Kuraklık stresi, değişik bitkilerde yaprak sıcaklığı, yaprak klorofil içeriği, stoma iletkenliği, solunum ve fotosentez gibi fizyolojik olayları etkilemektedir (Silva vd., 2007). Küresel iklim değişikliği nedeniyle su kit ve değerli kaynak haline gelmekte ve bu nedenle sorgum son derece değerli bir yem kaynağı olmaktadır. Şeker (tatlı) sorgum az miktarda gübre ve su kullanımının yanı sıra, yüksek miktarda biyokütle veriminin elde edilmesi ve farklı koşullara kolay adaptasyon yeteneği gibi özellikleri ile önemli bir tarımsal ürün konumuna gelmiş bulunmaktadır. Sorgum bitkisi direkt olarak silaj yapılabildiği gibi, etanol elde etmek amacıyla özsuyu alınmış olan saplarının da (posa) silaj yapılarak hayvan beslemede kullanılabileceği bildirilmektedir

(Yücel vd., 2018). Ancak kuru madde veriminin ve yem kalite parametrelerinin sulama rejimlerinden, bitki sıklığından ve çeşit farklılığından önemli derece etkilendiği bildirilmektedir (Jahanzad vd., 2013). Sorgum, Dünyadaki birçok kurak ve yarı kurak bölgede, diğer yem bitkilerine göre avantajları nedeniyle, giderek daha önemli bir yem bitkisi haline gelmektedir (Zerbini ve Thomas, 2003).

Bu araştırma, Çukurova ekolojik koşullarında buğday hasadından sonra yazlık ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı su düzeylerinin hasıl (biyokütle) verimi ve bazı silaj kalite parametrelerine etkisini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) M81E çeşidi (ABD orijinli) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Yörede Akdeniz iklimi hüküm sürmekte olup; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Deneme alanında bulunan istasyondan alınan çok yıllık gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 18.8°C; en soğuk ay 9.4°C ile Ocak, en sıcak ay ise 28.0°C ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama yağış değeri ise 646 mm'dir. Yağış dağılımı homojen olmayıp genellikle kış aylarında düşmektedir. Ortalama yıllık oransal nem %66, yıllık buharlaşma 1308 mm, rüzgâr hızı 2.0 m sn<sup>-1</sup> dolayındadır. Mutlu serisine giren deneme alanı toprakları, düz ve düze yakın topoğrafyada yer alırlar. Yüksek oranda şişme özelliği taşıyan ince kil içeren bu topraklar kireççe orta derecede zengin ve koyu kırmızımsı kahverengindedirler. Kil oranı her zaman %50'den fazla olan bu toprakların kurak aylarda, 2-4 cm genişliğinde ve 150 cm'den daha derin çatlaklar oluşturdukları gözlenmiştir (Özbek vd., 1974).

Denemede kullanılan sulama suyu, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Araştırma

ve Uygulama Çiftliğinden geçen DSİ sulama kanalından sağlanmıştır. Denemede can suyu amacıyla yapılan sulamalarda yağmurlama yöntemi kullanılmıştır. Damla sulama sisteminin kurulmasından sonra konulu sulamalara başlanmıştır. Damla sulama sisteminde her bitki sıra arasına bir lateral yerleştirilmiştir. Sistemin denetim biriminde; basınç düzenleyicisi, kum tankı, mesh filtre, manometre, vana ve su sayacı yer almıştır. İletim biriminde ise ana boru, yan boru (monifold), lateraller ve damlatıcılar kullanılmıştır. Sistemde 16 mm çapında PE lateral borular ve damlatıcı debileri 2 atmosfer basınçta 4 L h<sup>-1</sup> su verecek biçimde seçilmiştir. Damlatıcı aralığı toprak özellikleri ve damlatıcı debisine göre belirlenmiştir. Bu amaçla, damlatıcı aralığı deneme alanı topraklarının önceden [Yavuz \(1993\)](#) tarafından belirlenmiş olan kararlı infiltrasyon hızı (I=4.5 mm h<sup>-1</sup>) dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik ile bulunmuştur.

$$Sd = 0.90 \sqrt{q/I} \quad (1)$$

Eşitlikte; Sd: Damlatıcı aralığı (m), q: Damlatıcı debisi (L h<sup>-1</sup>), I: Toprağın kararlı infiltrasyon hızı (mm h<sup>-1</sup>)'dir.

Sulama suyu hesabı için [Kanber \(1984\)](#)'de verilen esaslardan yararlanılarak açık su yüzeyi buharlaşması değerleri kullanılmıştır.

$$I = A \times E_{pan} \times K_{cp} \times P \quad (2)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu miktarı (L), A: parsel alanı (m<sup>2</sup>), E<sub>pan</sub>: sulama aralıklarındaki yığılımlı buharlaşma (A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma, mm), K<sub>cp</sub>: bitki-pan katsayısı, P: örtü yüzdesi (%)'dir. P değeri, bitki taç genişliğinin bitki sıra aralığına bölünmesi ile hesaplanmıştır. P için bitki gelişme süresi boyunca örtü yüzdelere göre değişen değerler kullanılmıştır. P değeri %70'e ulaştığında ise anılan değer sulama sezonu boyunca sabit olarak alınmıştır ([Kanber ve Güngör, 1986](#)).

## 2.2. Yöntem

Çizelge 1. Deneme konuları ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları

Konu	Özellik	Sulama suyu miktarı (mm)
I <sub>1</sub>	Epan değerinin %100'nün uygulandığı konu	479.6
I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub> konusunun %75'nin uygulandığı konu	395.7
I <sub>3</sub>	I <sub>1</sub> konusunun, %50'nin uygulandığı konu	307.8
I <sub>4</sub>	I <sub>1</sub> konusunun %25'nin uygulandığı konu	227.8

Tarla denemeleri, 2. ürün koşullarında (Haziran ayının 2. haftasında) 2017 yılında buğday hasadını takiben yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimlerde her uygulama 4 sıra, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde planlanmıştır. Ekimden önce dekara 7 kg saf azot (N), 7 kg saf fosfor (P) gelecek şekilde taban gübresi kullanılmıştır. Bitki diz boyu (40-50 cm) olduğunda ikinci defa dekara yine 7 kg saf azot (N) verilmiştir. Deneme parsellerinde mibzer ile kuruya ekim yapıp, çıkışlar için yağmurlama sulama uygulanmıştır. Vegetasyon süresince ihtiyaç duyulan dönemlerde sulama yapılmıştır.

Biyokütle ve etanol verimleri için bitkilerin hasadı, salkımlarındaki tanelerin süt olum ile hamur olum arasındaki dönemde yapılmıştır. Hasatta, parsel başlarında 0.5 m kenar tesiri atıldıktan sonra ortadaki 2 sıra hasat (2 x 0.7x4=5.6 m<sup>2</sup>) edilip, biyokütle verimleri saptanmıştır. Hasat sırasında, her parselde ortadaki 2 sıradan 2'şer bitki tesadüfü olarak seçilmiş ve silaj yapılmıştır.

### 2.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve deneme konuları

Deneme parsellerinde toprak nem ölçümleri sulamalardan önce ve hasatta gravimetrik yöntem ile etkili kök bölgesine kadar her konuda ayrı ayrı yapılmıştır. İlk sulama 120 cm toprak profilindeki elverişli su kapasitesi %50 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut su içeriğini tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalar ise 7 günlük aralıklarla A sınıfı buharlaşma kabı (Class A-pan) değerlerine göre yapılmıştır. Çalışmada dört farklı bitki-pan katsayısı (K<sub>cp1</sub>= 1.00, K<sub>cp2</sub>= 0.75, K<sub>cp3</sub>= 0.50, K<sub>cp4</sub>= 0.25) kullanılmıştır. Konular, 3 yinelemeli olarak tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Böylece, denemede 4 konu için 12 parsel oluşturulmuştur. Çalışmada oluşturulan deneme konuları ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları, Çizelge 1'de verilmiştir.

### 2.2.2. Bitki örneklerin hazırlanması ve kimyasal analizler

Hasat sırasında her parselden tesadüfi olarak 2'şer bitki seçilmiş olup silaj yapılmak üzere kullanılmıştır. Seçilen 2'şer bitki (yaprak-sap ve salkımlı) yaprak dal öğütme makinesinde 3-5 cm boyutlarından parçalanarak silaj yapımına hazır hale getirilmiştir. Silaj yapılmak üzere parçalanmış bitkisel materyalden her parsel için 2 adet 1 kg yaş örnek (2 paralelli) özel plastik torbalar (kalınlığı 110 mikron veya daha fazla) içerisine yerleştirilerek ve Crompack vakum cihazı ile içerisindeki oksijen %99.9 oranında alındıktan sonra otomatik olarak yapılandırılıp kapatılarak silolama işlemi gerçekleştirilmiştir. Vakumlanan silaj materyali etiketlenerek oda koşullarında muhafaza edilmiş ve 60 gün, silaj kalite analizlerinin yapılması için bekletilmiştir. Açılan örneklerde pH ölçüldükten sonra 500 g yaş materyal alınıp kurutulması için kese kâğıtlarına konularak kurutma dolabında 60°C derecede 48 saat veya daha fazla bir sürede ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulduktan sonra tartılıp, kuru madde (KM) içeriği saptanmıştır. Tüm uygulamalar için hazırlanmış olan örnekler, kurutulup tartıldıktan sonra, örneğin tamamı 1-2 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazırlanmıştır. Örneklerin azot (N) içeriğinin belirlenmesinde Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Ham protein oranı ise Nx6.25 formülü ile belirlenmiştir (AOAC, 1990). Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve ADL içerikleri Van Soest vd. (1991) tarafından açıklanan yöntemle göre ANKOM lif analiz cihazı (Fiber analizör) ile saptanmıştır. Sindirilebilir kuru madde oranı (SKMO), kuru madde alımı (KMA) ve nispi yem değeri (NYD) Schroeder (1994) tarafından açıklanan formüle göre hesaplanmıştır.

SKMO=88.9-(0.779x%ADF); KMA=120/%NDF. Örneklerin nispi yem değerleri ise, NYD=(%SKMO X %KMA)/1.29 eşitliğine göre hesaplanmıştır. Net Enerji (NEL) (Mcal kg<sup>-1</sup>) =1.892-(0.0141\*ADF) formülünden hesaplanmıştır. Sonuçlar, JMP istatistik programında, tesadüf blokları deneme deseninde analiz edilmiş olup, önemli çıkan ortalamalar, LSD (0.05)'e göre gruplandırılmıştır (Yurtsever,1984).

