

# DERİM

Cilt | **36**  
Volume

Sayı | **2**  
Number

Yıl | **2019**  
Year

ISSN 1300-3496  
e-ISSN 2149-2182

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı  
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Adına Sahibi

Owned on behalf of Republic of Turkey Ministry  
of Food, Agriculture and Livestock  
Batı Akdeniz Agricultural Research Institute

**Enstitü Müdürü Director of Institute**  
Dr. Abdullah ÜNLÜ

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü Publishing Manager**  
Dr. Betül SAYIN

**Grafik Tasarım Design**  
Aytekin AKTAŞ

# DERİM

Yılda 2 kez (Haziran-Aralık) yayınlanır Two issues are published per year (June-December)

DERİM aşağıdaki veri tabanları tarafından DERİM is abstracted/indexed by the databases  
taranmaktadır. below.

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL

CABI

DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

AGRIS

FSTA®

TÜBİTAK  
ULAKBİM

OpenAIRE  
Open Access Infrastructure for Research in Europe

Google  
Akademik

**Yayın Yönetim Yeri Administration Address**

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Demircikara Mahallesi Paşa Kavakları Caddesi No:11 Muratpaşa/ANTALYA

Tel:0 242 321 67 96

Fax:0 242 321 15 12

derim@derim.com.tr

<http://www.dergipark.ulakbim.gov.tr/derim>

<http://www.derim.com.tr>

**Editör/Editor Adres/Adress**

Dr. Betül SAYIN *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*

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

Doç. Dr. Köksal AYDİNŞAKİR *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*

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

- Doç. Dr. Ahmet ÜNVER *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya*
- Prof. Dr. Ali Osman DEMİR *Uludağ Üniversitesi, Bursa*
- Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA *Erciyes Üniversitesi, Kayseri*
- Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU *Ordu Üniversitesi, Ordu*
- Prof. Dr. Fikret YAŞAR *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van*
- Dr. Öğr. Üyesi Fulya ASLAY *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan*
- Prof. Dr. Füsun GÜLSER *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van*
- Dr. Öğr. Üyesi Gamze GÖĞER *Trakya Üniversitesi, Edirne*
- Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ *Ankara Üniversitesi, Ankara*
- Doç. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN *Ege Üniversitesi, İzmir*
- Prof. Dr. Gülcan ÖZKAN *Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*
- Prof. Dr. Güngör YILMAZ *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat*
- Prof. Dr. Halil KÜTÜK *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu*
- Prof. Dr. İbrahim ATALAY *Dokuz Eylül Üniversitesi Emekli Öğretim Üyesi, İzmir*
- Doç. Dr. İlknur SOLMAZ *Çukurova Üniversitesi, Adana*
- Doç. Dr. Keziban YAZICI *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize*
- Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARACAOĞLU *Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Malatya*
- Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU *Harran Üniversitesi, Şanlıurfa*
- Prof. Dr. Mehmet ZENGİN *Selçuk Üniversitesi, Konya*
- Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun*
- Doç. Dr. Mustafa KIRALAN *Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir*
- Prof. Dr. Numan HODA *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Dr. Öğr. Üyesi Onur KETENOĞLU *Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı*
- Prof. Dr. Serdar SATAR *Çukurova Üniversitesi, Adana*
- Prof. Dr. Şadiye GÖZLEKÇİ *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*
- Prof. Dr. Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU *Ankara Üniversitesi, Ankara*
- Doç. Dr. Tolga KARAKÖY *Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas*
- Prof. Dr. Tuba BİÇER *Dicle Üniversitesi, Diyarbakır*
- Doç. Dr. Zeynel DALKILIÇ *Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın*
- Zuhal SAÇTI *Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara*

<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>

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>CONTENTS</b>
<b>Araştırma Makaleleri</b>	<b>Research Articles</b>
<b>Bahçe Bitkileri</b>	<b>Horticulture</b>
Kivide ( <i>Actinidia deliciosa</i> cv. Hayward) farklı tozlama uygulamalarının meyve verim ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi Kemal Abdurrahim KAHRAMAN – Alper DARDENİZ	108-117 <i>The investigation of influences of different pollination treatments on fruit yield and quality in kiwifruit (Actinidia deliciosa cv. Hayward)</i> Kemal Abdurrahim KAHRAMAN – Alper DARDENİZ
Bazı domates genotiplerinin düşük sıcaklığa toleranslarının belirlenmesi Akin TEPE – Aylin KABAŞ	118-123 <i>Determination of low temperature tolerances of some tomato genotypes</i> Akin TEPE – Aylin KABAŞ
<i>Phytophthora capsici</i> 'ye dayanıklı bazı biber genotiplerinin SRAP ve SSR belirteçlerle genetik farklılıklarının belirlenmesi Münevver GÖÇMEN - Kazım ABAK	124-134 <i>Investigation of genetic diversity of different accessions of resistance against Phytophthora capsici L. using SRAP and SSR markers</i> Münevver GÖÇMEN - Kazım ABAK
Farklı anaçların 'Akko XIII' yenidoğuşu çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkileri Seyla TEPE - Mehmet Ali KOYUNCU	135-140 <i>Effect of different rootstocks on the fruit quality of loquat cv. 'Akko XIII'</i> Seyla TEPE - Mehmet Ali KOYUNCU
Araşidonik asidin patlıcan kallus süspansiyon kültüründe fitoaleksinin uyartımı üzerine etkisi Sevinç KIRAN – Ş.Şebnem ELLİALTIOĞLU	141-145 <i>The effect of arachidonic acid elicitor on phytoalexin stimulation in eggplant callus suspension culture</i> Sevinç KIRAN – Ş.Şebnem ELLİALTIOĞLU
<b>Bitki Koruma</b>	<b>Plant Protection</b>
Türkiye'nin Çukurova Bölgesi'nde süs bitkilerinde saptanan thrips (Thysanoptera) türleri Ekrem ATAKAN	146-153 <i>Thrips (Thysanoptera) species associated with ornamental plants in the Çukurova region of Turkey</i> Ekrem ATAKAN
Turunçgil bahçelerinde buprofezin etken maddesinin <i>Chilocorus bipustulatus</i> (Col: Coccinellidae)' a karşı yan etkilerinin belirlenmesi Tuba KAHRAMAN – Ali ÖZTOP	154-158 <i>Determination of the side effects of buprofezin on Chilocorus bipustulatus (Col: Coccinellidae) on citrus orchards</i> Tuba KAHRAMAN – Ali ÖZTOP

## İÇİNDEKİLER

## CONTENTS

## Araştırma Makaleleri

## Research Articles

## Gıda Bilimi ve Teknolojisi

## Food Science and Technology

Organik-inorganik hibrit nano çiçeklerin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) tohum ekstresi kullanılarak sentezi ve anti-mikrobiyal özelliklerinin araştırılması  
Cevahir ALTINKAYNAK - Nilay ILDIZ - Ayşe BALDEMİR - Nalan ÖZDEMİR - Vedat YILMAZ - İsmail ÖÇSOY

159-167

*Synthesis of organic-inorganic hybrid nanoflowers using Trigonella foenum-graecum seed extract and investigation of their anti-microbial activity*  
Cevahir ALTINKAYNAK - Nilay ILDIZ - Ayşe BALDEMİR - Nalan ÖZDEMİR - Vedat YILMAZ - İsmail ÖÇSOY

Farklı kurutma yöntemlerinin 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşenleri üzerine etkisi  
Mustafa KAPLAN - Okan LEVENT

168-176

*Effects of different drying methods on volatile organic compounds of 12-Kadioğlu apricot cultivar*  
Mustafa KAPLAN - Okan LEVENT

Türkiye piyasasında satışı sunulmuş olan bitkisel yağlar ve tereyağlarında polisiklik aromatik hidrokarbon miktarının tespit edilmesi  
S. Sezer KIRALAN - İsra TOPTANCI

177-182

*Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in butter and vegetable oils available in Turkish markets*  
S. Sezer KIRALAN - İsra TOPTANCI

## Tarımsal Yapılar ve Sulama

## Farm Structures and Irrigation

Harran ovasında sulama, drenaj ve toprak tuzluluğu etkileşimi  
Barış BAHÇECİ

183-191

*Interaction of irrigation, drainage and soil salinity in Harran Plain*  
Barış BAHÇECİ

Orta Karadeniz Bölgesi illerine ait toprak sıcaklıklarının yapay sinir ağı yöntemi ile tahmin edilmesi  
Filiz KARA- Bilal CEMEK

192-198

*Estimation of soil temperatures by using artificial neural networks for the provinces of Middle Black Sea Region*  
Filiz KARA- Bilal CEMEK

## Tarla Bitkileri

## Field Crops

Ekinezya (*Echinaceae purpurea* L.) bitkisinde tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin araştırılması  
Alya KARA - Murat TUNÇTÜRK - Rüveyde TUNÇTÜRK

199-206

*Investigation of the effects on some physiological parameters of salt stress and seaweed applications in echinacea (*Echinaceae purpurea* L.) plant*  
Alya KARA - Murat TUNÇTÜRK - Rüveyde TUNÇTÜRK

Sahil ve geçit kuşağına uygun tescilli ve yerel nohut çeşitlerinin Batı Akdeniz Bölgesi'nde yazlık ekim verim performanslarının değerlendirilmesi  
Çetin SAYILĞAN – Mehmet KOCATÜRK

207-216

*Evaluation of yield performance of some registered and landraces chickpea varieties in the Western Mediterranean region*  
Çetin SAYILĞAN – Mehmet KOCATÜRK

## İÇİNDEKİLER

## Araştırma Makaleleri

## Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Farklı fizyografya ünitelerinde gelişen yayla seracılığının zamansal ve mekansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS teknikleri ile belirlenmesi: Elmalı/Antalya örneği  
Kadir BUYURGAN – Sevda ALTUNBAŞ – Gafur GÖZÜKARA 217-227

## CONTENTS

## Research Articles

## Soil Science and Plant Nutrition

*Determination of spreading spring greenhouses areas on different physiographical units with remote sensing and GIS techniques: A key study from Elmalı/Antalya*  
Kadir BUYURGAN – Sevda ALTUNBAŞ – Gafur GÖZÜKARA



## Kivide (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) farklı tozlama uygulamalarının meyve verim ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi

Kemal Abdurrahim KAHRAMAN<sup>1</sup> Alper DARDENİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: kahraman.abdurrahim@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-7115-7860

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):108-117

doi: 10.16882/derim.2019.473148

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 22.10.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 25.11.2019



### Öz

Bu çalışmada, kivide (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) meyve kalitesini artırmak amacıyla farklı tozlama uygulamaları yapılmış ve Yalova İli koşullarında iki yıl boyunca yürütülmüştür. Araştırmada, açıkta tozlanma kontrol olarak kabul edilerek, ilave tozlama uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Kontrol dışındaki uygulamalar; açıkta tozlanma + elle tozlanma (AT+ET), açıkta tozlanma + suni tozlanma (AT+ST), arı tülüyle kapalı alanda bal arısıyla tozlanma (AKABAT), arı tülüyle kapalı alanda bombus arısıyla tozlamadır (AKABOAT). Araştırma sonucunda; açıkta serbest tozlanmaya ilave tozlama uygulamalarının meyve kalitesine etkileri önemli bulunmuş, arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlanma (AKABOAT) uygulamasının meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve tohum sayısı bakımından en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. Verim bakımından da açıkta tozlanma + suni tozlanma (AT+ST) ve arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlanma (AKABOAT) uygulamaları daha üstün bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Actinidia deliciosa*; Bal arısı; Bombus arısı; Çiçeklenme; Hayward

### The investigation of influences of different pollination treatments on fruit yield and quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

#### Abstract

Different pollination techniques were applied to improve fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) in the province of Yalova. Open pollination was considered as the control, and additional pollination experiments are conducted. Experiments except for control; were open pollination + hand pollination (AT+ET), open pollination + artificial pollination (AT+ST), pollination using honeybee area covered by bee-veil (AKABAT), and pollination using bumblebee area covered by bee-veil (AKABOAT). Results indicate that the effects of additional pollination applications on fruit quality were important, and AKABOAT gives the best results with regard to fruit weight, fruit diameter, fruit length and number of seed. In terms of yield, AT+ST and AKABOAT applications were found to be superior.

**Keywords:** *Actinidia deliciosa*; Bumblebee; Honeybee; Flowering; Hayward

### 1. Giriş

Kivi yetiştiriciliği ülkemizde yaklaşık otuz yıldır yapılmaktadır. Yalova'da Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde başlayan ilk çalışmalarla birlikte, Yalova yöresi ve Karadeniz Bölgesi'nde başlangıçta küçük alanlarda başlayan üretim, sonraki yıllarda hızla artmış ve yaygınlaşmıştır. 2000 yılında 1 400 ton olan kivi üretimi 2005 yılında 8 000 tona, 2010 yılında 26 554 tona, 2015 yılında 41 640 tona ve 2017 yılında ise 56 164 tona yükselmiştir (Anonim, 2018). Kivi yetiştiriciliğinde kaliteli meyve üretimini etkileyen başlıca faktörler; kış budamasında

bırakılan bir yaşlı dal ve bunlar üzerindeki göz sayıları (şarj), tomurcuk ve meyve seyretmeleri, kivi bağındaki erkek/dişi bitki oranı, çiçeklenme dönemi ve sonrasındaki iklim koşulları, sulama, toprak işleme, gübreleme gibi bakım işlemleri ve zamanında hasat yapılmasıdır.

Kivi iki evcikli (dioik) bir bitki olup, kivi bağlarının tesisinde tozlayıcı erkek bitkilerin yeterli miktarda bulundurulması gerekmektedir. Erkek bitkiler meyve vermediklerinden, bazı üreticiler düşük verim kaygısıyla erkek bitki sayısını düşük miktarda kullanmaktadır. Bu durumda, polen miktarı düşük olduğu için tozlanmadaki yetersizlik sebebiyle meyve kalitesi oldukça

düşmekte, hem kalite hem de verim olumsuz olarak etkilenmektedir. Erkek bitki sayısının artışı, tozlanma ve döllemenin yüksek oranda gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Döllemeyle elde edilen çekirdek sayısı artmakta, bu da meyve iriliğinin artışına zemin hazırlamaktadır. Kivide tozlanma hem böceklerle hem de rüzgârla gerçekleşmektedir. Tozlanmanın etkili şekilde yapılmasını sağlamak amacıyla; kivi başına bal arısı veya bombus arısı kovani ilavesi ya da elle tozlama uygulamaları yapılabilir. Ülkemizdeki kivi bağlarında genellikle kovan bulundurulmadığı, ancak arıların dışarıda bulunan uzaktaki kovanlardan geldiği üreticiler tarafından beyan edilmektedir.

Ülkemizde kivide tozlanma konusunda yapılan çalışmalar; çiçek morfolojisi, polen canlılığı ve çimlenmesi, kivin dölleme biyolojisi ve bal arısının tozlanmadaki önemi konularını kapsamaktadır (Sıralı ve Cangı, 2003; Zenginbal ve Özcan, 2005; Kuvancı vd., 2011). Yurtdışında kivin tozlanması konusunda çok sayıda araştırma çalışması yapılmış olup; bal arısıyla tozlanma, rüzgârla tozlanma, elle tozlama ve suni tozlama uygulamaları farklı şekillerde denenmiştir. Yapılan araştırmalarda meyve ağırlığı ile tohum sayısı arasında önemli bir ilişki tespit edilmiştir (Hopping ve Hacking, 1983; Vasilakakis vd., 1997; Razeto vd., 2005).

İtalya'da Testolin vd. (1991) tarafından yürütülen araştırmada açık alanda bal arısıyla tozlanma uygulaması meyve tutum oranı, meyve ağırlığı ve verim bakımından rüzgârla tozlanmaya kıyasla daha üstün bulunmuştur. Howpage vd. (2001)'nin Avustralya'da yürüttüğü araştırmada da açık alanda bal arısı kovani uygulamasından en yüksek meyve ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Costa vd. (1993)'nin yaptığı araştırmada ise elle tozlama uygulaması meyve büyüklüğü bakımından rüzgârla ve bal arısıyla tozlanma uygulamalarından daha iyi sonuç vermiştir. Gonzalez vd. (1998) tarafından İspanya'da yapılan araştırmada, rüzgârla tozlanma küçük meyve oluştururken; yüksek meyve tutum oranı ve iyi kalitedeki meyveler, bal arısıyla tozlanma ve elle tozlama uygulamalarından elde edilmiştir. Razeto vd. (2005)'nin Şili'de yaptığı araştırmada ise elle tozlama ve suni tozlama uygulamalarından iyi sonuç alındığı, bal arısı kovanlarının parselle konulmasının da meyve kalitesini artırdığı bildirilmiştir. Öte yandan kivi

tozlanmasında bombus arısının kullanıldığı Verona-İtalya'da yürütülen bir araştırmada meyve ağırlığı bakımından bombus arısı ve rüzgâr uygulamasının aynı grupta yer aldığı, çekirdek sayısı bakımından ise bombus arısı uygulamasının daha üstün olduğu belirlenmiştir (Lama vd., 2006).