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Biyokütle verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Farklı su düzeylerinin biyokütle verimi üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu, biyokütle veriminin 8733 ile 13300 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek biyokütle verimi I<sub>1</sub> sulama konusundan elde edilirken, en düşük verim ise I<sub>4</sub> sulama konusundan elde edilmiştir. Diğer konuların verimlerinde ise uygulanan su düzeyine bağlı olarak azalmalar saptanmıştır (Çizelge 2). Almodares vd. (2013), İran (İsfahan) koşullarında farklı sulama aralıkları baz alınarak (7, 10, 14 ve 21 gün) ile yapmış oldukları çalışmada, en yüksek biyokütlenin 5650 kg da<sup>-1</sup> ile 7-10 gün sulama aralığında elde edildiğini bildirmişlerdir. Kaplan vd. (2019), artan sulama düzeylerinde verimin arttığı, ancak kalite değerlerinde azalma olduğunu bildirmektedir. Sınırlı sulama koşullarında kuru madde (KM) veriminin azaldığı, sindirilebilir kuru madde (SKM) veriminin arttığı bildirilmektedir (Caravetta vd., 1990). Yücel vd. (2018), Çukurova'da sulamalı koşullarda biyokütle veriminin genotiplere bağlı olarak 8340 ile 21491 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini saptamışlardır.

Çizelge 2. Farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun verim ve bazı özellikleri üzerine etkisi

SD	Biyokütle verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Bitki boyu (cm)	Sapın çapı (mm)	Sap/Yaprak oranı	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	HK (%)
I <sub>1</sub>	13300 a <sup>x</sup>	368.3 a	25.73	8.12 a	40.19 b	27.07	6.52	4.94 c
I <sub>2</sub>	11967 ab	344.5 a	21.40	7.38 ab	38.60 b	27.10	6.06	5.68 a
I <sub>3</sub>	9600 bc	295.3 b	20.73	6.50 bc	45.13 a	28.82	5.95	5.22 b
I <sub>4</sub>	8733 c	268.7 b	20.33	5.70 c	40.50 b	24.22	5.49	5.50 b
Ortalama	10900	319.2	22.05	6.92	41.11	26.80	6.01	5.30
CV (%)	12.44	6.76	10.7	11.37	4.62	6.94	13.07	2.95
Önemlilik	*	**	ÖD	*	*	ÖD	ÖD	**

\*, \*\* ve ÖD, sırasıyla %1, %5 düzeyinde önemli ve önemli değil.

<sup>x</sup> Aynı sütun içinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre P ≤ 0.05 hata sınırları içinde birbirinden önemli derecede farklı değildir.

NDF: Nötral deterjan lif, ADF: Asit deterjan lif, ADL: Asit deterjan lignin, HK: ham kül.



### 3.2. Bitki boyu (cm)

Farklı su düzeylerinin bitki boyu üzerine istatistiki olarak önemli etkisi olduğu saptanmıştır. En yüksek bitki boyu I<sub>1</sub> sulama konusunda 388.5 cm olarak belirlenirken, en düşük bitki boyu ise I<sub>4</sub> sulama konusunda 283 cm olarak saptanmıştır. I<sub>1</sub> ile I<sub>2</sub> ve I<sub>3</sub> ile I<sub>4</sub> sulama konuları istatistiki olarak aynı gruplarda yer almışlardır. I<sub>2</sub> konusunda 352.6 cm ve I<sub>3</sub> konusunda ise 307.5 cm bitki boyları ölçülmüştür (Çizelge 2). Bitki boyu yüksek olan genotiplerin saplarının da kalın olduğu ve birim alandaki verimlerinin de yüksek olduğu bildirilmiştir (Yücel vd., 2018). İyanar vd. (2010), bitki boyu ile biyokütle verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler saptamışlardır. Tatlı sorgum, uygun koşullarda 4-5 ay gibi yetiştirme süresinde 4.5 m'ye kadar boylanmaktadır (Subramanian, 2013; Dweikat, 2014).

### 3.3. Sap çapı (mm)

Farklı su düzeylerinin bitki sap çapı üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığı saptanmıştır. Farklı sulama uygulamaların ortalamasının 22.05 mm olduğu ve sulama suyu miktarının azalmasına paralel olarak sap çapının da düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Tatlı sorgumun sap çapının 8-27 mm arasında değiştiği bildirilmektedir (Subramanian, 2013; Yücel vd., 2018). Bitki boyu yüksek genotiplerin aynı zamanda sap çaplarının da yüksek olduğu görülmektedir.

### 3.4. Sap-yaprak oranı

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sap/yaprak oranı (S/Y) bakımından farklı sulama düzeylerinin istatistiki olarak önemli olduğu ve farklı gruplarda yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 2). En yüksek sap/yaprak oranı I<sub>1</sub> ve en düşük S/Y oranı I<sub>4</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Sulama miktarının artması yani istenilen su miktarının bitki tarafından alınması, buna paralel olarak bitkilerin daha fazla gelişmesi ile bitkilerin sapları daha kalın olmakta ve sap oranı da buna paralel olarak da artmaktadır. Sorgumda su stresi koşullarında yaprak alanı azalmaktadır (Munamava vd., 2001). Yapraklar bitkinin fotosentez yapması bakımından önemli ve ayrıca yaprak oranının fazla olması yem kalitesi açısından da önemlidir. Selüloz ve lignin gibi hücre duvarı bileşenlerinin yapraklara göre

sapta daha yüksek oranda bulunduğu, bu bileşenlerin yemin sindirimi ile negatif ilişkilerinin olduğu bildirilmektedir (Aman, 1993; Hatfield, 1993).

### 3.5. Hücre çeperi bileşenleri

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, hücre çeperi bileşenleri bakımından farklı sulama düzeylerinin yalnızca nötral deterjan lif (NDF) oranı üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu, asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) bakımından istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 2). Nötral deterjan lif oranı %38.60-%45.13 arasında değiştiği, en yüksek değerin I<sub>3</sub> sulama konusunda saptandığı, diğer uygulamaların istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. Asit deterjan lif (ADF) oranı %24.22-%28.82 arasında değiştiği, NDF değerinde olduğu gibi I<sub>3</sub> uygulamasının ADF değerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. NDF değeri yüksek olan yemlerin ADF değerlerin de yüksek olması beklenmektedir. Bilindiği gibi NDF ile ADF arasında önemli ve olumlu ilişkiler mevcuttur. ADL oranının %5.49-%6.52 arasında değiştiği ve uygulamalar istatistiki olarak önemli olmamasına rağmen, sulama suyu miktarının azalmasına paralel olarak ADL değerlerinin de azaldığı saptanmıştır (Çizelge 2). Tatlı sorgumun ortalama NDF değerinin %32.6-%54.9 arasında değiştiği bildirilmektedir (Gomes vd., 2006; Machado vd., 2012; Neto vd., 2017). Sulama seviyelerinin ham lifleri arttırdığı bildirilmiştir (Sasani vd., 2004; Tahir vd., 2014). Kurak koşulların, sapların hücre duvarı bileşenlerinin içeriğini azaltmaktadır (McKinley vd., 2018; Perrier vd., 2017). Yemlik sorgum çeşitlerinin yetiştirildiği kurak koşulların, NDF ve ADF konsantrasyonunun azalmasına, HP, SKM, suda çözünür karbonhidratlar (SÇK) konsantrasyonunun artmasına yol açtığı bildirilmektedir (Jahanzad vd., 2013; Newman, 2014). Amaducci vd. (2000), iyi sulama koşullarında yetiştirilen bitkilerin, su eksikliği çeken bitkilere kıyasla daha fazla lignin biriktirdiğini, aynı şekilde ek sulamanın sorgum bitkisinin fazla gelişmesine katkı sağlaması nedeniyle yemin sindirimini azalttığını belirtmişlerdir. Yem bitkilerin bazı kalite parametreleri olan SÇK, HP, ADF ve NDF değerlerinin, sınırlı sulama koşullarında arttığı ve SKM oranının azaldığı bildirilmektedir (Seif vd., 2016).



Çizelge 3. Farklı su düzeylerinin tatlı sorgumun bazı yem kalite özellikleri üzerine etkisi

SD	HPO (%)	pH	KMO (%)	SKMO (%)	KMA (%)	NYD	NEL (Mcal kg <sup>-1</sup> )
I <sub>1</sub>	4.26 b	3.33	31.40	67.81	3.01 a	157.7 a	1.510
I <sub>2</sub>	4.62 b	3.28	27.97	67.79	3.13 a	164.5 a	1.510
I <sub>3</sub>	4.87 b	3.31	27.84	66.45	2.66 b	137.0 b	1.485
I <sub>4</sub>	5.86 a	3.45	29.67	70.03	2.97 a	161.0 a	1.550
Ortalama	4.90	3.34	29.23	68.02	2.94	155.0	1.514
CV (%)	9.08	2.18	7.70	2.13	4.87	5.46	1.72
F	*	ÖD	ÖD	ÖD	*	*	ÖD

\*, ve ÖD, sırasıyla %1 düzeyinde önemli ve önemli değil.

\* Aynı sütun içinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre  $P \leq 0.05$  hata sınırları içinde birbirinden önemli derecede farklı değildir.

HPO: Ham protein oranı, KMO: Kuru madde oranı, SKMO: Sindirilebilir kuru madde oranı, KMA: Kuru madde alımı, NYD: Nispi yem değeri, NEL: Net enerji laktasyon.

### 3.6. Ham kül oranı (%)

Farklı su düzeylerinin HKO üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu, HKO değerleri %4.94-%5.68 arasında değiştiği, en yüksek değerini I<sub>2</sub> sulama konusunda elde edildiği, I<sub>3</sub> ve I<sub>4</sub> konularının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. Tatlı sorgum çeşitlerinin HK içeriğinin %6.15-%13.08 arasında değiştiği bildirilmektedir (Chakravarthi vd., 2017). Ayrıca, HK içeriği Cattani vd. (2017) 79.3 g kg<sup>-1</sup> HKO, Naeini vd. (2014) 59 g kg<sup>-1</sup> HKO, Trulea vd. (2013) %3.35 olarak saptamışlar.

### 3.7. Ham protein oranı (%)

Farklı su düzeylerinin silajın HPO oranı üzerine istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu, HPO değerlerinin %4.26-%5.86 arasında değiştiği, en yüksek değerini I<sub>4</sub> sulama konusundan elde edildiği ve diğer uygulamaların ise istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları görülmektedir (Çizelge 3).

Konulara uygulanan su miktarlarının azalmasına paralel olarak HP oranları artış göstermiştir. Kuraklık stresinin sorgum ve kamışsı yumak bitkilerinin kuru madde verimini düşürdüğü ve HP içeriğini arttırdığına yönelik literatür bildirişleri (Jahanzad vd., 2013; Asay vd., 2002) ile çalışmadan elde edilen bulgular örtüşmektedir. Tatlı sorgum silajında HP oranının %4.08-%8.01 arasında değiştiği saptanmıştır (Rodrigues vd., 2006; Junior vd., 2015). Bazı araştırmacılar ise çalışmadan elde edilen bulguların aksine, en düşük HP oranını %8.41 değeri ile su kısıtı uygulanan veya sulamasız koşullardan elde edildiğini bildirmektedirler (Sasani vd., 2004; Tahir vd., 2014).

### 3.8. pH

Silaj pH değerlerinin 3.28-3.45 arasında değiştiği ve ortalama 3.34 olarak belirlenmiş ancak uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır. Junior vd. (2015), sorgum silajının pH'sının 3.60-3.68 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Yücel ve Erkan (2020), sulamalı koşullarda pH değerinin 3.29-3.59 arasında değiştiğini ve en düşük değerini M81-E çeşidinde elde edildiğini bildirmişlerdir. Önceki çalışmaların sonuçlarının bu çalışmadan elde edilen bulgularla benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

### 3.9. Kuru madde oranı (%)

Silajların KMO %27.84-%31.40 arasında değiştiği belirlenmiş ancak uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır. Chakravarthi vd. (2017), tatlı sorgumda kuru madde içeriğinin %11.82-%38.19 arasında değiştiğini, Yücel ve Erkan (2020), farklı tatlı sorgum genotipleri ile yürütmüş oldukları araştırmada iki yıllık ortalamalara göre, silajın KMO %24.75-%38.94 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### 3.10. Sindirilebilir kuru madde oranı (%)

Sindirilebilir kuru madde oranı %66.45-%70.03 arasında değiştiği belirlenmiş ancak uygulamalar arasında istatistiki bir farklılık saptanmamıştır. Sorgum silajının sindirilebilirliğinin %57.02-%72.18 arasında değiştiği bildirilmiştir (Junior vd., 2015; Karthikeyan vd., 2017; Yücel ve Erkan, 2020). Sınırlı sulama koşullarında KM veriminin azaldığı, SKMO arttığı bildirilmiştir (Caravetta vd., 1990; Amaducci vd., 2000). Yem bitkileri

kalite parametreleri olan SÇK, HPO, ADF ve NDF değerlerinin sınırlı sulama koşullarında arttığı ve kuru madde sindirilebilirliğinin de azaldığı bildirilmektedir (Seif vd., 2016).

### 3.11. Kuru madde alımı (%)

Silajların KMA değerleri sulama konularına göre %2.66-%3.13 arasında değiştiği, I<sub>3</sub>'ün diğer uygulamalara göre daha düşük değere sahip olduğu ve diğer sulama konularının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. Sorgumda KMA oranının, çeşitlere göre değişmekle birlikte %1.67-%3.12 arasında değiştiği bildirilmektedir (Karthikeyan vd., 2017; Yücel ve Erkan, 2020).

### 3.12. Nispi yem değeri

Nispi yem değeri sulama konularına göre değişmekle birlikte 137.0-164.5 arasında değiştiği, en düşük değer I<sub>3</sub> uygulamasında elde edilirken, diğer sulama konularının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve I<sub>3</sub> sulama konusuna göre daha yüksek değerlere sahip oldukları saptanmıştır. Nispi yem değeri, SKMO ve KMA baz alınarak hesaplandığı için SKMO ve KMA yüksek olan sulama konularının NYD paralel olarak yüksek bulunmuştur. Yücel ve Erkan (2020), sulamalı koşullarda iki yıllık birleştirilmiş ortalamalara göre NYD 133.9-187.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### 3.13. Net enerji laktasyonu (Mcal kg<sup>-1</sup>)

Net enerji laktasyon değerinin 1.485-1.550 Mcal kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, sulama konuları bakımından istatistiki olarak bir önemli bir farklılığın olmadığı ve sulama konularının ortalama net enerji değerinin 1.514 Mcal kg<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Tatlı sorgumun yüksek oranda suda çözülebilir karbonhidrat içeriği nedeniyle enerji içeriğinin de yüksek olduğu bildirilmektedir (Kaiser vd., 2004). Sorgum silajının Net enerji içeriğinin 0.92 ile 1.82 Mcal kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmektedir (Cattani vd., 2017; Yücel ve Erkan, 2020).

## 4. Sonuç

Tatlı sorgumda farklı su düzeylerinin biyokütle (hasıl) verimi üzerine önemli etkide bulunduğu ve verimin 8733-13300 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği, su düzeyinin azalmasına paralel

olarak verimlerin de düştüğü belirlenmiştir. En yüksek biyokütle verimi I<sub>1</sub> sulama konusundan, en düşük biyokütle veriminin ise I<sub>4</sub> sulama konusundan elde edilmiştir. Ayrıca bitki ile yapılan silajlarda, uygulanan sulama suyu miktarının azalmasına paralel olarak önemli yem kalite özelliklerinden düşük olması istenen ADF ve ADL değerlerinin düştüğü ve bunun yanı sıra HPO, SKMO, KMA, NYD ve NEI gibi yüksek olması istenen bu özelliklerin arttığı da saptanmıştır. Sulama suyu miktarının azalmasının biyokütle veriminde düşüslere neden olurken, yem kalite değerlerinde bir düşüşün olmadığı hatta olumlu katkıda bulunduğu saptanmıştır. Sonuç olarak kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilecek tatlı sorgumda, yem kalite parametrelerinde her hangi bir düşüş olmadan rahatlıkla yetiştirileceği gözlemlenmiştir. Ancak bu çalışmaların uzun süreli yapılmasından sonra daha sağlıklı öneriler yapılabilir.

## Kaynakça

- Abdel-Motagally, F.M.F. (2010). Evaluation of water use efficiency under different water regimes in grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *World Journal Agricultural Science*, 6(5):499-505.
- Almodares, A., Hotjatabdy, R.H., & Mirniam, E. (2013). Effect of drought stres on biomass and carbohydrate contents of two sweet sorghum cultivars. *Journal of Environmental Biology*, 34(3):585-589.
- Amaducci, S., Amaducci, M.T., Benati, R., & Venturi, G. (2000). Crop yield and quality parameters of four annual fibre crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the north of Italy. *Industrial Crops and Products*, 11(2-3):179-186.
- Aman, P. (1993). Composition and structure of cell wall polysaccharides in forages. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J. (Eds.), *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 183-199.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official method of analysis. 15<sup>th</sup> ed. Washington, DC. USA, 66-88.
- Asay, K.H., Jensen, K.B., Waldron, B.L., Han, G., & Monaco, T.A. (2002). Forage quality of tall fescue cross an irrigation gradient. *Agronomy Journal*, 94(6):1337-1343.
- Boyer, J.S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571):443-448.
- Caravetta, G.J., Cherney, J.H., & Johnson, K.D. (1990). Within-row spacing influences on diverse sorghum genotypes. 2. Dry matter yield and forage quality. *Agronomy Journal*, 82(2):210-215.
- Cattani, M., Guzzo, N., Mantovani, R., & Bailoni, L. (2017). Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition,

- and quality. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(15):1-8.
- Chakravarthi, M.K., Reddy, Y.R., Rao, K.S., Ravi, A., Punyakumari, B., & Ekambaram B. (2017). A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(1):104-109.
- Dweikat, I. (2014). Sorghum Diversity Paper. <http://agronomy.unl.edu/sweetsorghum>. Erişim Tarihi: 7 Temmuz 2014.
- FAO, Food and Agricultural Organization, (2011). Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes. FAO.
- Gomes, S.O., Pitombeira, J.B., Neiva, J.N.M., & Candidado, M.J.D. (2006). Agronomic behavior and forage composition of sorghum cultivars in the State of Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2):221-227.
- Habyarimana, E., Laureti, D., Ninno, M.D., & Lorenzoni, C. (2004). Performances of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under different water regimes in Mediterranean region. *Indian Crop Production*, 20(1):23-28.
- Hatfield, R.D. (1993). Cell wall polysaccharide interactions and digestibility. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J. (Eds.), Forage Cell wall Structure and Digestibility. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 285-313.
- Iyanar, K., Vijayakumar G., & Fazlullah Khan A.K. 2010. Correlation and path analysis in multicut fodder sorghum. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4):1006-1009.
- Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R., & Dashtaki, M. (2013). Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, 117(1):62-69.
- Junior, M.A.P.O., Retore, M., Manarelli, D.M., de Souza, F.B., Ledesma, L.L.M., & Orrico A.C.A. (2015). Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 50(12):1201-1207.
- Kaiser, A.G., Plitz J.W., Burns H.M., & Griffiths N.W. (2004). Successful Silage. Dairy Australia NSW Department of Primary Industries, 468 p.
- Kanber, R. (1984). Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasından (Class A Pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yerfistiğinin sulanması. Bölge Toprak Araştırma Enstitüsü Yayınları, 114 (64), Tarsus.
- Kanber, R., & Güngör, H. (1986). Açık su yüzeyi (Class A Pan) buharlaşmasının sulama programlarının oluşturulmasında kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi. 5 Nolu Ek Talimat. Bitki su Tüketiminin saptanması Ana Projesi No:433, Eskişehir, 1 s.
- Kaplan, M., Kara, K., Unlukara, A., Kale, H., Buyukkilic, S.B., Varol, I.S., Kizilsimsek, M., & Kamalak, A. (2019). Water deficit and nitrogen affects yield and feed value of sorghum sudangrass silage. *Agricultural Water Management*, 218(6):30-36.
- Karthikeyan, B.J., Babu, C., & Amalraj, J.J. (2017). Nutritive value and fodder potential of different sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *International Journal of Current Microbiology Applied Science*, 6(8):898-911.
- Machado, L.C., Ferreira, W.M., & Scpinello, C. (2012). Apparent digestibility of simplified and semi-simplified diets, with and without addition of enzymes, and nutritional value of fibrous sources for rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(7):1662-1670.
- Mastorilli, M., Katerji, N., & Rana, G. (1999). Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. *European Journal of Agronomy*, 11(3-4):207-215.
- McKinley, B. A., Olson, S. N., Ritter, K. B., Herb, D. W., Karlen, S. D., Lu, F., & Mullet, J. E. (2018). Variation in energy sorghum hybrid TX08001 biomass composition and lignin chemistry during development under irrigated and non-irrigated field conditions. *PLoS One*, 13(4):e0195863.
- Munamava, M., & Riddoch, I. (2001) Responses of three sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties to soil moisture stress at different developmental stages. *South African Journal Plant Soil*, 18(2):75-79.
- Naeini, S.Z., Khorvash, M., Rowghani, E., Bayat, A., & Nikousefat, Z. (2014). Effects of urea and molasses supplementation on chemical composition, protein fractionation and fermentation characteristics of sweet sorghum and bagasse silages alternative silage crop compared with maize silage in the arid areas. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 4(6):343-352.
- Neto, A.B., Pereira dos Reis R.H., Cabral L.da S., Abreu J G., Sousa D.P., Sousa F.G. 2017. Nutritional value of sorghum silage of different purposes. *Ciência e Agrotecnologia*, 41(3):288-299.
- Newman, M.A. (2014). Defining the energy and nutrient content of corn grown in drought-stressed conditions and determining the relationship between energy content of corn and the response of growing pigs to xylanase supplementation. MSc thesis submitted to the Iowa State University, Pp 5-25.
- Özbek, H., Dinç, U., & Kapur, S. (1974). Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 23, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 8, Adana, 149 s.
- Perrier, L., Rouan, L., Jaffuel, S., Clément Vidal, A., Roques, S., Soutiras, A., & Luquet, D. (2017). Plasticity of sorghum stem biomass accumulation in response to water deficit: A multiscale analysis