Yapılan araştırmalarda kivide tozlama uygulamalarının meyve kalitesini artırdığı kanıtlanmıştır. Ancak ülkemizdeki genel üretici koşulları baz alındığında, çeşitli tozlanma uygulamalarının meyve verim ve kalitesinin ne derece etkileneceği bilinmemektedir. Hiçbir uygulamanın yapılmadığı bir alanın kontrol olarak alındığı ve daha önce aynı deneme kapsamında kullanılmayan dört farklı tozlanma uygulamasının karşılaştırıldığı bu çalışmada, meyve verim ve kalite kriterleri birçok parametre bakımından incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma, 'Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ndeki 8 yaşlı kivi bağında, 2010 (1. Yıl) ve 2011 (2. Yıl) yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü kivi bağı, 5 900 m<sup>2</sup> alanda T sistemi ile tesis edilmiş olup 5 x 4 metre aralık ve mesafeye sahiptir. *Actinidia deliciosa* cv. Hayward (dişi) ile tozlayıcı olarak *Actinidia deliciosa* cv. Tomuri (erkek) kivi çeşitlerinden oluşan kivi bağında erkek bitki/dişi bitki oranı; 1/5'tir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Deneme yerinin özellikleri ve yapılan uygulamalar

Araştırma parselindeki kış budamasında, dişi omcaların yıllık çubuklarında 10-12 göz olacak şekilde 250±10 göz/omca seviyesinde standart bir yükleme yapılmıştır (Samancı ve Uslu, 1996). Yaz budaması haziran sonu-temmuz başında standart şekilde gerçekleştirilmiş, omcaların yazlık sürgünlerinde son meyveden itibaren 6 adet yaprak bırakılarak uç alma işlemi yapılmıştır. Tozlanma denemesi her bir tekerrürde 5'er adet Hayward ve 1 adet Tomuri omcasından oluşacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Bu denemede ülkemizdeki kivi

bağlarının büyük çoğunluğundaki mevcut durum olan açıkta serbest tozlanma kontrol olarak alınmış ve buna ilave tozlama uygulamaları diğer uygulamalar olarak yürütülmüştür. Tozlanma denemesi uygulamaları; a) Açıkta tozlanma (kontrol) (AT(K)), b) Açıkta tozlanma + elle tozlama (AT+ET), c) Açıkta tozlanma + (toz püskürtme şeklinde) suni tozlama (AT+ST), d) Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlama (AKABAT) ve e) Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlama (AKABOAT) şeklinde yapılmıştır. Açıkta tozlanma (AT); herhangi bir arı kovanının bulunmadığı ancak dışarıdan arı girişine ve rüzgâra açık serbest tozlanma uygulamasıdır. Elle tozlama uygulaması (ET); Hayward kivi çeşidindeki çiçeklenmenin 5. ve 8. günlerinde erkek omcalardan (Tomuri) kopartılan çiçekli sürgünlerin dişi çiçekler üzerine 3 kez silkelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Suni tozlama uygulaması (ST) için, Tomuri kivi çeşidinde taç yaprakları açmak üzere olan çiçekler toplanarak anterleri ayrılmış ve 12 saat

süreyle lamba altında tutularak patlamaları sağlanmıştır. Daha sonra, ince bir elekten geçirilerek polenler ayrılmıştır. Ayrılan polenler %95 talk pudrası %5 polen oranında karıştırılarak, çiçeklenmenin 5. ve 8. günlerinde, açmış olan Hayward kivi çeşidinin çiçeklerine piset vasıtasıyla püskürtülmüştür (Şekil 2).

Bal arısı ve bombus arısı kullanılarak yapılan tozlama uygulamalarında her bir tekerrür için 5'er adet Hayward ve 1'er adet Tomuri omcası, çiçeklenme dönemi öncesinde metal iskelet içerisine alınarak arı tülü ile kapatılmıştır. Bal arısıyla tozlama uygulamasında (AKABAT), her bir tekerrür içerisine 2010 yılında 2 adet arılı çerçeve içeren mini kovan yerleştirilmiştir. Bal arılarının 2010 yılında her bir tekerrür içerisine sebebiyle, 2011 yılında her bir tekerrür içerisine yaklaşık 200 adet bal arısı içeren ana arı kutuları konulmuştur (Şekil 3). Bombus arısıyla tozlama uygulamasında (AKABOAT), her bir tekerrür içerisine 50 civarında bombus arısı içeren kovan konulmuştur (Şekil 4).



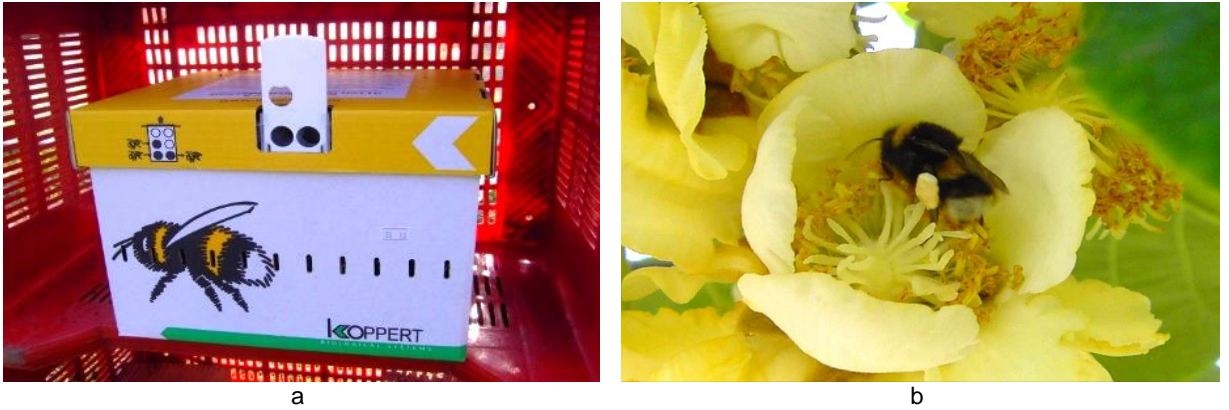
Şekil 1. Hayward kivi çeşidi çiçeklerine yapılan elle tozlama uygulamasından bir görünüm.



Şekil 2. Suni tozlama uygulaması için polenlerin talk pudrası ile karıştırılması uygulamasından bir görünüm (a) ve Talk pudrası ile karıştırılan polenlerin piset vasıtasıyla dişi çiçeklere püskürtülmesi uygulamasından bir görünüm (b).



Şekil 3. Bal arısıyla tozlama uygulamasının yapıldığı parselden bir görünüm (a, 2010 yılı), 2011 yılında bal arısıyla tozlama uygulamasında kullanılan ana arı kutusunun görünümü (b), Bal arılarının Tomuri (erkek) kivi çeşidinin çiçeklerini ziyaretinden bir görünüm (c) ve Peteklerdeki kivi polenlerinin görünümü (d).



Şekil 4. Bombus arısı kovanının bir görünümü (a) ve Bombus arılarının Hayward (dişi) kivi çeşidinin çiçeklerini ziyaretinden bir görünüm (b)

Bombus arıları *Bombus terrestris* türünden olup, Koppert Biy. Müc. ve Pol. Sis. San. ve Tic. Ltd. Şti.'den, Natupol tipi kovan içerisinde temin edilmiştir. Kivi çiçekleri nektar içermediklerinden bal ve bombus arılarına ek besleme yapılmıştır. Arı kovanları kivi bitkilerindeki çiçeklenmenin %10'a ulaştığı zaman yerleştirilmiş ve çiçeklenmenin bitimine kadar arı tülü içerisinde tutulmuştur. Bununla birlikte, deneme

parsellerinin tamamında, arıların yabancı ot çiçeklerine gitmemeleri için çiçeklenme öncesinde ot biçimi yapılmıştır.

#### 2.2.2. Uygulama sonuçlarının tespiti için yapılan analizlerin yöntemleri

Denemenin iki yılında da, hasat zamanında omca başına 16'şar adet meyve örneği

alınmıştır. Yeme olumu analizleri, hasat zamanında toplanan meyvelerin 2 ay süreyle 0°C sıcaklık ve %90–95 nisbi nem koşullarına sahip normal atmosferli soğuk depoda tutulmasının ardından yapılmıştır. Hasat zamanında; meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve eti sertliği (N), SÇKM (%), verim (kg/omca) ve TETA (titre edilebilir toplam asitlik) (%) özellikleri incelenmiştir. Yeme olumu zamanında (2 ay süre ile depolanmış meyvelerde) ise; meyve eti sertliği (N), SÇKM (%), TETA (%), C vitamini ve tohum sayısı özellikleri belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı ölçümleri hassas terazi, meyve eni ve boyu ölçümleri özel hazırlanmış ölçüm tahtası, %SÇKM dijital refraktometre, meyve eti sertliği ölçümleri ise masaüstü ayaklı penetrometre ile yapılmıştır. Meyve eti sertliği ölçümlerinde; meyve kabuğu meyvenin ekvator bölgesinden birbirine zıt iki bölgede bıçak yardımıyla soyulmuş, 8 mm uçlu sertlik ölçer ile kgf cinsinden ölçüm yapılarak Newton (N)'a çevrilmiştir. Omcaların verim değerleri için; hasat zamanında omcaların sürgünlerindeki bütün meyveler toplanıp arazide tartılarak kayıt altına alınmış ve omca başına verim değerleri elde edilmiştir. TETA (Titre edilebilir toplam asitlik) (%) ölçümünde, her örnek için alınan 10 ml meyve suyu 40 ml saf su ile karıştırılarak, üzerine 0.1 N NaOH çözeltisinden pH 8.1 olana kadar eklenmiş ve harcanan NaOH miktarı bulunarak sitrik asit cinsinden aşağıdaki Eşitlik 1 yardımıyla hesaplama yapılmıştır (Öz, 2006). TETA (%) ölçümleri 2 yinelemeli olarak gerçekleştirilmiştir.

Meyvede C vitamini analizi spektrofotometre yöntemiyle yapılmış, bu amaçla önce stok askorbik asit solüsyonu hazırlanmıştır. Askorbik asit için; %0.4'lük oksalik asit, %0.0012'lik 2.6 diklorofenol indofenol kullanılmıştır. Litrelük balon joje içerisinde 500 ml oksalik asit + 500 mg askorbik asit eritilmiş, 25 g'lık numune 175 ml oksalik asit ile karıştırılıp filtre kâğıdından süzülerek örnek hazırlanmıştır. Spektrofotometrede, kurvelere saf su konularak 100 ayarı yapıldıktan sonra sırasıyla L1 ve L2 (örnek) okumaları yapılmıştır. Her grubun örneğiyle önce 100 ayarı (1 ml örnek + 9 ml saf su) yapılmış ve 1 ml örnek + 9 ml boya çözeltisi konularak L2 okuması gerçekleştirilmiştir

$$\text{TETA (\%)} = \frac{[(\text{Harcanan NaOH miktarı} \times 0.064 \times 0.1 \text{ N}) / (\text{Kullanılan meyve suyu miktarı})] \times 100}{\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ A.A.} = \frac{[(L1-L2) \times K \times 100]}{[(\text{Numune miktarı})]}} \quad (1)$$

(Anonim, 1970). Aşağıdaki Eşitlik 2 yardımıyla askorbik asit miktarı hesaplanmıştır.

Meyvede tohum sayımı için çekirdek evi kat kat ayrılarak bütün tohumlar tek tek sayılmıştır. Denemede elde edilen verilerin istatistikî analizinde JMP 5.0.1 paket programı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Denemenin ilk yılında, farklı tozlama uygulamalarının meyve ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmakla birlikte en yüksek meyve ağırlığı değerlerinin AKABOAT, en düşük meyve ağırlığı değerlerinin ise AKABAT uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Denemenin ikinci yılında, en yüksek meyve ağırlığı değerleri yine AKABOAT, en düşük meyve ağırlığı değerleri ise AT (K) uygulamasından elde edilmiştir. Ortalamalar incelendiğinde; en fazla meyve ağırlığının AKABOAT uygulamasından, en düşük değerlerin AT (K) uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 1).

AKABAT uygulamasında, 2010 yılında her bir parselde (tekerrür) 2 adet aralı çerçeve içeren mini kovan konulmuş, ancak arıların stres yaşaması sonucunda tozlanmanın olumsuz etkilenmesiyle mevcut arı sayısı sonradan azaltılmıştır. 2011 yılında ise her bir parselde yaklaşık 200 adet arı içeren ana arı kutusu yerleştirilmesiyle bu sorun tamamen ortadan kalkmış ve bu uygulamanın meyve ağırlığı değerleri ikinci sıraya yükselmiştir (Çizelge 1). Denemenin ikinci yılında tüm uygulamalarda meyve ağırlığı değerlerinin, buna bağlı olarak da meyve eni ve meyve boyu değerlerinin ilk yıla kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, denemenin ikinci yılında ilkbahar mevsiminin daha serin geçmesinin etkisiyle çiçeklenmenin ilk yıla göre yaklaşık iki hafta gecikmesi ve Haziran ayına kalması, meyve tutumu sonrasında sıcak bir döneme denk gelmesi ve bu dönemde sulamada yaşanan kısa süreli bir sıkıntının omcaları belirli bir dönem strese sokmasıdır. Meyve büyüme döneminde gerçekleşen bu kısa süreli stresten denemenin kurulduğu kivi bağının tamamı etkilenmiştir.

Çizelge 1. Farklı tozlanma uygulamalarının hasat zamanında meyvenin fiziksel özellikleri ile ilgili bulgular

Farklı tozlanma uygulamaları	Meyve ağırlığı (g)			Meyve eni (mm)			Meyve boyu (mm)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
AT (K)	89.66	43.92d	66.79b	48.69	39.67c	44.18d	66.00	52.98c	59.49
AT+ET	90.95	49.60cd	70.27b	49.19	41.16b	45.18cd	66.56	55.11bc	60.84
AT+ST	91.15	53.32bc	72.24ab	49.25	41.90b	45.58bc	66.50	56.96ab	61.73
AKABAT	86.49	57.24ab	71.87b	49.81	43.43a	46.62ab	63.42	57.87ab	60.65
AKABOAT	95.73	61.59a	78.66a	49.75	43.67a	46.71a	67.00	60.02a	63.51
LSD	ÖD	6.35**	6.43*	ÖD	1.45**	1.11**	ÖD	3.12**	ÖD

ÖD: Önemli değil. \*:0.05 düzeyinde önemli. \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama. AT (K): Açıkta tozlanma (kontrol), AT+ET: Açıkta tozlanma + elle tozlama, AT+ST: Açıkta tozlanma + suni tozlama, AKABAT: Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlama, AKABOAT: Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlama.

Çizelge 2. Farklı tozlanma uygulamalarının verim değerleri

Farklı tozlanma uygulamaları	Verim (kg omca <sup>-1</sup> )		
	1. Yıl	2. Yıl	Ortalama
AT (K)	36.89	17.26b	27.08
AT+ET	36.19	17.83b	27.01
AT+ST	42.96	29.85a	36.41
AKABAT	29.06	26.20ab	27.63
AKABOAT	41.94	28.67a	35.31
LSD	ÖD	9.88*	ÖD

ÖD: Önemli değil. \*:0.05 düzeyinde önemli. \*\*:0.01 düzeyinde önemli. AT (K): Açıkta tozlanma (kontrol), AT+ET: Açıkta tozlanma + elle tozlama, AT+ST: Açıkta tozlanma + suni tozlama, AKABAT: Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlama, AKABOAT: Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlama.

Çizelge 3. Farklı tozlanma uygulamalarının hasat zamanında meyvenin kimyasal özelliklerine ait bulgular

Farklı tozlanma uygulamaları	%SÇKM			Meyve eti sertliği (N)			TETA (%)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
AT (K)	8.32a	8.09	8.21a	80.02	68.16c	74.14	1.95	1.66	1.81
AT+ET	8.05ab	7.84	7.95ab	76.98	68.65bc	72.86	1.91	1.73	1.82
AT+ST	7.73b	7.74	7.74b	79.92	73.26ac	76.59	1.89	1.66	1.78
AKABAT	8.21a	7.88	8.05a	79.34	77.77a	78.55	1.98	1.66	1.82
AKABOAT	8.30a	7.90	8.10a	80.90	75.02ab	77.96	1.94	1.68	1.81
LSD	0.41*	ÖD	0.29*	ÖD	6.47*	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

ÖD: Önemli değil. \*:0.05 düzeyinde önemli. \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama. AT (K): Açıkta tozlanma (kontrol), AT+ET: Açıkta tozlanma + elle tozlama, AT+ST: Açıkta tozlanma + suni tozlama, AKABAT: Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlama, AKABOAT: Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlama. %SÇKM değerlerinde açığı transformasyonu uygulanmıştır.

Uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisi; ilk yıl istatistikî olarak önemli bulunmamış, ikinci yıl önemli bulunmuştur (%1). İkinci yıl en fazla meyve ağırlığı AKABOAT uygulamasından elde edilirken (61.59 g, ort: 78.66 g), en düşük değer AT (K) uygulamasından elde (43.92 g, ort: 66.79 g) (Çizelge 1). Uygulamaların meyve eni ve meyve boyu üzerine etkileri, meyve ağırlığı üzerine etkileri ile benzer bulunmuştur. Uygulamalar arasında ilk yıl önemli bir farklılık bulunmamış, ikinci yıl en yüksek değerler arılı uygulamalardan elde edilmiştir. Meyve boyu değerleri incelendiğinde sadece ikinci yılda istatistikî olarak farklılık saptanmıştır. En yüksek meyve boyu AKABOAT (60.02 mm) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Verim değerleri incelendiğinde; 1. yıl ve ortalama değerlerde önemli bir farklılık belirlenememiş, ancak 2. yıl verim değerleri

istatistikî olarak önemli bulunmuştur (%5). Buna göre en yüksek değerler sırasıyla AT+ST (29.85 kg omca<sup>-1</sup>) ve AKABOAT (28.67 kg omca<sup>-1</sup>) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Uygulamaların %SÇKM üzerine etkileri sadece 2010 yılında önemli bulunmuştur. En yüksek %SÇKM; AT (K) (%8.32), AKABOAT (%8.30) ve AKABAT (%8.21) uygulamalarından elde edilirken, en düşük %SÇKM; AT+ST (%7.73) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Tozlanma uygulamalarının iki ay süre ile depolama sonrasındaki dönemde %SÇKM üzerine etkileri 2010 yılında önemli bulunmamış, 2011 yılında önemli bulunmuştur. 2011 yılında en yüksek %SÇKM, AT (K) (%16.59) ve AT+ET (%16.48) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı tozlanma uygulamalarının 2 ay süre ile depolanan meyvelerin kimyasal özelliklerine ait bulgular

Farklı tozlanma uygulamaları	%SÇKM			Meyve eti sertliği (N)			TETA (%)		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
AT (K)	15.70	16.59a	16.15a	13.63	7.55b	10.59	1.44	0.83a	1.14
AT+ET	15.95	16.48a	16.22a	13.83	8.43ab	11.18	1.38	0.79ab	1.09
AT+ST	15.53	15.49b	15.51b	12.45	9.41a	10.98	1.39	0.63bc	1.01
AKABAT	16.43	15.50b	15.97ab	11.87	9.71a	10.79	1.49	0.60c	1.05
AKABOAT	15.43	15.54b	15.49b	13.53	9.32a	11.47	1.41	0.60c	1.01
LSD	ÖD	0.59*	0.43*	ÖD	1.47*	ÖD	ÖD	0.58*	ÖD

ÖD: Önemli değil. \*:0.05 düzeyinde önemli. \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama. AT (K): Açıkta tozlanma (kontrol), AT+ET: Açıkta tozlanma + elle tozlanma, AT+ST: Açıkta tozlanma + suni tozlanma, AKABAT: Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlanma, AKABOAT: Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlanma. %SÇKM değerlerinde açığa transformasyonu uygulanmıştır.

Çizelge 5. Tozlanma denemesinde 2 ay süreyle depolama sonrasında C vitamini ve tohum sayısı verileri

Farklı tozlanma uygulamaları	C vitamini (mg 100 g <sup>-1</sup> )			Tohum sayısı (adet meyve <sup>-1</sup> )		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
AT (K)	161	184	173	1218c	1133	1176bc
AT+ET	152	176	164	1331b	1149	1240b
AT+ST	169	206	188	1320b	1272	1296ab
AKABAT	183	184	184	1010d	1104	1057c
AKABOAT	176	195	186	1415a	1421	1418a
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	61.28**	ÖD	125.47**

ÖD: Önemli değil. \*\*:0.01 düzeyinde önemli. Ort.: Ortalama. AT (K): Açıkta tozlanma (kontrol), AT+ET: Açıkta tozlanma + elle tozlanma, AT+ST: Açıkta tozlanma + suni tozlanma, AKABAT: Arı tülü ile kapalı alanda bal arısıyla tozlanma, AKABOAT: Arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlanma.

Uygulamaların hasat zamanındaki ve iki ay süreyle depolama sonrası dönemdeki meyve eti sertliği üzerine etkileri ikinci yılda önemli (%5) bulunmuştur. 2011 yılı hasat zamanındaki en yüksek meyve eti sertliği, AKABAT uygulamasında (77.77 N) tespit edilmiş, bunu AKABOAT uygulaması (75.02 N) takip etmiştir. En düşük meyve eti sertliği değerleri ise; AT (K) (68.16 N) ve AT+ET (68.65 N) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 3). 2011 yılında, iki ay süreyle depolama sonrası dönemde ise en yüksek meyve eti sertliği AKABAT (9.71), AT+ST (9.41) ve AKABOAT (9.32) uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Uygulamaların TETA (%) değerleri üzerine etkileri; hasat olumunda önemli bulunmazken, depolama sonrasında sadece ikinci yıl önemli bulunmuş, en yüksek değer AT (K) (%0.83) uygulamasından elde (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

TETA (%) değerleri, 2010 yılında hasat olumunda %1.90–2.00 düzeyindeyken, iki ay süreyle depolama sonrasında %1.35–1.50 seviyelerine düşmüştür. En düşük değerler AT+ET ve AT+ST uygulamalarından elde edilmiştir. 2011 yılında hasat olumunda %1.66–1.73 düzeylerinde bulunan TETA ise, depolama sonrasında %0.60–0.80 seviyelerine kadar azalmıştır. Depolama sonrasında en düşük değerler tozlanmada arıların kullanıldığı uygulamalardan alınmıştır. Ortalama sonuçlarda, hasat olumunda %1.80 düzeyinde

bulunan TETA, depolama sonrasında %1.00–1.15 seviyelerine düşmüştür. En düşük değerlerin ise, depolama sonrasında AT+ST ve AKABOAT uygulamalarından alındığı görülmektedir (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

Farklı tozlanma uygulamalarının kiviye C vitamini üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5). Farklı tozlanma uygulamalarının meyve başına tohum sayısı üzerine etkileri ilk yıl önemli (%1) bulunmuştur. En fazla tohum sayısı, AKABOAT uygulamasında (1415 adet meyve<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. En az tohum sayısı ise AKABAT uygulamasında (1010 adet meyve<sup>-1</sup>) saptanmıştır. Bu durumun, ilk yıl bal arısı sayısının fazla olması dolayısıyla arıların stres yaşamaları ve polenlerinin önemli bir kısmını kovanda toplamaları nedeniyle tozlanmada problem yaşanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Denemenin ikinci yılında en fazla tohum sayısı rakamsal olarak yine AKABOAT uygulamasında (1421 adet meyve<sup>-1</sup>) tespit edilmiş, ancak uygulamalar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 5). 2010 yılında AKABAT uygulamasında bal arılarının stres yaşamaları nedeniyle tozlanmanın sorunlu olarak gerçekleşmesi ve tohum sayısının azalması, meyvenin en/boy oranını da etkilemiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 5). Kiviye tozlanma konusunda özellikle bal arılarının kullanımını kapsayan birçok araştırma

yapılmıştır (Testolin vd., 1991; Costa vd., 1993; Vasilakakis vd., 1997; Gonzalez vd. 1998; Howpage vd., 2001; Razeto vd., 2005; Kuvancı vd., 2011). Bu araştırmalarda arı tülü ile kapalı alana bal arılarının konulduğu veya konulmadığı uygulamalar mevcut olduğu gibi, açık alanda bal arısı kovanlarının konulduğu uygulamalar da bulunmaktadır. Bal arısıyla tozlanma genellikle rüzgârla tozlanma ile karşılaştırılmış, bunun yanında çeşitli elle tozlama uygulamalarıyla da kıyaslama yapılmıştır.

Lama vd. (2006) tarafından yürütölen bir araştırmada, bombus arısıyla tozlama uygulaması, rüzgârla tozlama uygulamasıyla karşılaştırılmış olup, bombus arısıyla tozlanmada ortalama meyve ağırlığı ve tohum sayısı bakımından daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bizim araştırmamızda ise bal arısı ve bombus arısı ile tozlamalar aynı araştırma içerisinde ilk kez mukayese edilme imkânı bulmuş, ilave olarak elle ve suni tozlama uygulamalarına da yer verilmiştir. Bu uygulamalar, üreticinin tozlanmayı artırmak amacıyla ilave olarak yapabileceği uygulamalar olup, meyve kalitesi ve verimin hangi derecede etkileneceğini görebilmesi açısından önemli ve sonuçları pratiğe aktarılabilir olması için planlanmış olan uygulamalardır.

Bizim araştırmamızdaki ortalama değerlerde; AT (K) uygulamasında 66.79 g meyve ağırlığı, 27.08 kg omca<sup>-1</sup> verim ve 1175.5 adet tohum sayısı, AT+ET uygulamasında 70.27 g meyve ağırlığı, 27.01 kg omca<sup>-1</sup> verim ve 1240 adet tohum sayısı, AT+ST uygulamasında 72.24 g meyve ağırlığı, 36.41 kg omca<sup>-1</sup> verim ve 1296 adet tohum sayısı, AKABAT uygulamasında 71.87 g meyve ağırlığı, 27.63 kg omca<sup>-1</sup> verim ve 1057 adet tohum sayısı, AKABOAT uygulamasında ise 78.66 g meyve ağırlığı, 35.31 kg omca<sup>-1</sup> verim ve 1418 adet tohum sayısı tespit edilmiştir.

Kuvancı vd. (2011) ile Testolin vd. (1991) tarafından yürütölen araştırmalarda, açık alanda bal arısı kovani uygulaması yalnızca kovan konulmayan kafes ile karşılaştırıldığından, bu araştırmadaki farklı uygulamalar ile birebir örtüşmemektedir. Ancak, kivin tozlanmasında bal arısı faaliyetinin verim ve meyve kalitesini artırdığı literatürdeki bu araştırmalarla ortaya konulmuştur. Bizim araştırmamızda, kapalı alanda bal arısı kovani

ilavesiyle tozlamada her ne kadar ilk yıl (2010) arı stresiyle ilgili sorunlar yaşansa da, kontrole (AT) kıyasla ortalama meyve ağırlığında yaklaşık 5 g daha ağır meyveler elde edilmiştir. Costa vd. (1993) tarafından yürütölen diğer bir araştırmada, bal arısı kovaniyle tozlama hem açık hem de kapalı alanda denenmiş olup; meyve ağırlığı ve verim yönünden birbirine yakın sonuçlar alınmakla birlikte, kapalı alanda tozlamada nispeten daha yüksek rakamsal değerler elde edilmiştir. Buna karşın Howpage vd. (2001) tarafından yürütölen bir başka araştırmada, açıkta bal arısı kovani ilavesiyle tozlamada, ortalama meyve ağırlığı, kafes içerisindeki bal arısı kovani ilavesiyle tozlamaya kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda kapalı alanda bal arısı uygulaması mevcuttur, ancak açık alana bal arısı kovani konulmamıştır. Açık alanda serbest tozlanma uygulamasında (kontrol) bal arısı dışarıdan gelmektedir. AKABAT uygulamasında ortalama meyve ağırlığı AT(K)'e kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, bal arısıyla tozlama denemelerinin materyal ve yöntemleri ile çevresel koşullardan önemli derecede etkilendiğini göstermektedir.

Mevcut literatürde elle ve suni tozlama uygulamaları, açıkta serbest tozlanmaya kıyasla genellikle daha iyi sonuçlar vermektedir. Costa vd. (1993) tarafından yürütölen bir araştırmada en iyi sonuçlar, açıkta tozlanma + elle tozlama uygulamasından alınmıştır. Razeto vd. (2005) tarafından yürütölen bir araştırmada, elle tozlama mekanik tozlama (kuru) uygulamaları kontrolden daha iyi sonuçlar vermiştir. Gonzalez vd. (1998) tarafından yürütölen diğer bir araştırmada, elle tozlama uygulaması, hava akımlı makinenin kullanıldığı tozlama uygulaması ve serbest tozlanma uygulamasından daha iyi değerler vermiş, ortalama meyve ağırlığı hava akımlı makinenin kullanıldığı tozlama uygulamasında serbest tozlanma uygulamasına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bizim araştırmamızda da AT+ET ve AT+ST uygulamalarından, genellikle kontrole kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu bakımdan; Costa vd. (1993), Gonzalez vd. (1998) ve Razeto vd. (2005)'nin yaptıkları çalışmalarla elde edilen bulgular bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Öte yandan AT+ST uygulaması; verim, meyve ağırlığı ve tohum sayısı bakımından diğer iki uygulamaya kıyasla biraz daha ön plana çıkmıştır.



Yapılan uygulamalar içerisinde AKABOAT uygulamasından, özellikle meyve ağırlığı ve tohum sayısı bakımından en iyi sonuç alınmıştır. Bu uygulama verim bakımından da, AT+ST uygulaması ile birlikte en yüksek değeri veren uygulama olmuştur. Meyvelerdeki tohum sayısı ile meyve ağırlığı ve iriliği arasında önemli bir ilişkinin olduğu, daha önce yapılan araştırmalarla da ortaya konulmuştur (Hopping ve Hacking, 1983; Vasilakakis vd., 1997). Bu araştırmadan elde edilen bulgular mevcut literatür ile karşılaştırıldığında; kivi tozlanmasında bal arısı ve bombus arısı kullanımını ile elle ve suni tozlama uygulamalarının meyve kalitesini ve verimi artırdığı yönündeki bulgularımızın, diğer bulgular ile paralel olduğu belirlenmiştir. Arı kovanının kullanıldığı tozlanma uygulamaları, diğer tozlama uygulamalarının da yöntem gereği aynı parselde olması nedeniyle arı tülüyle kaplı parseller içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, bombus arısı kullanımının en iyi sonuçları verdiği görüldüğü de, bal arısı ve bombus arısı kullanımının tül ile kapatılmamış olan açık kivi parselinde denenmesinden de oldukça olumlu sonuçlar alınmasının mümkün olacağı düşünülmektedir. Zira özellikle araştırmanın ilk yılında arı tülüyle kapalı parsellerde bal arılarının aşırı stres yaşayarak tozlanmayı beklenen ölçülerde gerçekleştirememeleri neticesinde verim, meyve ağırlığı ve tohum sayısı gibi değerlerin çok düşük şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Ancak arı tülü ile kapatılmamış açık kivi parsellerine kovan konulduğunda, arılar kivi çiçeklerinin nektar içermemesi nedeniyle, daha çekici olan çevredeki başka bitki türlerinin çiçeklerine de yönelebilirler. Bu durum uçuş menzili daha yüksek olan bal arıları için daha fazla risk oluştursa da, bombus arı türü için de geçerlidir. Bununla birlikte, yine de yeterli sayıdaki arının tozlama ve döllenmeyi en ideal şekilde gerçekleştirebileceği düşünülmektedir. Bu bulgular ışığında, özellikle bombus arısı kullanımı olmak üzere ilave tozlama uygulamalarının, meyve ağırlığını artırmadaki etkisinin kontrole kıyasla önemli olduğu saptanmıştır.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada kivide farklı tozlama uygulamalarının verim ve kalite kriterleri üzerine

etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda; meyve ağırlığı, meyve eni ve tohum sayısı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiş olup; başta AKABOAT olmak üzere, ilave tozlama uygulamalarının meyve ağırlığı ve iriliğini artırdığı belirlenmiştir. Kivide, başta meyve ağırlığı olmak üzere meyve kalitesiyle birlikte, verimin de yüksek olması amaçlanmaktadır. Denemede, en yüksek meyve ağırlığı sırasıyla AKABOAT (78.66 g) ve AT+ST (72.24 g) uygulamalarından, en yüksek verim ise yine sırasıyla AT+ST (36.41 kg omca<sup>-1</sup>) ve AKABOAT (35.31 kg omca<sup>-1</sup>) uygulamalarından elde edilmiştir. Bu bakımdan AKABOAT uygulamasının en iyi uygulama olarak öne çıktığı, AT+ST uygulamasının ikinci iyi uygulama olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Bununla birlikte meyve eni bakımından en iyi değerler, AKABOAT ve AKABAT uygulamalarından elde edilmiştir. Olgunlukla ilgili parametreler incelendiğinde ise, sadece %SÇKM yönünden önemli farklılık bulunmuş olup; en düşük %SÇKM oranı AT+ST uygulamasından elde edilmiştir. Tozlanma uygulamaları bir arada değerlendirildiğinde, açıkta serbest tozlanmaya ilave tozlama uygulamalarının meyve kalitesine etkileri önemli bulunmuş, arı tülü ile kapalı alanda bombus arısıyla tozlama (AKABOAT) uygulamasının en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda; en önemli kriterler olan meyve ağırlığı ve verim üzerine en iyi etki yapan bombus arısı kullanımı ve suni tozlama uygulamaları üreticilere tavsiye edilmektedir.