- from internode tissue to plant level. *Frontiers in Plant Science*, 8(1516).
- Reddy, B., Kumar, A., & Ramesh, S. (2007). Sweet sorghum: a water saving bioenergy crop. ICRISAT, International Conference on Linkages Between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries, January 29-30, 2007, IWMI, ICRISAT Campus, Hyderabad, India.
- Rodrigues, F.O., França A.F. de S., Oliveira R.de P., Oliveria, E.R. de., Rosa, B., Soares, T.V., & Mello, S.Q.S. (2006). Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos através doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 7(1):37-48.
- Sasani, S., Jahansooz, M.R., & Ahmadi, A. (2004). The effects of deficit irrigation on water-use efficiency, yield, and quality of forage pearl millet. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep-1 Oct.
- Schroeder, J.W. (1994). Interpreting forage Analysis. Extension Dairy specialist (NDSU). AS-1080, North Dakota State University.
- Seif, F., Paknejad, F., Azizi, F., Kashani, A., & Shahabifar, M. (2016). Effect of different irrigation regimes and zeolite application on yield and quality of silage corn hybrids. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4(VIS):721-729.
- Silva, M. A., Jifon J.L., Da Silva, J.A.G., & Sharma, V. (2007). Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(3):193-201.
- Subramanian, S.K. (2013). Agronomical, physiological and biochemical approaches to characterize sweet sorghum genotypes for biofuel production. PhD Thesis, Kansas State University, USA.
- Tahir, G. M., Ul-Haq, A., Khaliq, T., Rehman, M., & Hussain, S. (2014). Effect of different irrigation levels on yield and forage quality of oat (*A. sativa* L.). *Applied Science Report*, 7(1):42-46.
- Tingting, X., Peixi S.U., Lishan S. (2010). Photosynthetic characteristics and water use efficiency of sweet sorghum under different watering regimes. *Pakistan Journal of Botany*, 42(6):3981-3994.
- Trulea, A., Vintila, T., Pop, G., Sumalan, R., Gaspar, S. (2013). Ensiling sweet sorghum and maize stalks as feedstock for renewable energy production. *Research Journal of Agricultural Science*, 45(3):193-199.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10):3583-3597.
- Yavuz, M.Y. (1993). Farklı sulama yöntemlerinin pamukta verim ve su kullanımına etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yay, Genel Yayın No: 56, Ankara.
- Yücel, C., Hatipoğlu, R., Dweikat, I., İnal, İ., Gündel, F., & Yücel, H. ve ark. (2018). Farklı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin Çukurova ve GAP bölgelerinde biyo-etanol üretim potansiyellerinin saptanması. TÜBİTAK 1003, 114O945 nolu Proje Sonuç Raporu, 298 s.
- Yücel, C., & Erkan, M.E. (2020). Evaluation of forage yield and silage quality of sweet sorghum in the Eastern Mediterranean region. *Journal of Animal and Plant Science* (accepted to publishing, August-2020).
- Zerbini, E., & Thomas, D. (2003). Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. *Field Crops Research*, 84(1-2):3-15.

## Gama ışınıyla (Kobalt 60) elde edilmiş mutant elma popülasyonunda sonbahar yaprak renk değişimi

Ayşe Nilgün ATAY<sup>1</sup> Ersin ATAY<sup>1</sup> Burak KUNTER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Bahçe Tarımı Programı, Burdur

<sup>2</sup> Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Radyasyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi Başkanlığı, Ankara

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: anatay@mehmetakif.edu.tr

ORCID:0000-0002-7557-360X

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1):95-101

doi: 10.16882/derim.2020.663488

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 23.12.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 15.05.2020



### Öz

Elmanın da yer aldığı ılıman iklim meyve türlerinde, sonbaharda yapraklara yeşil rengi veren klorofil parçalanmaya başlamakta ve yaprak dökümü öncesi renk değişimleri meydana gelmektedir. Sonbaharda görülen bu farklı yaprak renklerinin basitçe yaprak yaşlanmasının tesadüfi bir sonucu olmadığı kabul edilmekte ve bu konuda foto-koruma ve hayvan-bitki etkileşimlerine dayanan farklı hipotezler öne sürülmektedir. Özellikle antosiyanin kaynaklı kırmızı gibi koyu pigmentli yaprakların koruyucu veya savunma gibi bir işaret taşıdığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, sonbaharda yapraklarda görülen renk değişimleri hakkındaki mevcut bilgi birikimini arttırmak ve konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilmek amacıyla 'Amasya' elmasında gama ışını uygulaması ile elde edilmiş mutant popülasyonda ( $n=374$ ) sonbahar yaprak rengi değişimleri incelenmiştir. Renk kodlamaları, rengin yaprakların %80'inden fazla veya az olma durumuna göre tanımlanmış ve her çeşit veya mutant birey için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda popülasyonun %82'sinin sonbaharda sarı yaprak rengine sahip olduğu ve orijinal 'Amasya' elması ile aynı yaprak rengi grubunda yer aldığı belirlenmiştir. 'Granny Smith', 'Crissp Pink' ve 'Braeburn' gibi ticari çeşitlerin sonbaharda yaprak renklerinin 'Amasya' elmasına kıyasla oldukça yeşil kaldığı belirlenmiştir. Popülasyonda yaprak rengi tamamen kırmızı olan birey bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak oldukça koyu pigmentlere sahip sarı-kırmızı grupta toplam popülasyonun %15'ini oluşturan 58 birey yer almıştır. Bu gruptaki bireylerde  $L^*$  ve  $h^o$  değerlerindeki azalış, daha yüksek antosiyanin pigmentine sahip olduğunun bir göstergesidir. Daha net bir polimorfizme sahip oldukları için yaprak rengi farklı mutantlar ile yapılacak sonraki çalışmalar sonbahardaki bu renk değişimlerinin anlaşılmasında önemli katkılar sağlayabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Abiyotik stres; *Malus x domestica*; *Malus slyvestris*; Yaprak biti popülasyonu

### Autumn leaf colour changes in gamma-ray (Cobalt 60)-induced mutant apple population

#### Abstract

In temperate deciduous fruits covering apples, the chlorophyll, gives the leaves green colour, begins to breakdown in autumn, and the colour changes occur before leaf fall. It is assumed that these different leaf colours observed in autumn are not simply an effect of leaf senescence, and several hypotheses based on photo-protection and animal-plant interactions have emerged. It is also suggested the dark pigments especially like red anthocyanin-derived have a warning signal as a protection or defense. In this study, autumn leaf colour changes in putative apple 'Amasya' mutants generated by gamma ray irradiation were investigated to provide the current knowledge on autumn colours. The colour codes were defined according to the presence on more or less than 80% of leaves and were assessed for each putative mutants and cultivar. It was determined that 82% of population had yellow leaf colour in autumn and was in the same leaf colour group as the original 'Amasya'. Leaf colours of 'Granny Smith', 'Crissp Pink' and 'Braeburn' were found to be quite green compared to 'Amasya'. There was no mutant with a completely red leaf colour in the population. However, in the yellow-red group with very dark pigments there were 58 mutants constituting 15% of the population. The decrease in  $L^*$  and  $h^o$  values in this group is an indication of a higher anthocyanin pigment. As they have a clearer polymorphism, further researches to be done with different leaf colour mutants may provide important contributions to understanding these colour changes in autumn.

**Keywords:** Abiotic stress; *Malus x domestica*; *Malus slyvestris*; Aphid population

## 1. Giriş

ılıman iklim bölgelerinde, yazın bitimi ve kış aylarına doğru yaklaştıkça, her yıl ağaçların yaprakları yeşil renkten sarı, turuncu ve kırmızı gibi tonlara dönüşmektedir. Sonbaharda görülen bu renk değişiminin, gerçek sebebi günümüzde tam olarak bilinmemektedir (Ougham vd., 2008). Bunun sadece yaprak yaşlanmasının bir yan etkisi olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle geçtiğimiz on yılda sonbaharda yaprakların neden renk değiştirdiği sorusunun cevaplanmasına yönelik çeşitli hipotezler öne sürülmüştür (Archetti vd., 2009). Özellikle kırmızı renk sonbaharda görüldüğü için, yapraklardaki bu renk değişimi esas olarak antosiyaninlerle ilişkilendirilmiştir.

Bitki fizyologları tarafından öne sürülen hipotezlerden ilki abiyotik faktörlere karşı koruma üzerine yoğunlaşmıştır. Foto-koruma olarak da bilinen bu hipoteze göre, antosiyaninler düşük sıcaklıkta ışığın zararlı etkilerine ve güneşe karşı doğrudan koruyucu olarak hareket ederek veya reaktif oksijen ile diğer olası foto-reaktif molekülleri inaktif hale getirerek dolaylı olarak foto-oksidatif stresi hafifletmeye çalışır (Hoch vd., 2001; Lee vd., 2003; Archetti vd., 2009). Hayvan-bitki etkileşimlerini esas alan diğer bir hipoteze göre ise antosiyaninler, sonbaharda ağaçlara göç eden böceklerle karşı bir uyarı sinyalidir (Hamilton ve Brown, 2001). Bu açıdan kırmızı renk, ağacın böcekler için uygun bir konukçu olmadığı ve kimyasal savunma için bir işaret anlamı taşımaktadır. Özellikle birçok yaprak biti türü bu sinyalin muhtemel alıcılarıdır (Chittka ve Döring, 2007; Archetti, 2009a). Nitekim sonbahar göçü, birçok böcek gibi yaprak biti yaşam döngüsü için de oldukça önemlidir. Çok sayıda türde geniş konukçu dizisine sahip olan yaprak bitleri, sonbaharda yumurtalarını ağaçların dallarına bırakır ve ilkbaharda yumurtadan çıkıp yaz mevsiminde başka yerlere taşınana kadar ağaç üzerinde gelişir (Döring ve Chittka, 2007). Dolayısıyla yaprak bitleri uygun konukçuyu bulabilmek için güçlü bir dürtü ile hareket ederler. Yaprak bitlerinin kırmızı yapraklardan ziyade yeşil renkteki yapraklarda kolonileşmeyi tercih ettikleri ifade edilmektedir (Ramirez vd., 2007; Döring vd., 2009). Bununla birlikte bu etkinin, renklerin yansıma oranları ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim yüksek yansıma oranına sahip olan sarı renk, yaprak bitleri için

yeşilden çok daha cazip bulunmuştur (Archetti ve Leather, 2005; Döring vd., 2009). Ayrıca değişen aydınlatma koşullarında görsel farklılıkların kaybolabilmesi ve birçok böceğin fotoreseptörden yoksun olması nedeniyle sadece rengin değil, kimyasallar veya uçucu maddeler gibi bazı faktörlerin de bu tercihte etkili olduğu ileri sürülmüştür (Chittka ve Döring, 2007; Schaefer ve Rolshausen, 2007).