#### Kaynakça

- Anonim, 1970. Association Official Analytical Chemist. PO box 540, Benjamin Franklin Station Washington DC 20044. P. 777-778.
- Anonim, 2018. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Erişim tarihi: 16.07.2018.
- Costa, G., Testolin, R., & Vizzotto, G. (1993). Kiwifruit Pollination: An Unbiased Estimate of Wind and Bee Contribution. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, (21):189-195.
- Gonzalez, M.V., Coque, M., & Herrero, M. (1998). Influence of Pollination Systems on Fruit Set and Fruit Quality in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Annual Application Biology*, 132: 349-355.
- Hopping, M.E., & Hacking, N.J.A. (1983). A Comparison of Pollen Application Methods for the Artificial Pollination of Kiwifruit. *ISHS Acta Horticulturae* 139, Fruit Set and Development, Hamburg, Almanya, 41-50.
- Howpage, D., Vithanage, V., & Spooner-Hart, R. (2001). Influence of honey bee (*Apis mellifera*) on Kiwifruit pollination and fruit quality under

- australian conditions. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, (29): 51–59.
- Kuvancı, A., Güler, A., İslam, A., Karaoğlan, Y., Aksoy, F., Duman, M., & Namdar, T. (2011). Bal Arısının (*Apis mellifera* L.) Kivi Bitkisi Üzerindeki Aktivitesi ve Polinasyonuna Olan Etkisinin Araştırılması. Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 10, Ordu.
- Lama, R., Venturi, A., Zanforlin, E., & Mori, N. (2006). Activity of TRIPOL (*Bombus terrestris*) in Kiwi Pollination. Tripol Koppert Italia S.r.l.
- Öz, A.T. (2006). Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Kivilerde Normal ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Soğuk Muhafaza Süresinin Etilen Biyosentezine Etkisi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Razeto, B., Reginato, G., & Larrain, A. (2005). Hand and machine pollination of kiwifruit. *International Journal of Fruit Science*, 1553-8362: (5) 37–44.
- Samancı, H., & Uslu, İ. (1996). Kivi Yetiştiriciliğinde Yükleme Şekli ve Meyve Yükünün Verim Kalite ve Asma Gelişimine Etkileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayın No: 60, Yalova.
- Sıralı, R., & Cangı, R. (2003). Kivi yetiştiriciliğinde tozlanma ve bal arısı (*Apis mellifera* L.)'nin önemi. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, s:52–56.
- Testolin, R., Vizzotto, G., & Costa, G. (1991). Kiwifruit pollination by wind and insects in Italy. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, (19): 381–384.
- Vasilakakis, M., Papadopoulou, K., & Papageorgiou, E. (1997). Factors affecting the fruit size of "Hayward" kiwifruit. *Acta Horticulturae* 444(1):419–424.
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2005). Kivinin (*Actinidia chinensis* Planch.) dölleme biyolojisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):98–105.

## Determination of low temperature tolerances of some tomato genotypes

Akın TEPE<sup>1</sup> Aylin KABAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya

<sup>2</sup> Akdeniz University Manavgat Vocational Scholl, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:akin.tepe@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0003-0043-1524

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):118-123

doi: 10.16882/derim.2019.529217

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 19.02.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 15.10.2019



### Abstract

Low temperature is one of the most important environmental stress factors. In this study, 9 of pure lines at the F<sub>9</sub> stage which belonged to Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (BATEM) were used as a plant material to determine the lines tolerant to low temperatures. Low temperature applications were carried out in vegetative and generative stages. *Solanum hirsutum* (LA 1777) and 2 commercial varieties; (Cigdem F<sub>1</sub> and Anıt F<sub>1</sub>) used as tolerant genotypes (Control). The tomato seeds were germinated and grown in a mixture of peat and perlite (1:1 v/v). When the seedlings reached two true leaf stages, they were taken to the temperature, humidity and light controlled growth chamber for low temperature applications in vegetative test. At the vegetative test, plants were exposed to the 5±1°C, at light intensity 350 µmol m<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup> for five days. In the generative tests, the genotypes were selfed in the growth chamber with 5±1°C and 180 µmol m<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup> of light intensity and taken to the greenhouse for fruit set after three days. As a result, it was determined that genotypes 5 and 6 were found as tolerant to the low temperatures in terms of dry matter production and seed amount both in vegetative and generative stages.

**Keywords:** Abiotic stress; Cold tolerance; Chilling tolerance, Wild genotypes

### Bazı domates genotiplerinin düşük sıcaklığa toleranslarının belirlenmesi

#### Öz

Düşük sıcaklık en önemli çevresel stres faktörlerinden biridir. Bu çalışmada, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne (BATEM) ait F<sub>9</sub> kademesindeki 9 adet saf hat kullanılmıştır. Düşük sıcaklık uygulamaları vejetatif ve generatif dönemlerde gerçekleştirilmiştir. *Solanum hirsutum* (LA 1777) ve iki adet ticari domates çeşidi (Cigdem F<sub>1</sub> ve Anıt F<sub>1</sub>) tolerant genotipler olarak kullanılmıştır. Domates tohumları 1:1 oranında torf ve perlit karışımında çimlendirilmiştir. Fideler iki gerçek yaprak aşamasına ulaştığında vejetatif testleme için sıcaklık, nem ve ışık kontrollü bitki büyüme odasına alınmıştır. Vejetatif testlemede bitkiler beş gün boyunca 350 µmol m<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup> ışık yoğunluğunda 5±1°C'ye maruz bırakılmıştır. Generatif testlemede, genotipler 180 µmol m<sup>-2</sup> sn<sup>-1</sup> ışık yoğunluğunda 5±1°C'de kendilenmiş ve üç gün sonra meyve tutumu için seraya alınmıştır. Sonuç olarak, 5 ve 6 numaralı genotiplerin hem vejetatif hem de generatif dönemlerde kuru madde üretimi ve tohum miktarı açısından düşük sıcaklıklara toleranslı olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Abiyotik stres; Soğuk toleransı; Düşük sıcaklık; Yabani genotipler

### 1. Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a single-year plant which belongs to the family Solanaceae. Gene center is South and Central America and is known to spread from America to Europe from there to the whole world. 100 g of tomato contains, 21 mg vitamin C, 1700 IU vitamin A, 0.10 mg vitamin B1 and 0.55 mg vitamin B6. Vitamin C is known antioxidant properties of vitamins and tomato is one of the important sources of this vitamin. Its production and trade, constitutes one of the most important

product group of fresh vegetables in Turkey as well (Gulistan, 2006). In terms of the production amount, Turkey, ranked fourth after China, India and the United States. Major abiotic stresses (drought, salt and high temperature) adversely affect growth and productivity and threaten food security Bita and Gerats (2013). The plants respond and survive at physiological and biochemical levels with molecular and cellular levels under stress conditions (Sanghera et al., 2011). The most studied abiotic stress factor is low temperature stress (Gokmen, 2006).

Cold stress is an important environmental factor limiting the agricultural productivity of plants grown in hilly areas. Many species of tropical or subtropical origin are injured or die due to the low temperatures. Tomato is one of the most affected plant by this problem. Tomato genotypes have shown important variation against low temperature stress (Koroleva et al., 2000). Low temperature stress usually occurs at temperatures below 15°C and it causes growth disorders and decrease of yield in serious dimensions due to the severity of stress in plants. Especially tomatoes which were grown under greenhouse conditions in winter season, shows yield loss in serious dimensions caused by low temperature stress. These problems can occur from germination to the fruit formation stage (Gokmen, 2006).

Under low heat conditions (the minimum temperatures below 10-12°C at nights), the number of pollens decrease and deformations happen in flower organs and sex cells thus such developmental disorders greatly reduce the yield (Dasgan et al., 1994). In the generative period of tomatoes, the time that spent at low temperatures is also very important as much as how much cold stress a potential cold temperature develops. Even when marginally low temperatures are applied (8/16°C) the rate of pollens and pollen liveliness of tomato plants is affected dramatically quick and this suggests that the tolerance of genotype differs from another genotype. For example, whereas pollens decreased by 60% in the 227/1 genotype as a result of 4 days low temperature stress, the LM 513 genotype stayed stable (Ozturk et al., 2006). In addition to high viability and germination ability of pollens for fruit or seed production in a plant genotype, the amount of pollen produced in anthers should be high and the whole of the pollen formed in anthers can not reach the toes or even if it does, it has been indicated that there is no suitable environment for germination here (Keles, 2007). The wilting and dryness caused by cold stress in sensitive plants, it is the result of the loss of the hydraulic conductivity of the roots. In addition to this, plants lose their turgor at low temperatures, and malfunction of stomatal control, causes further increasing water loss. The second, the photo-oxidative damage occurring on the leaves when the cold and the direct sunlight are together (Aroca et al., 2001; Hutchison and Groom,

2000; Venema et al., 2000). Photooxidative damage means that, low or high temperature, which limits crop production, cell destruction caused by environmental stress factors such as drought, it is mainly catalyzed by toxic O<sub>2</sub> derivatives (Inze and Van Montagu, 1995; Foyer et al., 1997). In recent years both in classical breeding studies and in molecular and physiological research, the development of new genotypes that are tolerant to low temperature stress and the identification of role-playing mechanisms are increasingly emphasized (Truco et al., 2000; Fellner and Shawney, 2001). Ma et al. (2015) recently pointed out that a protein (COLD1) is required for cold stress sensing in rice and for tolerance of cooling (0-15°C) in rice subpopulations of Nipponbare. Lately, chilling-responsive microRNAs have been detected in several plant species. Even so, little is known about the miRNAs in the model plant tomato. Also 'LA1777' (*Solanum habrochaites*) has been shown to survive chilling stress due to its diverse characteristics (Cao et al., 2014). Among the tomato varieties, the number of varieties suited to the winter season stage cultivation is very small.

The aim of this study is to determine the low temperature performance of the genotypes in the BATEM tomatoes gene pool. Also; thanks to the genotypes to be determined by the study; development of varieties suitable for winter season breeding, getting more and better quality products from unit area, tolerance to other abiotic stress factors, reduction in heating costs, the genotypes to be determined will contribute to the emergence of new and superior hybrids carrying several qualities together.

## 2. Material and Methods

This project was conducted at Bati Akdeniz Agricultural Research Institute (BATEM) Antalya/Turkey, in 2018 autumn season. In the low temperature tests were used nine pure tomato lines developed in BATEM and three tolerant genotypes (*Solanum hirsutum* (LA1777), Cigdem F<sub>1</sub>, Anit F<sub>1</sub>). *Solanum hirsutum* (LA1777) is a wild genotype. Cigdem F<sub>1</sub> and Anit F<sub>1</sub> are suitable for late autumn and single plantation. Vegetative and generative testing methods were used to determine tolerant genotypes.

## 2.1. Vegetative testing

The method used by Kantar (2016) was optimized. The seeds of the materials were planted in 2 sets for the greenhouse and controlled (temperature, humidity and light) plant growing room. 10 plants from each genotypes were used in low temperature applications and trial was planned with 3 replications. The seedlings were irrigated with the modified nutrient solution (Gokmen, 2006) until the 2 leaf stage. When the seedlings arrived at the 2 true leaf stage, they were taken to the temperature, humidity and light controlled plant growing room. They were treated with cold for 5 days. Day/night temperature values were  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  in there. The genotypes in the control series were kept in the greenhouse with day and night temperatures  $28/18\pm 1^{\circ}\text{C}$ . During the test, the light intensity was maintained at  $350\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{sec}^{-1}$ .

Low temperature stress applied and every plant in the trials in which the control plants were involved were determined g ( $\pm 0.1$ ) fresh weights by weighing on a precision scale and the dry weight was recorded as g after 72 hours of drying at  $65^{\circ}\text{C}$  sterilizer.  $\text{TI}_{\text{VG}}$  was calculated according to dry matter produce of genotypes cold appliciated-non appliciated (control) and analyzed statistically (Öztürk, 2006).

$$\text{TI}_{\text{VG}} = (\text{Application} / \text{Control}) * 100$$

The vegetative growth cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{VG}}$ ) were calculated by determining the dry matter production in the genotypes applied at the end of the vegetative test and the genotypes found in the control series.

## 2.2. Generative testing

After, reached the stage of 2 true leaves, tomato seedlings were transplanted to the 3 liters pots, filled with the mixture of peat and perlite (1:1 v/v). This stage was planned with as five replicates. Two commercial varieties 'Cigdem F<sub>1</sub> and Anit F<sub>1</sub>' with wild *S. hirsutum* (LA 1777) were used as controls. The plants were grown in the greenhouse till the anthesis stage, then they were taken to the growth chamber.

The genotypes were selfed in the growth chamber at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $180\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{sec}^{-1}$  of

light intensity and three days later they were taken to the greenhouse for fruit set. Generative growth cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{GG}}$ ) was determined according to amounts seed of genotypes cold appliciated, non-appliciated (control) and analyzed statistically. Statistical analysis of the cold tolerance index of the genotypes performed by vegetative and generative tests was done by using the Jump program.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Vegetative testing

Vegetative growth cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{VG}}$ ) was given in Figure 1. As it is seen in Figure 1, ( $\text{TI}_{\text{VG}}$ ) dry matter production of genotypes in vegetative testing stage varied between 15% and 40%. The highest  $\text{TI}_{\text{VG}}$  for dry matter production was found in genotypes 5 and 6 as 40%.  $\text{TI}_{\text{VG}}$  values which were related to the dry matter production of the genotypes were subjected to the statistical analyzes, it was found that genotypes 5 and 6 took the first place according to the controls.

In the study conducted by Gokmen (2006), stated that dry matter production of some genotypes shows significant differences depending on the duration of and the degree low temperature. Different tomato genotypes were exposed to low temperature ( $2^{\circ}\text{C}$ ) at different periods of time and on 8. day researchers stated that the cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{VG}}$ ) of dry matter production of genotypes varied between 37% and 52%. Foolad and Lin (2001) reported that the dry matter production of the genotypes which were exposed to cold stress varied between 12% and 34%. In our study, the cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{VG}}$ ) of the dry matter production of tomato genotypes exposed to  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  cold for 5 days varied between 15% and 40%. According to these results, the tomato genotypes used in our study showed different cold tolerance index during 5 days at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , for this reason, it can be said our results compatible with the literature.

### 3.2. Generative testing

The seed ratios and generative growth cold tolerance index ( $\text{TI}_{\text{GG}}$ ) of the genotypes are given in Figure 2.

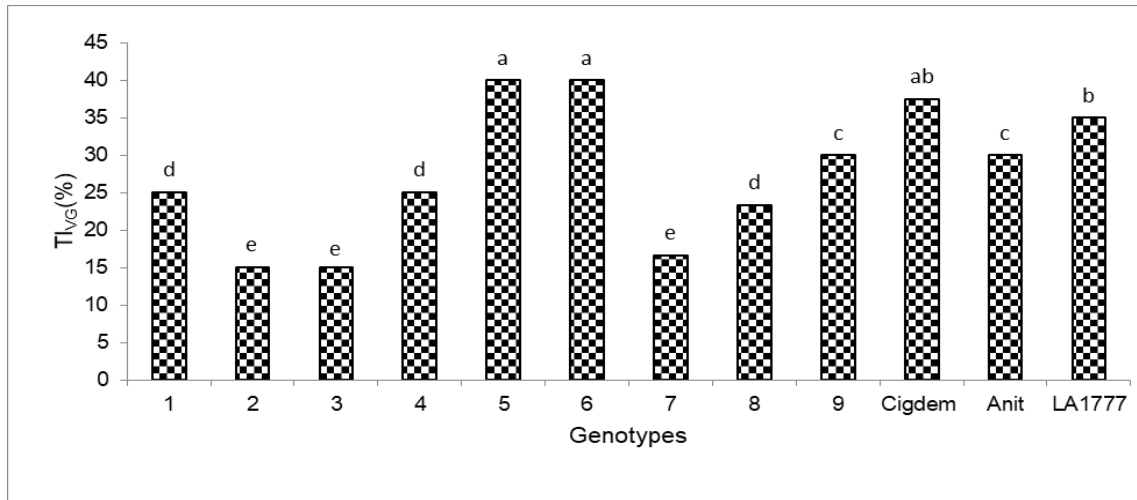


Figure 1. Cold tolerance index(TI<sub>VG</sub>) of dry matter production of genotypes

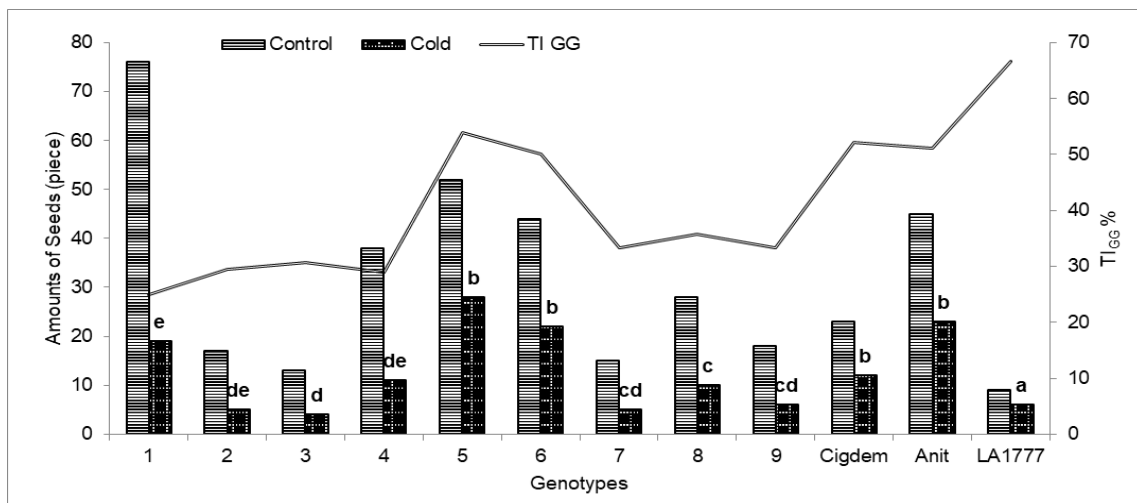


Figure 2. Cold tolerance index (TI<sub>GG</sub>) of genotypes seed amount rates

When the seed numbers obtained from the control treatment were considered, it was understood that cold application caused the decrease almost 50%. In some genotypes, the number of seeds decreased by 80%. The wild genotype ranked first in the tolerance index (TI<sub>GG</sub>) of seed quantities. On the other hand genotypes 5 and 6 were in the same group with control commercial varieties. As it is seen in Figure 2 generative growth tolerance index (TI<sub>GG</sub>) were investigated with respect to seed amounts rates of cold applied and non-applied genotypes. While the cold activity was found to be 67% in the highest wild genotype, numbers 5 and 6 genotype, commercial varieties Anit F<sub>1</sub> and Cigdem F<sub>1</sub> were found to be 54%, 50%, 51% and 52%, respectively. Venema et al. (2008), reported that low-temperature tolerant tomato rootstocks are not yet available. For this

purpose, the soil temperatures and air temperatures with optimum 15/25°C in different combinations were determined the rootstock performance. As a result, *S. habrochaites* LA1777 appeared to be a valuable genotype in order to increase the low temperature tolerance of commercial tomato rootstocks. The genotype of LA1777 was found to be tolerant in the results obtained from our study.

As it is seen in Figure 3, the correlation between dry matter cold tolerance index (TI<sub>VG</sub>) that we used to identify tolerant genotypes at low temperatures and seed amount rates was found  $r = 0.77$ . Tomato fruit is one of the most consumed species among the vegetables. Environmental factors have important effects on plant development. Jouyban et al. (2013) reported that low temperatures (1-10°C) lead to

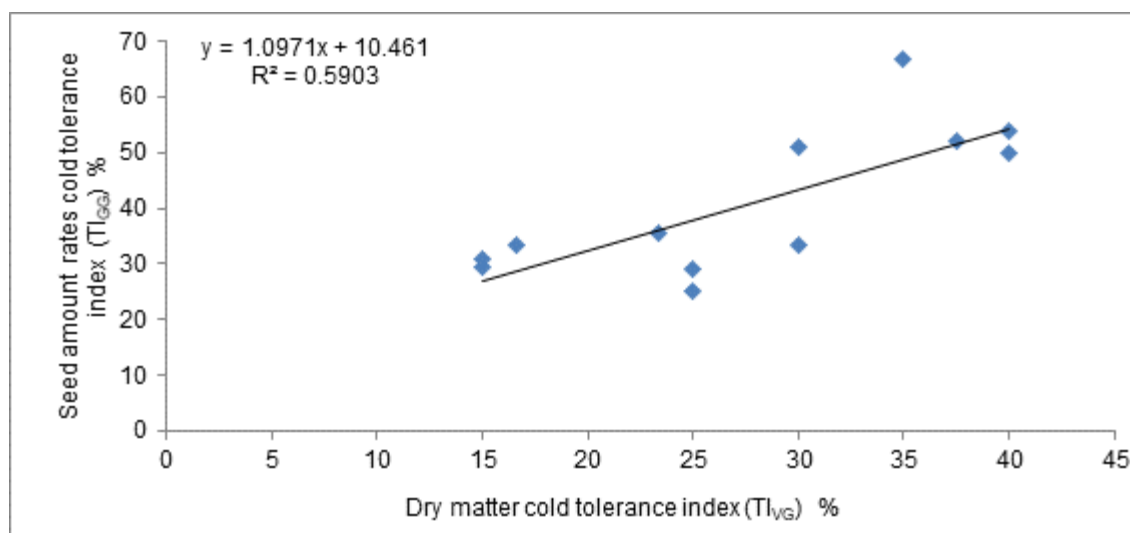


Figure 3. Relationship between dry matter cold tolerance index(TI<sub>VG</sub>) and seed amounts rates cold tolerance index(TI<sub>GG</sub>)

significant physiological changes on tropic and subtropic vegetable species and susceptible plants exposed to low temperature cause deterioration in the physiological process like water regime, nutrient uptake, photosynthesis and respiration. One of the plant species most affected by low temperature is the tomato.

Identification of new genotypes with low temperature tolerance and physiological characterization of tolerance will increase the speed of selection and breeding work. Therefore, this study was conducted to find new genotypes tolerant to low temperatures. In this study, 9 commercial tomatoes and 2 commercial varieties and one wild tomato genotype were used. In identifying cold stress tolerant lines, plant dry matter production in vegetative testing, and in the generative test, cold tolerance index was calculated by considering the seed amount rates. In vegetative and generative testing, while the cold tolerance index (TI<sub>VG</sub>) of genotypes 5 and 6 were ranked first in the dry matter production according to the cold tolerance index (TI<sub>GG</sub>) of the tomato varieties used in the winter season cultivation on the market, they were found to be in the same group in terms of seed quantity. Many studies have been done to identify cold stress tolerant genotypes. Different criteria such as leaf cell damage, chlorophyll content, dry matter production, antioxidative content in genotypes have been investigated. Cold tolerance of tomato genotypes do not seem to

be sufficient to explain changes in antioxidative systems alone. Therefore, determining the cold activity of tomatoes may also play a role in different plant characteristics such as osmotic potential, root hydraulic conductivity, photosynthetic activity (Gokmen, 2006). In our study, determining cold stress tolerance of the used genotypes together with dry matter production and the seed amount rates were taken into account in the generative stage, it is seen that the correlations of these two criteria have a value of 77%.

#### 4. Conclusion

According to these results, the tolerant genotypes 5 and 6 have shown the same performance as the tomato varieties which are most preferred by producers in the market for winter season cultivation and these genotypes can be used to develop cold tolerant varieties.

#### Acknowledgement

The study was supported by Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Agricultural Research and Policies (Project no: BBAD/16/A09/P01/01).

#### References

- Aroca, R., Irigoyen, J.J., & Sanchez-Diaz, M. (2001). Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against oxidative stress during chilling and subsequent recovery in two maize

- varieties differing in chilling sensitivity. *Plant Science*, 161:719-726.
- Bitá, C.E., Gerats, T. (2013) Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers In Plant Science*, 4:273.
- Cao, X., Wu, Z., Jiang, F., Zhou, R., & Yang, Z. (2014). Identification of chilling stress-responsive tomato micrnas and their target genes by high-throughput sequencing and degradome analysis. *BMC Genomics*, 15:1130-?.
- Dasgan, H.Y., Abak, K., & Baytorun, N. (1994). İki farklı gece sıcaklığına sahip serada yetişen domates bitkilerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenmeleri. *Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s:12-16.
- Fellner, M., & Shawney, V.K. (2001). Seed germination in a tomato male-sterile mutant is resistant to osmotic, salt and low-temperature stresses. *Theoretical and Applied Genetics*, 102:215-221.
- Foolad, M.R., Lin, G.Y. (2001). Genetic analysis of cold tolerance during vegetative growth in tomato, *Lycopersicon esculentum* mill. *Euphytica*, 122:105-111.
- Foyer, C.H., Lopez-Delgado, H., Dat, J.F., & Scott, I.M. (1997). Hydrogen peroxide- and glutathione-ass. mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiologia Plantarum*, 100:241-254.
- Gökmen, Ö.Ö. (2006). Domateste soğuk stresinin antioksidatif mekanizmalar yönünden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Gülistan, E. (2006). Tarımsal ürünlerde üretim fiyat ilişkisinin koyek yaklaşımı ile analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2):17-24.
- Hutchison, R.S., & Groom, Q.D.R. (2000). Differential effects of chilling induced photooxidation on the redox regulation of photosynthetic enzymes. *Biochemistry*, 39:6679-6688.
- Inze, D., & Van Montagu, M. (1995). Oxidative stress in plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 6:153-158.
- Jouyban, Z., Hasanzade, R., & Shaarafi, S. (2013). Chilling stress in plants. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(24):2961-2968.
- Kantar, F., Certel, B.T., Tepe, A., Gözen, V., Çiftçi, V., İkten, H., & Toker, C. (2016). Phenotyping phaseolus sp. germplasm for chilling tolerance at seedling stage. *2<sup>nd</sup> General Cost Meeting*, p:78, Copenhagen, Denmark.
- Keleş, D. (2007). Farklı biber genotiplerinin karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Koroleva, O.Y., Krause, G.H., & Bruggemann, W. (2000). Effects of long-term chilling under excessive light on xanthophyll cycle activity and non-photochemical fluorescence quenching in lycopersicon genotypes. *Journal of Plant Physiology*, 156:341-349.
- Ma, Y., Dai, X., Xu, Y., Luo, W., Zheng, X., Zeng, D., Pan, Y., Lin, X., Liu, H., & Zhang, D. (2015). Cold1 confers chilling tolerance in rice. *Cell*, 160:1209-1221.
- Ozturk, L., Çakmak, İ., & Daşgan, H.Y. (2006). Domateste düşük sıcaklık stresine tolerans ve antioksidatif savunma mekanizmaları. Proje No: Togtag-2916 Raporu. Adana.
- Sanghera, G.S., Wani, S.H., Hussain, W., & Singh, N.B. (2011). Engineering cold stress tolerance in crop plants. *Current Genomics*, 12(1):30-43.
- Sevgican, A. (1999). Örtüaltı Sebzeçiliği, Cilt-1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 528, 302 s., İzmir.
- Truco, M.J., Randall, L.B., & Bloom, A.J. (2000). Detection of QTLs associated with shoot wilting and root ammonium uptake under chilling temperatures in an interspecific backcross population from *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 101:1082-1092.
- Venema, J.H., Eekhof, M., & Van Hasselt, P.R. (2000). Analysis of low temperature tolerance of a tomato (*Lycopersicon esculentum*) cybrid with chloroplast from a more chilling-tolerant *L.hirsutum* accession, *Annals of Botany*, 85:799-807.
- Venema, J.H., Eekhof, M., Boukelien, E.D., Jozé, M.B., van Hasselt, P.R., Theo, J., & Elzenga, M. (2008). Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3):359-367.



## ***Phytophthora capsici*'ye dayanıklı bazı biber genotiplerinin SRAP ve SSR belirteçlerle genetik farklılıklarının belirlenmesi**

Münevver GÖÇMEN<sup>1</sup> Kazım ABAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Emekli Ziraat Yüksek Mühendisi, Antalya

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

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: gocmenmunevver@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8445-2068

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):124-134

doi:10.16882/derim.2019.557877

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 25.04.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 11.09.2019



### **Öz**

Dünyada biber yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli hastalıklardan birisi, kök boğazı yanıklığıdır. Bazı başka türlerde olduğu gibi *Capsicum annuum* L. türüne ait farklı genotiplerde de etmene karşı dayanıklılık kaynakları mevcuttur. Dayanıklılık düzeyi farklı biber genotiplerinin genetik ilişkilerinin belirlenmesi, dayanıklılık ile ilgili gen/genlerin kültür çeşitlerine aktarılması açısından önemlidir. Bu çalışmada, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık düzeyi ve orijini farklı 12 dayanıklı ve 4 duyarlı biber genotipin filogenetik ilişkileri SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) ve SSR (Simple Sequence Repeat) moleküler belirteçleriyle belirlenmiştir. Bunun için, 144 SRAP primer kombinasyonu ve 27 SSR primer çifti kullanılmıştır. Otuz iki SRAP primeri herhangi bir PCR ürünü vermemiştir. Elli primer kombinasyonunda yalnızca monomorfik DNA bantı oluşurken 31 primer kombinasyonu polimorfizm sağlamış toplam 254 DNA fragmenti elde edilmiş, bunların, 99'u (%39) monomorfik, 155'i (%61) polimorfik DNA bantı olarak değerlendirilmiştir. SRAP belirteçleri ile 16 biber genotipi birbirinden genetik olarak ayrılmıştır. SSR primerinin 15'i monomorfik bant oluşturmaya karşın 12 SSR primeri ile toplam 36 DNA bantı elde edilmiş bunların 33'ü (%93) polimorfik olmuştur. SSR belirteç sistemi ile 16 biber genotipinin bazıları (PM-217 KM2-11, Perennial LS-279, PBC-178, Sera Demre, PBC 179 KMAE-12) birbirinden ayrılamamıştır. SRAP ve SSR belirteç verileri birlikte değerlendirildiğinde, genotiplerin genetik ilişkisi, orijine göre kümelemesi daha bilgi verici olmuştur. *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık genitörü olarak kullanılan CM 334'den, PM 702, Perennial, PM-217, Tayvan'da temin edilen PBC grubu (1364, 1365, 178, 179 ve 413) ile Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen KM211 genotipleri genetik olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber; Kök boğazı yanıklığı; SRAP; SSR; Genetik ilişki

### **Investigation of genetic diversity of different accessions of resistance against *Phytophthora capsici* L. using SRAP and SSR markers**

#### **Abstract**

*Phytophthora capsici* L. is one of the most important pathogens of pepper in the world. Different genetic resources that resistant to *P. capsici* have been reported so far. Determination of the phylogenetic relationships of resistant pepper genotypes is important for transferring of resistance gene/genes to cultivated varieties. In this study, 12 pepper genotypes from different accessions of resistance and 4 susceptible genotypes tested with *P. capsici* were identified genetic relationship among genotypes using 144 SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) and 27 SSR (Simple Sequence Repeat) primer combinations. 31 SRAP primers were polymorphic and yielded 254 polymorphic DNA fragments. Fifty SRAP primers were only monomorphic. However, 32 SRAP primers were not produced PCR products. Results showed that 16 pepper genotypes were genetically separated from each other by SRAP primers. Twelve SSR primers yielded total 36 DNA fragments, 33 of these were polymorphic (93%). However 15 SSR primers only produced monomorphic DNA bands. Results showed that Pepper genotypes PM-217 KM2-11, Perennial LS-279, PBC-178, Sera Demre, PBC 179 and KMAE-12 were not separated with SSR markers. When the SRAP and SSR marker data were evaluated together, the results were more informative about the genetic relationship of genotypes and clustering by origin. Findings indicated that the genotype CM 334 which is resistance resource to *P. capsici* was genetically different from PM 702, Perennial, PM-217, Taiwan's group called as PBC label (1364, 1365, 178, 179 and 413) and KM211 selected from Kahramanmaraş pepper populations.

**Keywords:** Pepper; *Phytophthoracapsici* L.; SRAP; SSR; Genetic relationship

#### **1. Giriş**

Biber, dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve çok fazla tüketilen sebzelerden birisidir. 2016

verilerine göre dünyada 32.7 milyon ton, Türkiye'de ise 2.5 milyon ton biber üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye, biber üretiminde Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada bulunmaktadır (TUİK, 2016). Biber üretimi yapılan alanlarda verim kaybına neden olan ve yetiştiriciliği sınırlayan birçok hastalık etmeni bulunmaktadır. Biber kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leonian) bunların en önemlilerinden olup, biberlerde kök boğazı yanıklığı oluşturarak önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Çakır vd., 2001; Göçmen, 2006; Babadoost ve Pavon, 2013; Barchengerve vd., 2018). *Phytophthora capsici*'ye karşı mücadelede sürdürülebilir ve çevre ile uyumlu metotların başında dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gelmektedir. *Phytophthora capsici*'ye dayanıklılık kaynakları, Güney Meksika orijinli, *C. annuum* türüne ait Criollo de Morelos 334 (CM334), PI 201232, PI 201234, PI 201237 ve PI 640532 (McGregor vd., 2011), Orta Amerika kaynaklı AC2258 (Ares vd., 2005). Hindistan kökenli 'Perennial' (Thabuis vd., 2003) ve Türkiye orijinli KM211 (Göçmen ve Abak, 2010) bildirilmiştir. CM334, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık düzeyi en yüksek genotip olup ayrıca bazı virüsler gibi başka patojenlere karşıda dayanıklılık sağladığı bildirilmiştir (Quirin vd., 2005; Alcantara ve Bosland, 1994; Ortega vd., 1991). Son yıllarda *P. capsici*'ye karşı ticari olarak tolerant çeşitler geliştirilmiş olmasına karşın dayanıklı ticari biber çeşitleri henüz geliştirilememiştir. Çünkü, *P.capsici*'ye dayanıklı genotipler, yabani biber formunda olup, kültürü yapılan biber çeşitlerine morfolojik olarak oldukça uzak, meyvesi küçük ve acıdır (Thabuis vd., 2004). Hastalık etmenine karşı dayanıklılığın mekanizması kompleks yapıda olup çok gen tarafından (poligenik) kontrol edilmektedir (Pochard ve Daubeze, 1980; Abak, 1982; Palloix vd., 1988; Lefebvre vd., 2002; Curtis, 2014). Ayrıca *P. capsici*'nin konukçuya özgü birçok patotip varlığı da bildirilmiştir (Hwang vd., 1995; Oelke vd., 2003; Göçmen 2006; Lee vd., 2010; Jiang vd., 2015; Barchengervd., 2017). Hastalık etmenlerine karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek için dayanıklı bitkilerden, dayanıklılığı sağlayan allellerin, duyarlı kültür çeşitlerine aktarılması gerekmektedir. Geriye melezleme ile yabani hatlardaki dayanıklılık genlerinin kültür hatlarına aktarılması sırasında önemli oranda dayanıklılığın aktarılmadığı görülmüştür (Palloix vd., 1990). Bunun için dayanıklılık ıslahı çalışmalarında hastalık etmenine karşı farklı

dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi gereklidir. Dayanıklılık kaynaklarının morfolojik özelliklerinin bilinmesi, genetik yakınlığının saptanması, dayanıklılık düzeyinin ve ilgili patojene reaksiyon düzeyinin bilinmesi ıslah programları için çok önemlidir. Ayrıca farklı dayanıklılık kaynaklarından farklı gen allellerin biraraya getirilerek gen piramiti oluşturularak dayanıklılığı yüksek çeşitler geliştirebilecektir (Stuthmanvd., 2007; McGregor vd., 2011). *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklılık kaynağı olarak kullanılan CM334 genotipine ve dayanıklılık düzeyi farklı diğer genotiplerin birbiriyle olan genetik ilişkisinin bilinmesi hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirmesi biber ıslahı için önemli olacaktır. Biber genotipleri arasında genetik farklılığının belirlenmesi için Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLPs), Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLPs) (Paran vd., 1998), Random Amplified Polymorphic DNA (RAPDs) (Rodriguezvd.,1999; Ilbi, 2003) uygulanmıştır. Daha sonra, biber genom bilgilerinin artması sonucu daha spesifik primerler dizayn edilerek Simple Sequence Repeats (SSRs) (Morgante vd., 2002; Lee vd., 2004; Kwon vd., 2005; Portis vd., 2007), Sequence Specific Amplification Polymorphisms (SSAPs) (Tam vd., 2005), Sequence-Related Amplified Polymorphisms (SRAP) (Li ve Quirois, 2001; Ren vd., 2008; Bozokalfa ve Aşçıoğul, 2017), Restriction Site Amplification Polymorphism (RSAP) (Du vd., 2010) belirteçleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, *P.capsici*'ye dayanıklılık düzeyleri farklı olan 16 adet biber genotipi arasındaki genetiksel ilişkiler SRAP ve SSR belirteçleri kullanılarak araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2006 yılında yürütülen çalışmada, *Capsicum annuum* ve *Capsicum frutescens* türlerine ait 16 farklı biber genotipi kullanılmıştır (Çizelge 1)