Foto-koruma ve hayvan-bitki etkileşimlerine dayanan bu iki temel hipotezden türetilen farklı hipotezler de ileri sürülmüştür (Hoch vd., 2001; Archetti, 2009b). Fakat şimdiye kadar önerilen hipotezlerden hiçbiri tamamen kanıtlanmış ya da kabul edilmiş değildir (Archetti vd., 2009; Mannisto vd., 2017). Bununla birlikte sonbahar renklerinin tümünü sergileyebilen bir tür bulmak zor olduğu için, yapılan çalışmalarda genellikle birbirinden tamamen farklı olan kırmızı, sarı veya yeşil yapraklı ağaç türleri kullanılmıştır. Bu durumda yaprak rengi yeşil ve kırmızı ağaçları veya farklı türleri karşılaştırmanın zor olduğu ve ideal olarak yaprak rengi farklı mutantlar ile çalışılması önerilmiştir (Archetti, 2009a).

Bu nedenle çalışmada, daha önce 'Amasya' elmasında mutasyon ıslahı kapsamında gama ışını uygulaması ile oluşturulan popülasyonun sonbahar yaprak rengi değişimleri açısından taranması hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Eğirdir-Isparta'da bulunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'nde (37°48' 52.16" K, 30°52' 39.66" D', d.s. 920 m) yürütülmüştür. Kurumda, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu işbirliği ile yüksek yeme kalitesine, kendine özgü cazip bir görünüme ve uzun depo ömrüne sahip yeni elma çeşitlerinin geliştirilmesini amaçlayan mutasyon ıslahı programı 2011 yılında başlatılmıştır. Çalışmanın bitkisel materyalini, bu program kapsamında elde edilen mutant popülasyon oluşturmaktadır. Popülasyonun oluşturulmasında orijinal 'Amasya' elma çeşidine ait 1 yaşlı odun dalları kullanılmıştır. Işınlama ile ilgili detaylar Atay vd. (2018)'de belirtilmiştir. Işınlama çalışmalarında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda bulunan kobalt 60 (<sup>60</sup>Co) kaynağı kullanılmıştır. Işınlamalarda sürgün uzunluğunu %50 azaltan en uygun mutajen dozu dikkate alınmıştır. Işınlamadan hemen sonra aşı kalemleri M9 anacı üzerine



dilicikli aşı ile aşılanmışlardır. Elde edilen fidanlar 2014 yılında 4 m sıra arası ve 1 m sıra üzeri mesafe ile araziye dikilmiştir. Her bitki için ayrı bir etiket ve ayrı bir kayıt sistemi oluşturulmuştur. Sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele, yabancı ot kontrolü gibi bütün kültürel işlemler bölgedeki ticari bahçelerde olduğu gibi rutin olarak yapılmıştır.

Çalışma parselinde 374 adet mutant bireyin yanı sıra, ticari çeşitlerden orijinal 'Amasya', 'Braeburn', 'Granny Smith' ve 'Cripps Pink' çeşitleri de yer almıştır. Ticari çeşitler (her biri için 10 ağaç) parselde her 8-10 mutanta 1 ağaç düşecek şekilde yerleştirilmiştir. Kasım 2017'de (yaprakların yaklaşık %5-10'unun döküldüğü dönem) ağaçlardaki yaprak rengi, ağacın kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinden ayrı ayrı dikkate alınarak görsel olarak değerlendirilmiştir. Renk kodlamaları Archetti (2009a)'ya göre yapılmıştır. Her çeşit veya mutant bireye bir renk kodu verilmiştir. Kodlamalar, eğer renk yaprakların %80'inden fazlasında mevcutsa yeşil (Y), sarı (S), kırmızı (K) olarak ya da yaprakların %80'inden az ise ait olduğu iki renge göre yeşil-sarı (YS), sarı-kırmızı (SK) ve yeşil-kırmızı (YK) şeklinde yapılmıştır. Belirsiz durumlar için YSK kodu kullanılmıştır.

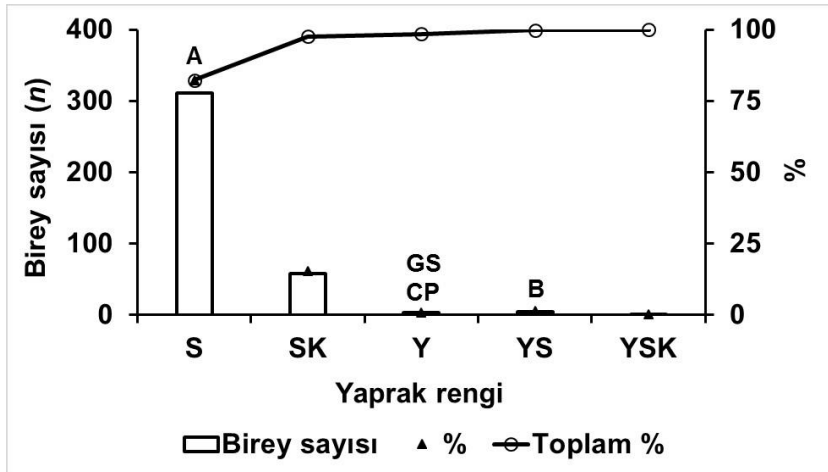
Minolta CR-400 (Konika Minolta Inc., Japonya) renk ölçer yardımıyla her renk grubuna ait L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerleri ölçülmüştür. Ölçümler, her gruptan tesadüfen alınan 50 yaprak üzerinde yapılmıştır. Farklı renk kodlarına sahip bireyler arasındaki büyüme kuvveti farklılıklarını

incelemek amacıyla Aralık-2017 döneminde her gruptaki bireylerde bitki boyu (cm), gövde kesit alanı (GKA, cm<sup>2</sup>) ve gelişim kuvveti (1-5 skalası) değerleri belirlenmiştir. GKA hesaplamaları için ağaçların aşı yerinin 15 cm üzerinden dijital kumpas yardımı ile gövde çapı (cm) ölçülmüştür. Gövde kesit alanı;  $GKA = \pi (\text{gövde çapı}/2)^2$  formülüne göre hesaplanmıştır. Gelişim kuvveti skalasında 1 zayıf gelişen ağaçları, 5 ise çok kuvvetli gelişen ağaçları ifade etmektedir.

Elde edilen veriler SAS-JMP 7.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Mutant bireylerin ve kontrol olarak alınan ticari çeşitlerin sonbahar yaprak rengi değişimi Şekil 1'de sunulmuştur. 'Amasya' elmasının da içinde bulunduğu 'S' renk kodlu grup, 311 bireyle en büyük grup olup tüm popülasyonun yaklaşık %82'sini oluşturmuştur. Birey sayısı en az grup 'Y' olup 'Granny Smith', 'Crisp Pink' ve 'M676' nolu mutant adayı bireyden oluşmuştur. 'Braeburn' diğer ticari çeşitlerden farklı olarak 'YS' grubunda yer almıştır. Yine 'M93', 'M694', 'M726' ve 'M855' 'YS' grubunda yer alan diğer bireylerdir. Popülasyonda yaprak rengi tamamen kırmızı olan hiçbir birey bulunmamaktadır. Ancak 'SK' grubunda toplam 58 birey bulunmakta ve bu da toplam popülasyonun %15'ini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Sonbaharda yaprak rengi değişimine göre mutant bireylerin (n=374) ve incelenen ticari çeşitlerin (n=4) dağılımı (Toplam n=378). S: sarı, SK: sarı-kırmızı, Y: yeşil, YS: yeşil-sarı, YSK: belirsiz yaprak rengi. A: 'Amasya', GS: 'Granny Smith', CP: 'Crisp Pink' ve B: 'Braeburn'

ılıman iklim meyve türlerinde, büyüme periyodu süresince yeşil renk, yüksek klorofil konsantrasyonu nedeniyle diğer pigmentlere göre genellikle yapraklarda daha baskındır. Ancak sonbaharda yaşanan yapraklar farklı renklere sahip olabilmektedir. Sonbaharda görülen renk değişimi esas olarak karotenoidler (sarı-turuncu) ve antosiyaninlerden (kırmızı-mor) kaynaklanmaktadır (Lee, 2002; Archetti vd., 2009). Karotenoidler, antosiyaninlerin aksine yapraklarda yıl boyunca bulunmaktadır. Fakat klorofiller tarafından maskelendikleri için sadece sonbaharda yaprak yaşlanması sırasında hücre içi yer değiştirme ve kimyasal modifikasyon nedeniyle görünür hale gelmektedir (Tanaka vd., 2008). Antosiyaninler sonbaharda, yaprak dökümünden kısa bir süre önce sentezlenmektedir (Lee, 2002). Kırmızı rengin yoğunluğu, klorofil konsantrasyonu, pH, pigmentasyon, metal iyonlarının varlığı, yüksek ışık, düşük sıcaklıklar ve kuraklık gibi faktörlere göre değişebilmektedir (Feild vd., 2001; Archetti vd., 2009).