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. DNA izolasyonu

Biber tohumları, ayrı ayrı küçük çimlendirme kaplarında bulunan steril torflara ekilmiş ve

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan biber genotipleri ve *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık durumları

No	Genotip adı	Tür adı	Temin edildiği yer	<i>P.capsici</i> 'ye karşı reaksiyon*
1	CM 334	<i>Capsicum annuum</i>	New MexicoState, ABD	Dayanıklı
2	PM 702	<i>Capsicum annuum</i>	INRA, Fransa	Dayanıklı
3	PM 217	<i>Capsicum annuum</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B.	İzolata özgü dayanıklı
4	Perennial	<i>Capsicum annuum</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	İzolata özgü dayanıklı
5	Early jalapone	<i>Capsicum annuum</i>	New MexicoState, ABD	Dayanıklı
6	Cherry biber	<i>Capsicum annuum</i>	New MexicoState, ABD	Duyarlı
7	LS 279	<i>Capsicum annuum</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	İzolata özgü dayanıklı
8	PBC 1365	<i>Capsicum annuum</i>	Tayvan	Dayanıklı
9	PBC 1364	<i>Capsicum annuum</i>	Tayvan	Dayanıklı
10	PBC 178	<i>Capsicum annuum</i>	Tayvan	Dayanıklı
11	PBC 179	<i>Capsicum annuum</i>	Tayvan	Dayanıklı
12	KM2 11	<i>Capsicum annuum</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Dayanıklı
13	KMAE 12	<i>Capsicum annuum</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Duyarlı
14	COO 276	<i>Capsicum frutescens</i>	New MexicoState, ABD	Duyarlı
15	PBC 413	<i>Capsicum annuum</i>	Tayvan	Dayanıklı
16	Sera Demre	<i>Capsicum annuum</i>	BATEM	Duyarlı

\*Biber genotiplerinin *P. capsici*'ye reaksiyonu (Göçmen 2006);

INRA; French National Institute for Agricultural Research, BATEM; Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü; Ç.Ü.Z.F.B.B.B.;Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan SRAP primeri ve dizimleri

Primer adı	Özelliği	Primerdizisi (5'-3')	Primer adı	Özelliği	Primerdizisi (5'-3')
ME1	İleri	TGAGTCCAAACCGGATA	EM3	Geri	GACTGCGTACGAATTCGA
ME3	İleri	TGAGTC CAAACCGGAAT	EM4	Geri	GACTGCGTACGAATTTGA
ME4	İleri	TGAGTCCAAACCGGACC	EM5	Geri	GACTGCGTACGAATTAAC
ME5	İleri	TGAGTCCAAACCGGAAG	EM6	Geri	GACTGCGTACGAATTCCA
ME6	İleri	TGAGTCCAAACCGGACA	EM7	Geri	GACTGCGTACGAATTCAA
ME7	İleri	TGAGTCCTTTCCGGTCC	EM8	Geri	GACTGCGTACGAATTCAC
ME8	İleri	TGAGTCCTTTCCGGTGC	EM9	Geri	GACTGCGTACGAATTCAG
ME9	İleri	TGAGTCCAAACCGGAGG	EM13	Geri	GACTGCGTACGAATTCTG
EM1	Geri	GACTGCGTACGAATTAAT	EM14	Geri	GACTGCGTACGAATTCTT
EM2	Geri	GACTGCGTACGAATTTGC	EM15	Geri	GACTGCGTACGAATTGAT

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan SSR primerleri ve dizimleri

Primer adı	Primer dizilimi (5'-3')	Primer dizilimi (5'-3')
Hpms 1-5	GACAATGTTGAAAAAGGTGGAAGAC	CCAAACGAACCGATGAACACTC
Hpms 1-148	GGCGGAGAAGAAGACTAGACGATTAGC	CCACCCAATCCACATAGACG
Hpms 1-155	ACGAGGCCCAAGCTGTTATGTC	TTGTCCCGACTCTCCATTGACC
Hpms 1-281	TGAGGCAGTGGTATGGTCTGC	CCCGAGTTCGTCTGCCAATAG
Hpms 1-172	GGGTTTGCATGATCTAAGCATTTT	CGCTGGAATGCATTGTCAAAGA
Hpms 2-45	CGAAGGTAGTTTTGGCCTTTG	TGGGCCCAATATGCTTAAGAGC
Hpms 2-24	TCGTATTGGCTTGTGATTTACCG	TTGAATCGAATACCCGAGGAG
AA840692	TGGAAGTGATTACTGGAACCATGC	GGGGTTTAGTCATGGAATCTTTTGC
AA840689	GACAACATAGCGGACCTTTGG	TGCTTTAGGTCTACGTCCTTGCAC
Hpms 2-13	TCACCTCATAAGGGCTTATCAATC	TCCTTAACCTTACGAAACCTTGG
Hpms 1-173	TGCTGGGAAAGATCTCAAAGG	ATCAAGGAAGCAAACCAATGC
Hpms 1-117	ACCCAAATTTGCCTTGTGAT	AATCCATAACCTTATCCATAAA

çimlendirme dolabında 27°C'de çimlendirilmiştir. Tohum ekiminden 20 gün sonra oluşan genç bitkilerin yaprakları pens ile kopartılarak eppendorf tüplere alınmıştır. DNA izolasyonu, 0.5 g taze yaprak dokusundan, DNA izolasyon kiti (Promega Wizard Genomic DNA Purification, Oslo/Norveç) kullanılarak yapılmıştır.

### 2.2.2. SRAP ve SSR primerleri

Çalışma kapsamında 9 adet ileri (forward) ve 16 adet geri (reverse) SRAP primeri kullanılmıştır (Çizelge 2). Bu SRAP primerleri ile 144 adet primer kombinasyonu oluşturularak PCR yapılmıştır. SSR belirteçleri olarak, Lee vd. (2004), tarafından *C. annuum* ve *C. chinense* melezinin genetik haritalama çalışması sonucu geliştirilen 27 primer kullanılmıştır (Çizelge 3).

### 2.2.3. PCR reaksiyonu

SRAP ve SSR PCR çalışmaları 25 µl'lik toplam hacimde; 10-25 ng genomik DNA 1U Taq DNA polimeraz enzimi (Promega), 50 mM MgCl<sub>2</sub>, 5 mM dNTPs, ve 25 µM ileri ve geri primerler kullanılmıştır. SRAP primer kombinasyonları için DNA sentezleme protokolü; ilk 5 döngüde, 94°C'de 1 dk, 35°C'de 1 dk, 72°C'de 1 dk; sonraki 35 döngü, 94°C'de 1 dk, 50°C'de 1 dk, 72°C'de 1 dk ve son döngü ise 72°C'de 10dk olarak gerçekleştirilmiştir. SSR primerleri ile PCR çalışmasında, iki farklı PCR programı kullanılmıştır. 1. Program: İlk döngü, 94°C'de 3 dk, 30 döngü; 94°C'de 1 dk, 55°C'de 1 dk. 72°C'de 2 dk ve 72°C'de 10 dk ve 2. Program: İlk döngü, 94°C'de 3 dk sonraki 30 döngü; 94°C'de 1 dk, 50°C'de 1 dk, 72°C'de 2 dk ve 72°C'de 10 dk olarak yapılmıştır.

SSR ve SRAP PCR ürünleri, %3'lük agaroz jelde (Agarose SFR, AMBRESKO) 100 V'da 3.5 saat yürütülmüş ve ethidiumbromide ile boyanarak UV ışığında, görüntüleme cihazı (Kodak GelLogic 200) kullanılarak fotoğraflanmıştır.

### 2.2.4. Verilerin değerlendirilmesi

DNA bantların değerlendirilmesinde, DNA bantı varsa "1" yoksa "0" olarak skorlama yapılmıştır. Elde edilen bant verileri, NTSYS-pcversion 2.0 (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) programında değerlendirilmiştir (Rohlf, 2000, State University of New York, Stony Brook, NY). Genotipler arasındaki genetik benzerlik indeksleri, Dice (1945)'e göre NTSYS-pc programı içerisindeki UPGMA (unweighted pair-group method algorithm)'daki kümelendirme (cluster) analiz (SAHN) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, temel koordinat analizi (PCO) aynı programda gerçekleştirilmiştir. PIC (Polymorphism Information Content) değerleri, Smith vd. (1997)'nin ortaya koyduğu,  $PIC=1-\sum f_i^2$  formüle göre hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

*Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklılık düzeyi farklı 16 biber genotipi aralarındaki genetik ilişkiyi belirlemek amacıyla, 144 SRAP primer kombinasyonu kullanılmıştır. Bunların 32 tanesi PCR ürünü vermemiş, 81 kombinasyon ise 1-3

arasında değişen monomorfik DNA fragmentleri oluşmuştur. 31 primer kombinasyonu ise polimorfik DNA bantları vermiştir (Çizelge 4). Bu 31 primer kombinasyonundan 250-1600 bp arasında 3 ile 15 arasında değişen, toplam 254 DNA bandı sayılmıştır. 8 primer kombinasyonunda (me5/em8, me3/em6, me9/em14, me4/em6, me4/em7, me3/em7, me9/em2, me1/em3) 10-15 adet DNA bandı gözlemlenmiştir. me3/em6 primer kombinasyonunda, toplam 15 adet DNA fragmentinin 13'ünün polimorfik olduğu görülmüştür. me5/em9, me7/em5 primer kombinasyonları polimorfik fragment vermesine karşılık yalnızca 3 adet DNA bandı oluşmuştur. *C. frutescens* türüne ait COO 276 genotipi ile, *C. annuum* türüne ait 15 genotipinden elde edilen DNA bantlarının 99'u (%39) monomorfik ve 155'i (%61) polimorfik olup genotip başına, 6.1 monomorfik, 9.68 polimorfik ve ortalama 15.87 DNA fragmenti değerlendirilmiştir. Bu veriler ışığında, ortalama primer başına 8,18 bant ve 5 polimorfik bant elde edilmiştir. Polimorfik DNA fragment oranı, %33 (me7/em5 ve me8/em5) ile %100 (me4/em2) arasında değişmiş olup ortalama %60.77 bulunmuştur (Çizelge 4).

Otuz bir SRAP primer kombinasyonunun PIC değerleri ortalama 0.41 olup 0.15 (me4/em6) ile 0.71 (me7/em3) arasında değişim göstermiştir. Hildebrand vd. (1992) PIC değeri 0.7 ve üzerinde ise yüksek düzeyde bilgi verici, 0.44'ün altının ise düşük düzeyde bilgi verici olduğunu bildirmektedirler. Buna göre PIC değeri, 0.15-0.27 arasında olan 6 primer kombinasyonu (me1/em3, me4/em6, me4/em7, me5/em2, me9/em4 ve me8em5) oldukça düşük bilgi verici olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, bu primerlerin, me5/em2 hariç diğer 5 tanesinde polimorfizm DNA fragment oranı %50'nin altında bulunmuştur. Polimorfizm oranı %80'nin üzerinde olup aynı zamanda PIC değeri 0.71-0.68 olan me7/em3 ve me7/em13 primerleri yüksek bilgilendirici özellikte olduğu görülmüştür. Çalışmada SRAP moleküler verileri kullanılarak dendrogram oluşturulmuştur (Şekil 1). Genotipler arasında genetik yakınlık, 0.69 (*C. annuum* ve *C. frutescens* türleri arasında) ile 0.96 (PM702 ile Sera Demre genotipleri arasında) arasında değişim göstermiştir. PM702 ve Sera Demre genotipleri, orijin olarak (Meksika ve Türkiye) birbirinden oldukça uzak ayrıca *P. capsici*'ye dayanıklı ve duyarlı genetik kaynaklardır.

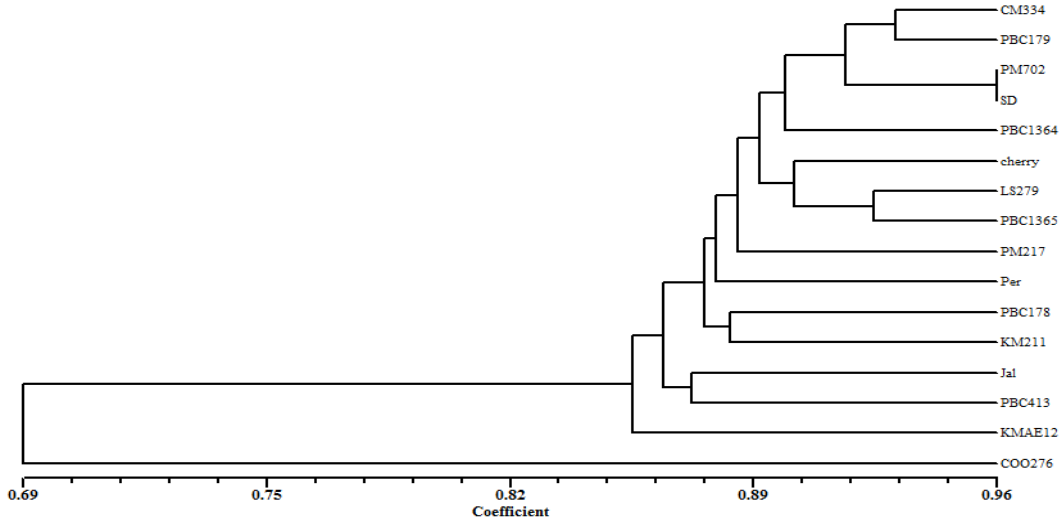
Çizelge 4. 31 SRAP primerleriyle elde edilen DNA fragment sayısı, polimorfizm oranı ve PIC değerleri

Primer kombinasyonu	Monomorfik fragment sayısı	Polimorfik fragment sayısı	Toplam fragment sayısı	Polimorfizm oranı (%)	PIC
me1/em3	6	4	10	40	0.27
me1/em4	4	3	7	43	0.40
me3/em7	7	7	14	50	0.43
me3/em6	4	11	15	73	0.54
me4/em1	1	6	7	86	0.42
me4/em2	0	6	6	100	0.59
me4/em3	2	4	6	67	0.53
me4/em4	2	5	7	71	0.39
me4/em6	4	3	7	43	0.15
me4/em7	6	5	11	45	0.21
me4/em15	4	5	9	56	0.54
me5/em2	3	6	9	67	0.27
me5/em4	2	4	6	67	0.42
me5/em8	4	8	12	67	0.38
me5/em9	1	2	3	67	0.39
me6/em2	2	4	6	67	0.47
me6/em3	3	4	7	57	0.44
me7/em3	1	7	8	88	0.71
me7/em5	2	1	3	33	0.33
me7/em6	5	4	9	44	0.34
me7/em7	3	7	10	70	0.47
me7/em8	2	1	3	33	0.33
me7/em13	1	6	7	86	0.68
me8/em5	6	3	9	33	0.26
me8/em6	4	5	9	56	0.43
me8/em7	4	4	8	50	0.42
me9/em2	4	9	13	69	0.58
me9/em3	3	4	7	57	0.43
me9/em4	5	4	9	44	0.26
me9/em8	1	6	7	86	0.36
me9/em14	3	7	10	70	0.45
Toplam/oran	99 (%39)	155 (%61)	254 (%100)		
Ortalama	3.19	5.00	8.19	60.77	0.41

*Capsicum annuum* türüne ait 15 genotipin yer aldığı kümelemede, genetik benzerlik oranı 0.80 ile 0.96 arasında olup iki alt gruba ayrılmıştır. 1. alt kümede; CM334, PBC179, PM702, Sera Demre, PBC1364, Cherry meyve tipindeki biber hattı ile LS279 ve PBC1365 genotipleri, 2. alt kümede; PM217, Perennial, PBC178, KM211, Jalopen, PBC413 ve KMAE12 genotiplerinin genetik yakınlığı 0.80 ile 0.89 arasında olmuştur. Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen KM211 ile KMAE12 genotipleri aynı alt grupta yer almıştır. Ayrıca CM334'den geliştirilen PM702 ve LS279 genotiplerinin kümeleneşinde aynı olmuştur. Buna karşılık genotiplerin *P.capsic*'ye dayanıklılık durumu göz önüne alındığında, *P.capsic*'ye dayanıklılık düzeyi en yüksek olan CM334 ile PBC178 ve PBC413 genotipleri iki farklı alt grupta yer almışlardır.

SRAP belirteçler, genotipleri orijinlerine göre gruplandırma yapmasına karşılık dayanıklılık

yönünden kümelemede yetersiz kalmıştır (Şekil 1). 27 SSR primer ile yapılan PCR sonucunda, 15 primerde yalnızca monomorfik DNA bantı oluşturmuştur. Buna karşılık, 12 primer(Hmps 1-5, Hmps 1-117, Hmps 1-148, Hmps-1-155, Hmps 1-172, Hmps 1-173, Hmps 1-281, Hmps 2-13, Hmps 2-24, Hmps 2-45, AA-689, AA-692,) polimorfik fragment vermiştir. Toplam 36 DNA fragmenti elde edilmiş ve 33'ü polimorfik (%93) olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Her primer için ortalama 3 DNA bantının, 2.75 polimorfik DNA fragmenti olduğu görülmüştür. 16 biber genotipi gözönüne alındığında ortalama 2.25 fragmentin 2.06'nın polimorfik olduğu belirlenmiştir. 12 SSR primerin PIC değerleri, 0.34 (Hmps 1-117) ile 0.83 (Hmps 1-173) arasında ve ortama ise 0.63 düzeyinde olmuştur. Hmps 1-148, Hmps 1-5 ve Hmps-1-155 primerlerinde PIC değerleri sırasıyla 0.74, 0.72 ve 0.71 olmuş ve bu primerlerin oldukça yüksek bilgi verici olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).



Şekil 1. 254 SRAP belirteciyle 15 *C.annuum* ve 1 *C.frutescens* biber genotipinin oluşturduğu kümeleme

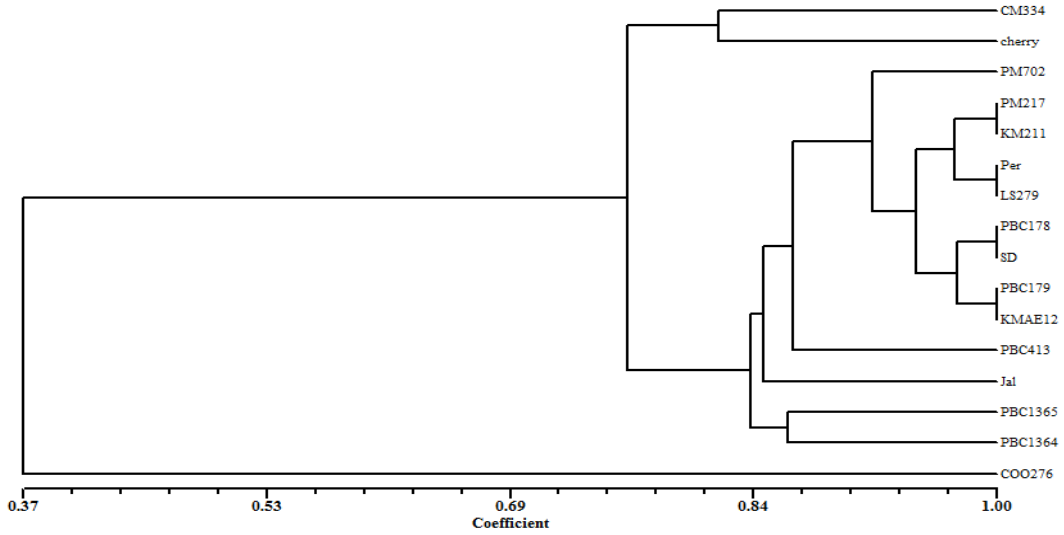
Çizelge 5. On iki SSR primerleriyle biber genotiplerinde elde edilen DNA fragment sayısı, polimorfizm oranı ve PIC değerleri

Primer Adı	Toplam fragment (bp)	Polimorfik fragment (bp)	Polimorfizm oranı (%)	PIC
Hpms 1-5	290, 300, 311	290, 300, 311	100	0.72
Hpms 1-148	175, 190, 195, 210, 230	175, 190, 195, 210, 230	100	0.74
Hpms 1-155	200, 210, 215	200, 210, 215	100	0.71
Hpms 1-281	130, 135, 150	135, 150	66	0.63
Hpms 1-172	325, 330, 345, 360	325, 330, 360	75	0.54
Hpms 2-45	140, 150	140, 150	100	0.59
Hpms 2-24	205, 220	205, 220	100	0.63
AA840692	200, 215	200, 215	100	0.62
AA840689	270, 295	270, 295	100	0.59
Hpms 2-13	260, 295	260, 295	100	0.63
Hpms 1-173	165, 180, 185, 200	165, 180, 185, 200	100	0.83
Hpms 1-117	190, 200, 215, 240	200, 215, 240	75	0.34
Toplam	36	33	-	-
Ortalama primer	3	2.75	93	0.63
Ortalama genotip	2.25	2.06		

Kwon vd. (2005), 66 biber genotipini 27 SSR primer kombinasyonu ile analiz etmeleri sonucu, PIC değerlerinin 0.03 ile 0.88 arasında değiştiği ortalama 0.52 olduğu bildirilmiştir. Bizim sonuçlarla uyumluluk gösterdiği dikkati çekmiştir.

SSR moleküler verilerine göre de bir dendrogram oluşturulmuştur (Şekil 2). *Capsicum annuum* ile *C. frutescens* türleri arasında genetik uzaklık SRAP belirteçlerle elde edilene göre daha fazla (0.37) bulunmuştur. *C.annuum* türü içinde olan 15 genotipin genetik uzaklığı 0.76 ile 1.0 arasında olmuştur (Şekil 2). PM-217 ve KM2-11, Perennial ve LS-279, PBC-178 ve Sera Demre, PBC-179 ve KMAE-12 genotiplerinin genetik

benzerlik oranları 1.0 olmuş ve birbirinden ayıramamışlardır. Kümeleme analizi sonucu, çalışmadaki 16 genotip iki ana gruba ayrılmıştır. 1. ana grupta yalnızca *C. frutescens* (COO-276) türü yer almıştır. 2. ana grup; *C. annuum* türüne ait genotiplerin bulunduğu 3 alt gruptan oluşmuştur. 1. alt grupta; genetik uzaklık 0.81 düzeyinde olup CM-334 (dayanıklılık düzeyi yüksek) ve Cherry biber (*P. capsici*'nin agresif izolatlarına duyarlı) yer almıştır. 2. alt grupta, genetik uzaklığı 0.92 düzeyinde olup, PM-702 genotipi ile birbirinden genetik olarak ayıramayan ve *P.capsici*'ye karşı orta düzeyde dayanıklı olan PM-217, KM2-11, Perennial ve LS-279 genotipleri kümelendi. Ayrıca PBC-178 (R) ve Sera Demre (S) ile PBC-179 (R) ve KMAE-12 (S) genotipleri yer almıştır.



Şekil 2. Polimorfik DNA fragmanı oluşturan 12 SSR belirteciyle 15 *C. annuum* ve 1 *C. frutescens* biber genotipinin oluşturduğu kümeleme analizi.

3. alt grup, Jalopeno (PBC-413 ve Early Jalopene) ve PBC-1364 ile PBC-1365 genotipleri içermekte ve 4 genotip de *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık göstermektedir.

SSR moleküler belirteçler, *P. capsici*'ye dayanıklılık düzeyi farklı genotiplerin bazılarını kümeleme yapmıştır. Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen KMAE-12 (S) ve KM2-11 (R) genotipleri farklı gruplarda yer almıştır. Buna karşılık, çalışmada, *P. capsici*'ye karşı duyarlı olan Sera Demre, KMAE-12, Cherry biber ve COO-276 genotipleri ayrı gruplara düşmüştür. Jalopeno grubuna ait olan ancak farklı kaynaklardan (PBC 413, Tayvan'dan; Early Jalopeno, ABD'den) temin edilen iki genotip hem SRAP hem de SSR belirteçleri ile analiz edildiğinde kümeleri aynı olmuştur.

SRAP ve SSR moleküler belirteçler karşılaştırıldığında; toplam DNA fragmenti SRAP'de daha fazla (254 fragment) ancak polimorfik DNA fragment oranı %60.77 olmuştur. Buna karşılık SSR'da ise toplam DNA bant sayısı daha düşük (36), polimorfik DNA bant oranı %93 gibi yüksek seviyelerde bulunmuştur. SRAP ve SSR primerlerin polimorfik DNA fragment oluşturan gruplarının seçilip çalışmaya bu primerlerle devam edilmesi, polimorfik DNA bant oranını arttırdığı düşünülmektedir. Du vd. (2010), acı biber genotiplerinde genetik ilişkiyi belirlemek için uyguladıkları SRAP, SSR ve RSAP moleküler

belirteçlerde, SRAP'ın polimorfik fragment oranını %29.6, SSR'de %51.2, RSAP'da ise %91 olduğunu, SSR ve RSAP tekniklerinin esasta aynı olduğu bildirilmiştir. Bozokalfa vd. (2017), 94 yerel biber genotipinin birbirlerine olan genetik uzaklıklarının 33 SRAP primer kombinasyonu ile belirlenmiş, varyasyonun %85 olduğunu, nedeninin farklı tipteki yerel biber popülasyonlardan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

PIC değerleri yönünden SRAP ve SSR moleküler uygulamalar ele alındığında, ortama PIC değeri sırasıyla 0.41 ve 0.63 olmuştur. Kwon vd. (2005) biber çeşitlerinin stabilitesini ortaya koymak için SSR tekniğini uyguladıklarında çalıştıkları 66 biber genotipinde PIC değerini 0.52 olarak belirlemişlerdir. Dato vd. (2014), biberde acılık genini haritalamak için SSR tekniğini kullanmışlar ve PIC değerinin ortalama 0.53 olduğunu, PIC değeri en yüksek olan SSR primerlerle haritalama çalışmasına devam ettiklerini bildirmişlerdir.

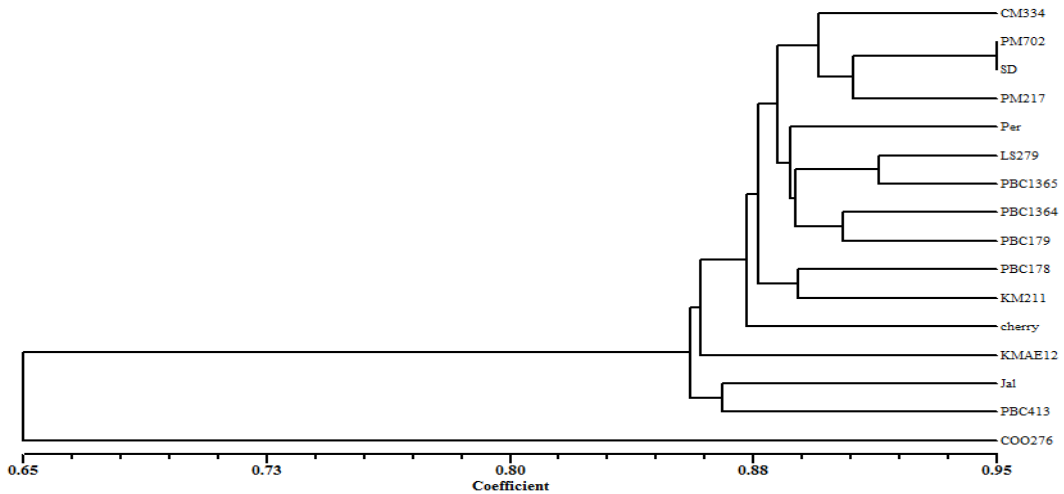
Çalışmada, SRAP ve SSR belirteçler, *C. annuum* türü içerisindeki genotipler arasında genetik uzaklığı sırasıyla, 0.82-0.94 ve 0.70-1.00 olarak ortaya koymuştur. Rodriguez vd. (1999)'nın RAPD belirteç sistemi kullanarak 6 biber türü ile yaptıkları çalışmada türler arasında genetik uzaklığı 0.00- 0.92 arasında değiştiğini ve ortalama 0.47 olduğunu göstermişlerdir. SSR belirteç sistemi ile iki

*Capsicum* türü arasındaki genetik uzaklığın RAPD belirteç ile elde edilenden daha fazla olması SSR belirteçlerin biber genom bilgilerinden elde edilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Hwang vd. 2000). Rodriguez vd. (1999)' *C. annuum*'a ait 100 çeşit ile yaptıkları RAPD analizinde genetik uzaklığı 0.35 olarak bildirmişlerdir. Paran vd. (1998) ise *C.annuum* türü içerisinde genetik uzaklığın çok az (0.93) olduğunu belirtmişlerdir.

SRAP ve SSR moleküler belirteçler ile elde edilen kümeleme ve genetik uzaklık farklılığı, iki tekniğin genomda ayrı bölgelerdeki DNA farklılığını belirlemelerinden kaynaklanmış olacağı düşünülmektedir. SRAP belirteçler, ORF (Open Reading Frame) bölgesindeki nükleotid polimorfizimini, SSR genomda dağılım gösteren tekrarlı nükleotid bölgelerdeki nükleotid farklılığını ortaya koymaktadır (Li ve Quiros, 2001). SRAP belirteçleri, biber genotiplerinin genetik olarak ayırımında daha bilgi verici olmasına karşı *P.capsic*'ye karşı dayanıklı/duyarlı genotip kümelemesinde yetersiz olmuştur. Buna karşılık, SSR kümeleme analizi için daha uygun bulunmuştur. Biber genomunda en fazla bulunan SSR motifi diğer bitkilerde daha az bulunan TTG'dir. İki TTG klonunun, polimorfizm belirlemede daha etkin olduğu bildirilmiştir (Morgante vd., 2002). Bu çalışmada, TTG motif yapısına sahip olan üç SSR primerinden (Hpms 1-281, Hpms 2-23, Hpms 2-45) ikisinin polimorfik SSR olarak belirlenmiş olması önceki çalışmayı desteklemiş ve onunla uyumlu bulunmuştur. Du vd. (2010)

yaptıkları acı biber genotiplerin kümeleme analizinde, SSR ve RSAP belirteçlerin SRAP tekniğine göre daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Dato vd. (2015) 59 biber genotipinde acılık ve dayanıklılık genleri içeren genotiplerin kümeleme analizi için 24 SSR primer ile yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

SRAP ve SSR moleküler belirteç DNA fragment verileri birlikte UPGMA kümeleme analizi ile genetik benzerlik dendrogramı yapılmıştır (Şekil 3). Dendrogram ve benzerlik indeksi arasındaki kofenetik korelasyon katsayısı (Cophentetic Correlation Coefficient)  $r=0.97$  bulunmuş ve aralarında çok güçlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. On altı biber genotipi genetik olarak birbirlerinden ayrılmıştır. Genetik uzaklık 0.56-0.96 arasında değişmiştir. *Capsicum annuum* ile *C. frutescens* türleri arasında genetik uzaklık 0.56 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Buso vd. (2003)' nın yapmış oldukları farklı türlerdeki RAPD çalışmasında her iki tür arasındaki genetik uzaklığı 0.51 olarak belirlediklerini, her iki türün aynı grupta yer aldıklarını ve bu iki türün diğer *Capsicum* türlerine göre genetik olarak daha yakın olduklarını bildirmişlerdir. *Capsicum annuum* türü içinde genotiplerin genetik uzaklığı, 0.86 ile 0.95 (PM702 ve Sera Demre) arasında olmuştur. *Phytophthora capsic*'ye karşı dayanıklılık kaynağı olarak kullanılan CM334 genotipi, PM702, Sera Demre ve PM217 genotiplerine diğer genotiplere göre genetik olarak daha yakın (0.90) bulunmuştur.