Sonbaharda yaprak rengi değişen türler içerisinde önemli bir varyasyon bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da bazı ticari çeşitlerin yaprakları dökülmeden hemen önce bile hâlâ yeşil iken, diğer çeşitler ve mutant popülasyonda sarı-kırmızı gibi çeşitli renkler görülmüştür. Sonbaharda yaprak renklerindeki bu değişim esasen güçlü bir genetik temele sahiptir (Schaberg vd., 2003). Nitekim sonbahar yapraklarındaki renk değişimi yabani popülasyonlarda kültür çeşitlerine kıyasla daha yaygındır (Archetti, 2009a). Dünyanın bazı bölgelerinde özellikle doğal ormanlarda kırmızı sonbahar renkleri ağaç türlerinin %10-70'inde bulunurken, %15-30'u sarı renklidir (Lee vd., 2003; Archetti, 2009a). Bununla birlikte çevresel faktörler de özellikle sonbahar renk değiştirme periyodunun uzunluğu ve başlangıcında büyük değişimler meydana getirebilmektedir (Schaberg vd., 2003). Davis (1972)'e göre 'Amasya' elması olarak bilinen *M. sylvestris* subsp. *orientalis* var. *microphylla* Browicz, endemiktir ve doğal halde yayılışı dünyada sadece Amasya'dadır. 'Amasya' elmasının özellikle morfolojik özellikler açısından diğer kültür elmalarına kıyasla oldukça farklı olduğu ve birçok açıdan yabani formları andırdığı bilinmektedir (Atay vd., 2018). Dolayısıyla çalışmada 'Amasya' elmasının ve oluşturulan popülasyonun diğer kültür çeşitleri ile farklılıklar göstermesi doğaldır.

Çalışmada renk kodları arasındaki farklılıkları belirlemek için her gruba ait L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerleri ölçülmüştür (Çizelge 1). Ele alınan renk özellikleri açısından gruplar arasında belirgin bir farklılığın olduğu ve sonuçların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). L\* değerinin en düşük SK grubunda en yüksek ise S grubunda olduğu belirlenmiştir. L\* değeri rengin açık (100) ya da koyu (0) olması ile ilişkili bir ifadedir (Fairchild, 2005). Çalışılan popülasyonda yaprakların rengi sarıdan kırmızıya doğru değiştiğiçe daha düşük L\* değerine ve dolayısıyla daha koyu bir renge sahip oldukları belirlenmiştir. L\* değerindeki azalış antosiyanin konsantrasyonundaki artışı göstermektedir ve bu nedenle daha kırmızı bir renk elde edilmektedir (Whale vd., 2008; Atay vd., 2012). h° değerinde ise yine en düşük değer SK grubunda en yüksek değer ise Y grubundaki bireylerde tespit edilmiştir. h°, a\* ve b\* değerlerine göre hesaplanmakta, kırmızı (a\*) ve sarı (b\*) gibi belirli renklerin görsel niteliğini tanımlamaktadır (Fairchild, 2005). Ayrıca h° değerinin antosiyanin konsantrasyonunun belirleyicisi olarak kullanılabildiği de ifade edilmektedir (Moore, 1997). Çalışmamızda da SK grubundaki düşük h° değeri yoğun kırmızı rengin arttığının bir göstergesidir. Düşük C\* değeri rengin doygunluk durumunu diğer bir ifade ile mat ve soluk olduğunu, yüksek C\* ise canlı ve parlak renkleri ifade etmektedir (Fairchild, 2005). Buna göre 'Amasya' elmasının da içinde bulunduğu 'S' grubundaki bütün genotipler daha yüksek C\* değerine sahipken, 'Y', 'YSK' ve 'SK' grubundaki diğer genotipler daha düşük C\* değeri ile daha soluk ve mat bir renge sahiptir (Şekil 2).

Çalışmada farklı renk kodlarına sahip bireyler arasındaki büyüme kuvveti farklılıklarını incelemek amacıyla her gruptaki bireylerde bitki boyu ve gövde kesit alanı değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3 a, b). Ayrıca bireyler gelişim kuvveti dikkate alınarak 1-5 skalasına göre gruplandırılmıştır (Şekil 3c). Bununla birlikte, bitkilerin büyüme kuvveti ile sonbahar yaprak renkleri arasında istatistiki yönden anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Nitekim yapraklardaki kırmızı renk, önemli bir sinyal olsa bile, sadece kuvvetli gelişen ağaçlarda bulunması beklenmemektedir (Archetti vd., 2009). Böceklerden kaçınmaya daha çok ihtiyaç duydukları için zayıf ağaçların da farklı sonbahar renkleri göstermesi olasıdır (Archetti ve Brown, 2004).

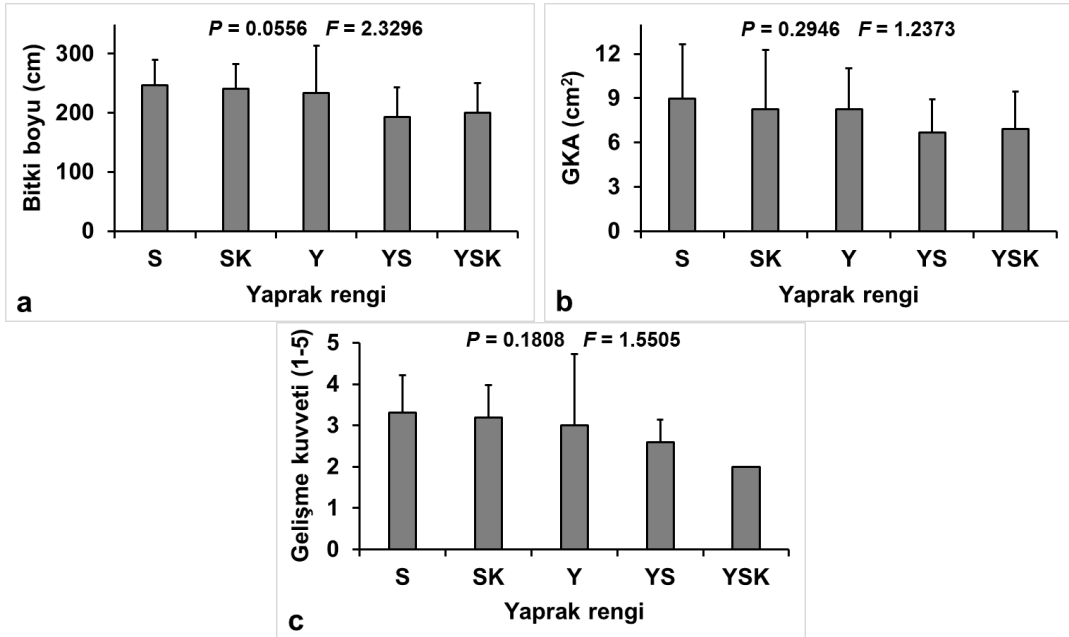
Çizelge 1. Mutant bireylerin ( $n=374$ ) ve incelenen ticari çeşitlerin ( $n=4$ ) renk kodlarına göre  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerleri (Ortalama±Standart Sapma, SS)

Renk kodu	$n$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$
S	311	62.72±3.27 a*	5.43±2.54 b*	52.38±5.08 a*	52.74±4.85 a*	83.90±3.37 c*
SK	58	37.67±2.01 d	16.09±3.94 a	13.11±2.67 d	20.93±3.90 c	39.89±8.23 e
Y	3	40.67±2.13 c	-9.72±1.26 d	16.57±2.68 c	19.25±2.63 c	120.67±4.11 a
YS	5	51.35±9.53 b	-3.76±4.80 c	34.93±5.42 b	36.51±4.12 b	102.87±8.32 b
YSK	1	40.44±2.42 c	7.76±6.08 b	16.65±3.84 c	23.06±2.44 c	66.12±8.30 d
P		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
F		102.5527	43.9550	103.5704	88.7501	63.3469

\*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ( $P<0.05$ ) (n: birey sayısı). S: sarı, SK: sarı-kırmızı, Y: yeşil, YS: yeşil-sarı, YSK: belirsiz yaprak rengi



Şekil 2. Bazı yaprak rengi kodlarına ait görünüm. (a) Y: yeşil, (b) S: sarı ve (c) SK: sarı-kırmızı

Şekil 3. Mutant popülasyonda renk kodlarına ait bitki büyüme kuvveti değerleri (Ortalama±SS). (a) Bitki boyu (cm), (b) Gövde kesit alanı (cm<sup>2</sup>) ve (c) Gelişme kuvveti (1-5). S: sarı, SK: sarı-kırmızı, Y: yeşil, YS: yeşil-sarı, YSK: belirsiz yaprak rengi

Sonbaharda ağaçlara taşınan böceklerin, kırmızı yapraklardan ziyade sarı ve yeşil renkli yapraklarda kolonileştikleri birçok çalışma ile ispatlanmıştır (Hamilton ve Brown, 2001; Chittka ve Döring, 2007; Archetti vd., 2009). Uzun yıllar süren arazi çalışmalarımızda da 'Amasya' elmasında diğer çeşitlere kıyasla daha yoğun bir böcek popülasyonu olduğu gözlenmiştir. Nitekim çalışmadan elde edilen sonuçlarda görülmektedir ki 'Amasya' elması ve ondan elde edilen mutant popülasyon sonbaharda büyük oranda sarı yaprak rengine sahiptir. Dolayısıyla 'Amasya' elmasında görülen yoğun böcek popülasyonunun, sonbaharda bu çeşidin yumurta bırakımı için çok fazla tercih edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonbahar yaprak renkleri üzerine hem abiyotik hem de biyotik faktörlere dayanan birçok hipotezin test edilebilmesi için yaprak biti büyüme oranları ve antosiyaninlerin fonksiyonel rolü üzerine yapılan çalışmalarda sonuçlar genellikle çelişkilidir (Lee vd., 2003; Ramirez vd., 2007; Archetti vd., 2009; Mannisto vd., 2017). Nitekim sonbaharda ağaçlarda görülen yaprak rengi değişimi oldukça karmaşık ve değişkenlik gösterebilen bir olaydır. Özellikle birbirinden tamamen farklı olan ağaç türleri ile çalışılması, bu konuda farklı açıklamaların öne sürülmesine sebep olmaktadır. Daha dikkatli bir şekilde tasarlanmış denemeler yapılabilmesi açısından elde ettiğimiz bu mutant popülasyonun önemli bir avantaja sahip olduğu düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada sonbahar yaprak renkleri hakkındaki mevcut bilgi birikimini arttırmak ve konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilmek amacıyla mutant bireylerdeki renk değişimleri tespit edilmiştir. Popülasyonun büyük bir çoğunluğu orijinal çeşit ile aynı grupta olmasına rağmen farklı renk gruplarında yer alan bireyler de tespit edilmiştir. Özellikle bu farklı renklere sahip bireyler sonraki çalışmalarda daha yoğun bir şekilde incelenmeye başlandıkça, sonbaharda görülen yaprak rengi değişiminin açıklanabilmesi için önemli bir adım sağlanabileceği öngörülmektedir. Biyokimya, fizyoloji, ekoloji ve bitki koruma gibi disiplinler tarafından bir arada tasarlanacak çalışmalar, konunun kapsamlı bir

şekilde açıklanmasında ve gelecek çalışmaların doğru planlanmasında faydalı olacaktır.

#### Kaynakça

- Archetti, M., & Brown, S.P. (2004). The coevolution theory of autumn colours. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271:1219-1223.
- Archetti, M., & Leather S.R. (2005). A test of the coevolution theory of autumn colours: colour preference of *Rhopalosiphum padi* on *Prunus padus*. *Oikos*, 110(2):339-343.
- Archetti, M. (2009a). Evidence from the domestication of apple for the maintenance of autumn colours by coevolution. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276:2575-2580.
- Archetti, M. (2009b). Classification of hypotheses for the evolution of autumn colours. *Oikos*, 118(3):328-333
- Archetti, M., Döring, T.F., Hagen, S.B., Hughes, N.M., Leather, S.R., Lee, D.W., Lev-Yadun, S., Manetas, Y., Ougham, H.J., Schaberg, P.G., & Thomas, H. (2009). Unravelling the evolution of autumn colours: an interdisciplinary approach. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(2):166-173.
- Atay, A.N., Koyuncu, F., Atay, E., & Koyuncu, M.A. (2012). Hasat öncesi etefon uygulamasının starking delicious elmasında renklenme ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1):107-112.
- Atay, A.N., Atay, E., Lauri, P.E., Kunter, B., & Kantoğlu, K.Y. (2018). Phenotyping gamma-ray-induced mutant population of 'Amasya' apple for architectural traits, precocity, floral phenology and fruit characteristics. *Scientia Horticulturae*, 233:195-203.
- Chittka, L., & Döring, T.F. (2007). Are autumn foliage colors red signals to aphids? *PLoS Biology* 5:1640-1644.
- Davis, P.H. (1972). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 4. Edinburgh.
- Döring, T., & Chittka, L.L. (2007). Visual ecology of aphids – a critical review on the role of colours in host finding. *Arthropod Plant Interact.* 1:3-16.
- Döring, T.F., Archetti, M., & Hardie, J. (2009). Autumn leaves seen through herbivore eyes. *Proc. R. Soc. B.* 276, 121-127. doi:10.1098/rspb.2008.0858.
- Fairchild, M.D. (2005). *Color appearance models*. 2nd ed. John Wiley, Chichester, England.
- Feild, T.S., Lee, D.W., & Holbrook, N.M. (2001). Why leaves turn red in autumn. the role of anthocyanins in senescing leaves of red-osier dogwood. *Plant Physiology*, 127:566-574.
- Hamilton, W.D., & Brown, S.P. (2001). Autumn tree colours as a handicap signal. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268:1489-1493.
- Hoch, W.A., Zeldin, E.L., & McCown, B.H. (2001). Physiological significance of anthocyanins during

- autumnal leaf senescence. *Tree Physiology*, 21:1-8.
- Lee, D.W. (2002). Anthocyanins in autumn leaf senescence. *Advances in Botanical Research*, 37:147-165.
- Lee, D.W., O'Keefe, J., Holbrook, N.M., & Feild, T.S. (2003). Pigment dynamics and autumn leaf senescence in a New England deciduous forest, eastern USA. *Ecological Research*, 18:677-694.
- Mannisto, E., Holopainen, J.K., Haikio, E., & Klemola, T. (2017). A field study with geometrid moths to test the coevolution hypothesis of red autumn colours in deciduous trees The Netherlands *Entomological Society Entomologia Experimentalis et Applicata*, 165:29-37.
- Moore, P.P. (1997). Estimation of anthocyanin concentration from color meter measurements of red raspberry fruit. *Hortscience*, 32(1):135.
- Ougham, H.J., Thomas, H., & Archetti, M. (2008). The adaptive value of leaf colour. *New Phytologist*, 179:9-13.
- Ramirez, C.C., Lavadero, B., & Archetti, M. (2007). Coevolution and the adaptive value of autumn tree colours: Colour preference and growth rates of a southern beech aphid. *Journal of Evolutionary Biology*, 21:49-56.
- Schaberg, P.G., Van Den Berg, A.K., Murakami, P.F., Shane, J.B., & Donnelly, J.R. (2003). Factors influencing red expression in the autumn foliage of sugar maple trees. *Tree Physiology*, 23:325-333.
- Schaefer, H.M., & Rolshausen, G. (2007). Aphids do not attend to leaf colour as visual signal, but to the handicap of reproductive investment. *Biology Letters*, 3:1-4.
- Tanaka, Y., Sasaki, N., & Ohmiya, A. (2008). Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *Plant Journal*, 54:733-749.
- Whale, S., Singh, Z., Behboudian, H., Janes, A., & Dhaliwal, S. (2008). Fruit quality in 'Crips Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Scientia Horticulturae*, 115(4):342-351.



## YAZIM KURALLARI

1- Derim Dergisi'nde; tarım bilimleri alanında yürütülen özgün araştırma sonuçlarını içeren Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır. Dergiye gönderilen makaleler, Araştırma ve Yayın Etiğine uygunluk bakımından [COPE](#) (Committee on Publication Ethics)'un Editör ve Yazarlar için uluslararası standartları dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Dergi her yıl Haziran ve Aralık sayıları olarak yılda iki kez yayımlanmaktadır.

2- Dergi yazım kurallarına göre hazırlanan makaleler, <http://www.derim.com.tr/tr/> web adresinden sisteme yüklenmelidir. Sorumlu yazarın, Dergipark sistemi üzerindeki kullanıcı profiline araştırmacı kimlik tanımlama sisteminden (<https://orcid.org/register>) aldığı ORCID numarasını girmesi zorunludur. Bilimsel içerik ve yazım kurallarına uygunluk yönünden yayın kurulu tarafından incelenen ve değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilen makalelerin, yayınlanabilmesi için iki hakem ve yayın kurulu tarafından yayınlanmaya değer bulunması gerekmektedir. Önerilen değişiklik ve düzeltmelerin yapılması için yazar(lar)ına geri gönderilen makale üzerinde hakemler ve yayın kurulu tarafından önerilen değişiklikler dışında sonradan ekleme ve çıkarma yapılamaz.

3- Dergide yayınlanacak orijinal araştırma nitelikli makaleler aşağıdaki kurallara göre hazırlanmalıdır:

**3.1. Sayfa Düzeni ve Yazı Karakteri:** Tüm sayfalar ve satırlar numaralandırılmalıdır. Makaleler, A4 boyutunda tek sütun halinde, Arial yazı karakteri ve çift satır aralığı ile yazılmalıdır. Sayfanın üst, alt, sol ve sağ kenarından 2.0 cm boşluk bırakılmalıdır. Tüm başlıklar ve paragraflar sola dayalı olarak başlatılmalı ve paragraf aralarında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Makale, "Kaynakça" bölümü dahil 16 sayfayı geçmemelidir.

**3.2. Makale Başlığı:** Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı, kısa ve konuyu kapsayacak şekilde olmalı, normal tümce düzeninde, koyu ve 11 punto ile yazılmalıdır.

**3.3. Yazar Ad(lar):** Yazar ad, soyad ve adres bilgileri makalede yer almamalıdır. Bu bilgiler, makalenin sisteme yüklenmesi sırasında III.Aşama Üst Veri Girme bölümündeki formda doldurulacaktır. Gelen formda kullanıcıya ait kayıtlı bilgiler otomatik olarak gelmektedir. Çoklu yazarlar için Yazar Ekle butonuna tıklanarak formda açılan ilgili yer(ler)e diğer yazar(lar)ın bilgileri eklenir. Yazar sırası, oklar yardımıyla değiştirilebilir.

**3.4. Öz ve Anahtar Kelimeler:** Makaleler, her biri 250 kelime ile sınırlı Türkçe ve İngilizce "Öz" ve "Abstract" içermelidir. Öz ve Abstract kelimeleri sadece baş harfi büyük olacak şekilde ve 11 punto harf büyüklüğü kullanılarak koyu yazılmalıdır. Öz ve Abstract metinlerinin altında 1'er satır boşluk bırakılarak, konuyu açıklayacak şekilde seçilmiş, en çok 5 Anahtar Kelime/Keywords verilmelidir. 'Anahtar kelimeler' ve 'Keywords' alt başlıkları sola dayalı ve 11 punto ile koyu yazılmalı, verilen kelimeler büyük harfle başlamalı, kelime ve deyim aralarına noktalı virgül konulmalıdır.

**3.5. Metin:** Metin bölümü, Keywords alt başlığından sonra iki satır boşluk bırakılarak aşağıdaki yazım kurallarına göre ve 11 punto kullanılarak yazılmalıdır. Makalenin metin bölümünde yer alan ana başlıklar koyu ve büyük harfle, ikinci derecede alt başlıklar koyu ve baş harfleri büyük, üçüncü derecede alt başlıklar normal tümce düzeninde ve italik yazılarak numaralandırılır (**1. Giriş, 2.1. Bitkisel materyal, 2.2.3. Hastalık şiddeti**). Başlıklar sola dayalı, ana başlıklar üstten iki, alttan bir satır boşluk bırakılarak, alt başlıklar ise üstten ve alttan bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır. Paragraflar sola dayalı olarak başlatılmalıdır. Makalenin metin bölümü;



**1. Giriş** (Bu bölümde, çalışma konusu, konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar, ilgili kaynaklarla desteklenerek çalışmanın amacı belirtilmelidir),

**2. Materyal ve Yöntem** (Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve yöntem açıkça ifade edilmelidir),

**3. Bulgular ve Tartışma** (Elde edilen tüm bulgular şekil ve/veya çizelgelerle açıklanarak verilmeli, gereksiz tekrarlamalardan kaçınarak elde edilen bulguların literatürdeki bulgularla benzerlik ve/veya farklılıkları belirtilerek nedenleri tartışılmalıdır),

**4. Sonuç** (Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular, bilime/uygulamaya katkı yönünden değerlendirilerek öneriler şeklinde ifade edilmelidir), bölümlerinden oluşmalıdır.

**3.6. Teşekkür:** Numara verilmeden, mümkün olduğunca kısa ve yapılan katkı ifade edilerek, 11 punto ile yazılmalıdır.

**3.7. Kaynakça:** "**Kaynakça**" başlığı altında makalenin içinde atıfta bulunulan tüm kaynaklar, yazar soyadlarına göre alfabetik sıra izlenerek verilmelidir. Kaynakça bölümü başlığı da dahil olmak üzere **9 punto** ile yazılmalıdır. Makale metninin içinde kaynaktan söz edilecekse; yazar soyadı, yıl şeklinde olmalı, 3 ve daha fazla yazarlı kaynaklara yapılacak atıflarda "vd." kısaltması kullanılmalıdır. Aynı yerde birden fazla kaynağa atıf yapılacaksa, kaynaklar tarih sırasına göre verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla eserine atıfta bulunulacaksa, yıla bitişik biçimde "a, b" şeklinde harflendirme yapılmalıdır.

*Metin içinde kullanıma örnekler:*

".....sebepl olmuştur (Ağaoğlu, 1999)."

"Davies ve Kempton (1975).....olabileceğini ifade etmişlerdir."

".....yavaş yavaş artar (Ho vd., 1983; Kaynaş ve Sürmeli, 1994)."

".....ifade edilmektedir (Doi, 1990a, b)."

#### **Yararlanılan kaynak kitap ise;**

Güneş, T., & Arıkan, R. (1988). Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1049, Ders Kitabı:305, 293 s., Ankara.

#### **Yararlanılan kaynak kitabın bir bölümü ise;**

Baysal, Ö., & Teixeira da Silva, J.A. (2006). Induced Resistance: A new approach in plant protection for floriculture and ornamental plants. pp. 231-237. In: Teixeira da Silva, J.A. (Ed.), Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology Advances and Topical Issues. Global Science Books, UK.

#### **Yararlanılan kaynak makale ise;**

Kara, S., Altındışli, A., Çoban, H., & İlter, E. (1997). Dormeks uygulamalarının yuvarlak çekirdeksiz üzüm çeşidinin uyanma, olgunlaşma ve sofralık üzüm kalitesine etkisi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2):1-2.

**Yararlanılan kaynak bildiri ise;**

Tandoğan, S., Uzun, H.İ., & Pekmezci, M. (1992). Asmalara farklı zaman ve dozlarda uygulanan hidrojen siyanamidin erkencilik üzerine etkileri. *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s:505-509.

**Yararlanılan kaynak internet ortamından alınmış ise;**

TÜİK (2010). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 16 Ekim 2012.

**Yararlanılan kaynak tez ise:**

Akpınar, I. (1990). Değişik turuncgil anaçları üzerine aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

**3.8. Şekiller ve Çizelgeler:** Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil"; sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde ilişkili oldukları kısma yerleştirilerek, ardışık biçimde numaralandırılmalıdır. Çizelge/Şekil başlığı ve metni 9 punto ile yazılmalıdır. Çizelgelerin başlığı çizelgelerin üstüne, şekillerin başlığı ise şeklin altına gelecek şekilde ve normal tümce düzeninde yazılmalıdır. Çizelge ve şekiller açıklama yazılarıyla bir bütün sayılarak, metinle aralarında bir satır boşluk olmalıdır.

Çizelge 1. -20°C'de depolanan *Dolycoris baccarum* yumurtalarının parazitlenme oranı ve parazitoit çıkış oranı

Depolama süresi (Ay)	Parazitlenme oranı (%)	Ergin çıkış oranı (%)
0	89.64 a*	87.34 a
1	79.52 b	85.21 a
2	66.53 c	71.71 b
3	59.24 cd	66.73 bc
4	49.66 def	59.43 c
5	44.91 ef	62.50 bc
6	48.76 ef	63.68 bc
7	51.63 de	72.47 b
8	39.77 fg	66.33 bc
9	33.11 gh	67.42 bc
10	27.63 h	66.25 bc
11	26.53 h	63.97 bc
12	27.08 h	58.92 c

\*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p> 0.05)

**3.9. Birimler:** Makalelerde SI (International System of Units) ölçü birimleri kullanılmalıdır. Ondalık ayırmalarda virgöl yerine nokta kullanılmalıdır (20,45 g yerine 20.45 g gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalıdır (1.42 g/cm<sup>3</sup> yerine 1.42 g cm<sup>-3</sup> yazılmalıdır). Binlik sayı gösterimlerinde noktalama işareti yerine boşluk kullanılmalıdır.

**4-**Yayımlanan makalelere ait her tür sorumluluk yazar(lar)a aittir.

**5-** Yazar(lar)a telif hakkı ödenmez. Makalenin yayımlandığı dergiden bir adet gönderilir.

## Guidelines

**1-** Derim welcomes original papers on all aspects of Agricultural Sciences in Turkish and English. Manuscripts submitted to the journal are reviewed in terms complying with Research and Publish Ethics considering international standards of COPE (Committee on Publication Ethics) for editors and authors. The journal is published twice a year in June and December of each year.

**2-** The manuscripts prepared according to the journal writing instructions should be uploaded to the system in <http://batem.dergipark.gov.tr/derim> web address. The responsible author has to enter ORCID number in the user profile of Dergipark system that is taken from the researcher identification system (<https://orcid.org/register>). For publishing manuscripts that are reviewed by the editorial board in terms of complying with the scope of the journal and instructions to authors and sent to the reviewers, the manuscripts have to be found as publishable by two reviewers and the editorial board. Excepting suggestions about additions and removals by reviewers and the editorial board, additions and removals in the manuscript after submission are not allowed.

**3-** The original research articles to be published in the journal should be prepared according to the following instructions:

**3.1 Margin and font:** All pages and lines should be numbered. The articles should be written in A4 size, single column, Arial font and double line spacing. 2.0 cm margin must be left from the top, bottom, left and right sides of the page. All headings and paragraphs must be left-justified and one line space between paragraphs must be left. The article should not exceed 16 pages including "Literature cited" section.

**3.2. Manuscript Title:** English and Turkish titles of the article should be clear, descriptive and not too long. The title must be arranged as sentence style, 11 point and bold.

**3.3. Authors Name(s):** Author name, surname and address information should not be included in the manuscript. This information must be added to the online form in the 3<sup>rd</sup> stage data form during uploading of the article. In the incoming form, the registered information of the user automatically comes up. For multiple authors, click on the Add Author button to add the other author (s) information to the relevant place (s) opened in the form. The author order can be changed with the help of arrows.

**3.4. Abstract and Keywords:** Articles should include Turkish and English abstracts that should not exceed 250 words. The initial letters of the abstract title must be capital, 11-size, and bold. A maximum of 5 keywords which indicate the subject should be given, with 1 blank space left below the abstract text. Keywords subtitle should be

left-aligned and bold with 11 pt, given words should start with capital letters, and semicolons should be placed between words and phrases.

**3.5. Text:** Body of text should be arranged in spelling rules below with regular font and 11-point size, two lines spacing after the Keywords. Section headings should be bold with the first letter capitalized. The subheadings should be bold, numbered and only first-word letter should be capitalized. The third-degree subtitles must be the normal sentence, italics and numbered (1. Introduction, 2.1. Plant material, 2.2.3. Disease severity). All headings should be aligned to the left, main headings should be spacing two line of the top and one line of the bottom and subheadings should be spacing one line of the top and one line of the bottom. The paragraphs should be left-aligned. Text body of the manuscript:

### **1. Introduction**

(In this section, the subject and aim of the study should be indicated, and previous works relating to the study should be summarized by relevant references),

### **2. Materials and Methods**

In this section, the materials and methods used in the study should be given clearly.

**3. Result and Discussion** (Results should be presented with information, figures and/or tables and references, moreover, similarities and/or differences of the results with the literature should be indicated, and the reasons of it should be discussed by avoiding unnecessary repeats.

**4. Conclusion** (In this section, findings should be evaluated in terms of the contribution to the science/practice with recommendations for future research),

### **3.6. Acknowledgements**

Acknowledgements must be typed without a page number, as brief as possible and referring to the contribution, in 11 point.

### **3.7. Citations and Literature Cited**

All references that are cited in the text should be written in this section according to the surnames of the authors in alphabetical order, Citations and Literature Cited must be typed in 9-point size including the title. When the references are cited in the text, citation should be written as a surname of the author, year. Moreover, "et al." is used for three or more authors. If more than one publications are cited at the same time, references should be given by chronological order. If there is more than one publication belong to the same author and same year, letters as "a, b" should be given adjacently to the year.

### **References in the text examples:**

“caused (Ağaoğlu, 1999).”

“Davies and Kempton (1975) have expressed.....”

“.....gradually increases (Ho et al., 1983; Kaynaş and Sürmeli, 1994).”

“.....is expressed (Doi, 1990a, b).”

### **Book:**

Güneş, T., Arıkan, R. 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1049, Ders Kitabı:305, 293 s., Ankara (In Turkish).

### **Chapter in Book:**

Baysal, Ö., Teixeira da Silva, J. A. 2006. Induced Resistance: A New Approach in Plant Protection for Floriculture and Ornamental Plants. pp. 231-237. In: Teixeira da Silva, J. A. (ed.), Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology Advances and Topical Issues. Global Science Books, UK.

### **Journal Paper:**

Kara, S., Altındişli, A., Çoban, H., İltter, E. 1997. Dormeks uygulamalarının yuvarlak çekirdeksiz üzüm çeşidinin uyanma, olgunlaşma ve sofralık üzüm kalitesine etkisi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34:1-2 (In Turkish).

### **Conference Proceedings:**

Tandoğan, S., Uzun, H.İ., Pekmezci, M. 1992. Asmalara farklı zaman ve dozlarda uygulanan hidrojen siyanamidin erkencilik üzerine etkileri. *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s:505-509 (In Turkish).

### **Website:**

FAO (2011). Agricultural Production Data. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home>. Date accessed: February 06, 2014.

### **Thesis:**

Akpınar, I. (1990). Değişik turuncgil anaçları üzerine aşılı washington navel, valencia ve moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana (In Turkish).



### 3.8. Figures and Tables

Figures, graphics, photographs should be referred to as “figure”; numerical values as “Table” and should be in the relevant section of the test and numbered respectively; information should be written below the figure, above the table in normal sentence style and in 9 point. Tables and figures should be part of the text and have a blank line between them. Tables should be organized in the manner shown below.

Table 4. Changes found in the fruit juice content of Valencia Late oranges (%)

Storage time (month)	Dörtyol			Samandağ		
	Average		Average	Average		
	4°C	6°C		4°C	6°C	
0	57.57	57.57	57.57 a*	57.88	57.88	57.88 ab
1	54.58	53.26	53.92 b	58.05	59.38	58.72 a
2	48.05	56.62	52.34 b	57.15	58.02	57.59 ac
3	53.23	54.32	53.78 b	56.23	57.32	56.78 ac
4	51.73	52.23	51.98 b	54.73	55.23	54.98 c
5	53.32	55.43	54.38 b	56.32	58.43	57.38 ac
6	51.21	53.78	52.50 b	54.21	56.78	55.50 bc

\* Within a row, means followed by different letters are significantly different (P<0.05)

### 3.9. Abbreviations

SI (International System of Units) should be used in the manuscript. Decimals should be shown with a dot instead of a comma. (20.45 g instead of 20,45). “/” should not be used (1.42 g cm<sup>-3</sup> should be written instead of 1,42 g/cm<sup>3</sup>). A blank space should be used instead of a punctuation mark for a thousand units.

**4-** Author(s) accept thorough responsibility for the publication.

**5-** Author(s) are not entitled to receive a royalty. A copy of the publication is sent to the authors.