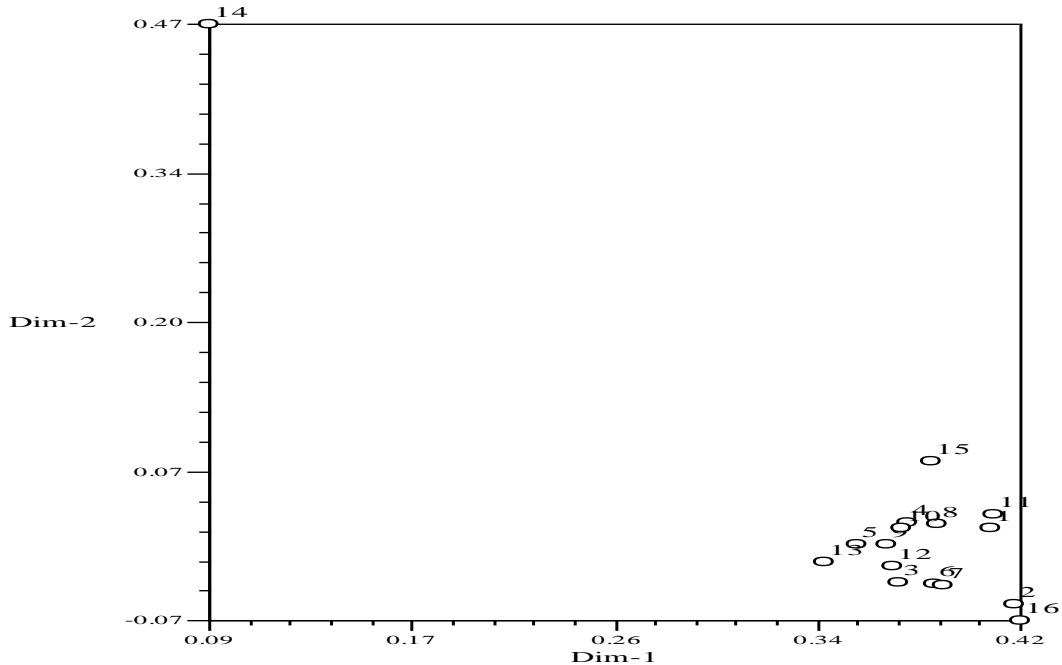
Şekil 3. 31 SRAP ve 12 SSR belirteçlerin DNA fragment sonuçlarının birlikte değerlendirilmesiyle 15 *C.annuum* ve 1 *C. frutescens* biber genotipinin oluşturduğu kümeleme analizi



PM702 ve PM217 genotipleri INRA/Fransa'da Pochard vd. (1983) tarafından ortaya çıkartılmıştır. Bu sonuç, çalışmanın doğru gruplandırma yaptığını ve genetik ilişkileri doğrular niteliktedir. Tayvan'dan sağlanan PBC (1365, 1364, 179) genotiplerinin genetik yakınlığı 0.89 düzeyinde olmuştur. PBC178 genotipi, *P. capsici*'ye CM334 kadar dayanıklı olmasına karşın CM334 genotipinden genetik olarak uzak (0.88 düzeyinde) bulunmuştur. Dayanıklılık ıslah programı ve genetik haritama için önemli sonuç olma özelliği göstermektedir. PBC178 genotipi, Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen dayanıklı KM211 ile aynı kümede yer almıştır. *Phytophthora capsici*'ye dayanıklılık düzeyi yüksek PBC413 genotipi diğer dayanıklı genotiplere genetik olarak daha uzak (0.87) olduğu dikkati çekmiştir. Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen bitki morfolojik özellikleri benzeyen KMAE12 (S) ile KM211 (R) genotipleri genetik olarak 0.86 düzeyinde farklı görülmüştür. *P.capsici*'ye karşı dayanıklılık düzeyleri farklı olan (Göçmen 2006), CM334, Perennial, PBC178, KM211, PBC413 kümeleme analizinde farklı yerlerde bulunmuşlardır. Faktör analizinden elde edilen veriler kullanılarak biber genotiplerinin birbirleri ile ilişkileri iki boyutlu düzlemde gösterilmiştir (Şekil 4).

#### 4. Sonuç

Hastalıklara karşı dayanıklı yeni çeşit geliştirmede, dayanıklılık kaynaklarının genetik farklılık bilgileri ıslah programını planlamada oldukça önemlidir. Özellikle çoklu gen tarafından kontrol edilen dayanıklılık mekanizmasında gen piramitinin oluşturulmasında daha da önemli olmaktadır. *P.capsici*'ye karşı dayanıklı, kısmi dayanıklı ve hassas 16 biber genotipin genetik ilişkisini belirlemek için SRAP ve SSR moleküler belirteçler kullanılmıştır. SRAP moleküler belirteçler ile genotiplerinin tümü genetik olarak birbirinden ayrılmıştır. Ancak SSR belirteçler ile *C.annuum* türü içerisinde genotiplerin bir kısmı genetik olarak ayrılamamıştır. Buna karşılık, *C. annum* ve *C. frutesces* türleri arasında genetik uzaklık SRAP belirteçlere göre daha fazla görülmüştür. SSR ve SRAP belirteçlerin birlikte değerlendirilmesinde tüm genotipler genetik olarak birbirlerinden ayrılmışlardır. Biber genotiplerinin genetik ilişkilerini belirlemede en az iki moleküler belirtecin kullanımı daha uygun olacaktır. *P.capsici*'ye karşı dayanıklı/hassas duruma göre genotiplerin kümeleme durumu ele alındığında, SRAP belirteçlerle kümeleme yapılamamış ancak SRR belirteçlerle kümelemenin daha iyi yapılabileceği görülmüştür. Dayanıklılık kaynağı CM334'den



Şekil 4. Biber genotiplerinin Dice's genetik uzaklığına göre temel bileşen analizinden (PCA) elde edilen iki boyutlu düzlemde dağılımları

genetik olarak farklı genotiplerin ayrı coğrafik bölgelerden (PBC grubu Tayvan'da, KM211 Türkiye'de), değişik biber tiplerinden (Jalopene ve Kahramanmaraş biber tipinde) oluşmuştur.

#### Kaynakça

- Abak, K. (1982). Biberlerde kökboğazı yanıklığına dayanıklılığın kalıtımı üzerinde araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- Alcantara, T.P., & Bosland, P.W. (1994). An inexpensive disease screening technique for foliar blight of chile pepper seedlings. *HortScience*, 29:1182-1183.
- Ares, J.L.A., Martinez, A.R., & Paz, J.P. (2005). Resistance of pepper germplasm to *Phytophthora capsici* isolates collected in northwest Spain. *Spain Journal of Agriculture Research*, 3:429-436.
- Babadoost, M., & Pavon, C. (2013). Survival of oospores of *Phytophthora capsici* in soil. *Plant Diseases*, 97:1478-1483.
- Barchenger, D. W., Lamour, K.H., & Bosland, P. W. (2018). Challenges and strategies for breeding resistance in *Capsicum annuum* to the multifarious pathogen, *Phytophthora capsici*. *The Journal Frontiers in Plant Science*, 9:1-19.
- Bozokalfa, M.K., Aşcıoğlu, T.K., & Eşiyok, D. (2017). Biber genotiplerinin genetik çeşitliliklerinin SRAP belirteçleri kullanılarak belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 321-329.
- Buso G.S.C., Amaral Z.P.S., Machad F.R.B., Bem L., Ferreira M.E. (2003). Variedade genética e análise filogenética de espécies brasileiras de pimenta e pimentão (*Capsicum* spp). *Congresso Brasileiro De Melhoramento De Plantas: 2*.
- Curtis, M. R. (2014). QTL Mapping of *Phytophthora capsici* resistance and horticultural traits in pepper (*Capsicum annuum*) recombinant in bred line population. MS Thesis, University of California, Davis, CA.
- Çakır, C., Göçmen, M., & Devran, Z. (2001). Investigation of genetic variation of root rot (*Phytophthora capsici* Leon) isolates of pepper (*Capsicum annuum* L.) obtained from the west mediterranean region by RAPD-PCR amplification. *XI<sup>th</sup> Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant*, p:265-269.
- Dato, D.D., Parisi, M., Cardi, T., & Tripodi, P. (2015). Genetic diversity and assessment of markers linked to resistance and pungency genes in *Capsicum* germplasm. *Euphytica*, 204: 103-119
- Dice, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26:297-302.
- Du, X., Wang, D., & Gong, Z. (2010). Comparison of RSAP, SRAP and SSR markers for genetic analysis in hot pepper. *Indian Journal Horticulture*, 67(4):505-512.
- Göçmen, M. (2006). Biberlerde *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklılıkta genotip x izolat interaksyonu ve farklı dayanıklılık kaynaklarının karakterizasyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Göçmen, M., & Abak, K. (2010). Genetics of resistance of the Kahramanmaraş pepper KM2-11 genotype to *Phytophthora capsici* isolates. *Proceedings of the XIV<sup>th</sup> EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant*, p:236-242.
- Ilbi, H. (2003). RAPD markers assisted varietal identification and genetic purity test in pepper, *Capsicum annuum*. *Scientia Horticulturae*, 97:211-218.
- Hwang, B.K., Kim, Y.J., & Kim, C.H. (1995). Differential interactions of *Phytophthora capsici* isolates with pepper genotypes at various plant growth stages. *European Journal of Plant Pathology*, 102:311-316.
- Hildebrand, C.E., Torney, D.C., & Wagner, R.P. (1992). Mapping the genome. Informativeness of polymorphic DNA markers. *Los Alamos Science*, 20:100-102.
- Jiang, L., Sanogo, S., & Bosland, P.W. (2015). Using recombinant inbred lines to monitor changes in the race structure of *Phytophthora capsici* in chile pepper in New Mexico. *Plant Health Programme*, 16:235-240
- Kwon, Y.S., Lee, J.M., Yi, G.B., Ti, S.I., Kim, K.M., Soh, E.H., Bae, K.M., Park, E.K., Song I.N., & Kim, B.D. (2005). Use of SSR markers to complement tests of distinctiveness, uniformity, and stability (DUS) of pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Molecules and Cells*, 19(3): 428-435
- Lee, J.M., Nahm, S.H., Kim, Y.M., & Kim, B.D. (2004). Characterization and molecular genetic mapping of microsatellite loci in pepper. *Theoretical and Applied Genetics*, 108: 619-27.
- Lee, S.J., Park, Y.J., Kim, H.T., & Kim, B.S. (2010). The race differentiation of *Phytophthora capsici* in Korea. *Research in Plant Disease*, 16:153-157.
- Lefebvre, V., Goffinet, B., Chauvet, J.C., Caromel, B., Signoret, P., Brand, R., & Palloix, A. (2001). Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes: comparison of AFLP, RAPD and phenotypic data. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 741-50.
- Lefebvre V., Pflieger S., Thabuis A., Caranta C., Blattes A., Chauvet, J.C., Daubéze A.M. & Palloix, A. (2002). Towards the saturation of the pepper linkage map by alignment of three intraspecific maps including known-function genes. *Genome*, 45: 839-854.
- Li, G., & Quiros, C.F., (2001). Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in Brassica. *Theoretical Applied Genetic*, 103:455-461.

- McGregor, C., Waters, V., Nambeesan, S., MacLean, D., Candole, B. L., & Conner, P. (2011). Genotypic and phenotypic variation among pepper accessions resistant to *Phytophthora capsici*. *HortScience*, 46: 1235-1240.
- Morgante, M., Hanafey, M., & Powell, W. (2002). Microsatellites are preferentially associated with non-repetitive DNA in plant genomes. *Nature Genetics*, 30: 194-200.
- Oelke, LM., Bosland, PW., & Steiner, R. (2003). Differentiation of race specific resistance to phytophthora root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128:213- 218.
- Ortega, RG., Palazon-Espanol, C., & Cuartero-Zueco, J. (1991). Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line 'SCM-334'. *Plant Breeding*, 107:50-55.
- Palloix, A., Daubeze, A.M., & Pochard, E. (1988). *Phytophthora* root rot of pepper. Influence of host genotype and pathogen strain on the inoculum density- disease severity relationships. *Journal Phytopathology*, 123:25-33.
- Palloix, A., Daubeze, A.M., Phaly, T. & Pochard, E. (1990). Breeding transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. *Euphytica*, 51:141-150.
- Paran, I., Afterdoot, E., & Shifriess, C. (1998). Variation in *Capsicum annuum* revealed by RAPD and AFLP markers. *Euphytica*, 99:167-173.
- Pochard, E., & Daubeze, M. (1980). Recherches et evaluation des composantes d'une resistance polygenique: la resistance du piment a *Phytophthora capsici*. *Annual. Amelior. Plantes*, 30(4):377-398.
- Pochard, E., Molot, P. M. & Dominguez, G. (1983). Etude de deux nouvelles sources de resistance a *P.capsici* chez le piment: confirmation de existence trois composantes distinctes dans la resistance. *Agronomie*, 3:333-342.
- Portis, E., Nagy, I., Sasvari, Z., Stage, I. A., Barchi, L., & Lanteri, S. (2007). The design of *Capsicum spp.* SSR assays via analysis of in silico DNA sequence, and their potential utility for genetic mapping. *Plant Science*, 172:640-648.
- Quirin, E.A., Ogundiwin, E.A., Prince, J.P., Mazourek, M., Brigs, M.O., & Chlada, T.S. (2005). Development of sequence characterized *Phytophthora capsici* Leon. in pepper. *Theoretical and Applied Genetics*, 110:605-612.
- Ren, Y., Zhang, Y., Yin, J., & Wang, D. (2008). Parent grouping of 31 elite inbred lines in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Hereditas*, 30: 237-45.
- Rodriguez, JM., Berke, T., Engle, L. & Nienhuis, J. (1999). Variation among and within *Capsicum* species revealed by RAPD markers. *Theoretical Applied Genetic*, 99:147-156.
- Rohlf, F.J. (2000). NTSYSpc, numerical taxonomy and multivariate analysis system version 2.10e. Exeter Software, Setauket.
- Smith, J.S.C., Chin, E.C.L., Shu, H., Smith, O.S., Wall, S.J., Senior, M.L., Mitchel, S.E., Kresovich, S., & Tiegle, J. (1997). An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): comparisons with data from RFLPs and pedigree. *Theoretical and Applied Genetics*, 95(1-2):163-173.
- Stuthman, D.D., Leonard, J.J., & Miller-Garvin, J. (2007). Breeding crops for durable resistance to disease. *Advances in Agronomy*, 95:319-367.
- Tam, S.M., Mhiri, C., Vogelaar, A., Kerkveld, M., Pearce, S.R., & Grandbastien, M.A. (2005). Comparative analyses of genetic diversities within tomato and pepper collections detected by retrotransposon- based SSAP, AFLP and SSR. *Theoretical and Applied Genetics*, 110: 819-31.
- Thabuis, A., Palloix, A., Pflieger S., Daubèze, A.M., Caranta, C., & Lefebvre, V. (2003). Comparative mapping of *Phytophthora* resistance loci in pepper germplasm: evidence for conserve resistance loci across *Solanaceae* and for a large genetic diversity. *Theoretical and Applied Genetics*, 106:1473-1485.
- Thabuis, A., Lefebvre, V., Bernard, G., Daubeze, A. M., Phaly, T., & Pochard, E. (2004). Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program from a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Theoretical and Applied Genetics*, 109:342-351.
- TUİK (2016). Biber Üretim İstatistikleri <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 19 Aralık 2018.

## Farklı anaçların 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkileri

Seyla TEPE<sup>1</sup> Mehmet Ali KOYUNCU<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: seyla.tepe@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-0451-0062

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):135-140

doi: 10.16882/derim.2019.567965

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 20.05.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 08.10.2019



### Öz

Çalışmada, Serik (Antalya) yöresinde yenidoğya, akdiken ve ayva çöğür anaçları üzerine aşılı 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde, anaçların meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan anaçların etkilerini belirlemek için meyve kabuk rengi, meyve sertliği, meyve ağırlığı, meyve/çekirdek oranı, olgunluk indeksi, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik, etilen üretimi ve solunum hızı ölçümleri ile duyu analizi yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen araştırmadan elde edilen verilere göre; akdiken anaçının meyve ağırlığı ve sertliğini azaltıcı, meyve çekirdek oranını artırıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayva ve yenidoğya anaçlarının bu özellikler üzerinde etkileri akdiken anaçına göre daha iyi ve birbirlerine benzer bulunmuştur. Suda çözünebilir kuru madde miktarı yenidoğya çöğür anaçları üzerinde yetişen meyvelerde daha yüksek olurken, titre edilebilir asit ve olgunluk indeksi akdiken anaçları üzerinde yetişen meyvelerde diğerlerine göre daha düşük olmuştur. Yenidoğya anaçları üzerinde yetiştirilen meyvelerde kabuk renginin, akdiken ve ayva anaçları üzerindekiyle kıyasla daha canlı olduğu (yüksek C\* değeri) ve sarı ile kırmızı renk tonlarını daha yüksek oranda (yüksek a\* ve b\* değeri) içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, ayva ve yenidoğya anaçları üzerinde yetişen meyvelerin akdiken üzerinde yetişen meyvelere göre daha kaliteli ve aromalı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenidoğya; Kalite; Anaç; Ayva; Akdiken

### Effect of different rootstocks on the fruit quality of loquat cv. 'Akko XIII'

#### Abstract

In this study, fruit quality of "Akko XIII" loquat cultivar grafted on quince, hawthorn and loquat rootstock seedlings were investigated in Serik-Kayaburnu (Antalya). Fruit weight, fruit firmness, fruit skin color, fruit/seed ratio, soluble solid content, titratable acidity, maturity index, ethylene production, respiration rate and sensory analysis were evaluated to determine the effect of rootstocks on fruit quality. Experiments were conducted in completely randomized design (CRD) with three replications. According to the results, hawthorn rootstock reduced fruit weight and firmness, but increased fruit/seed ratio. The effects of quince and loquat rootstocks on these properties were better and similar to each other. The amount of total soluble solid content is higher in fruits grown on loquat rootstock, the titratable acid and the maturity index were lower in fruit grown on the hawthorn rootstock. The skin color of fruit grown on quince rootstock was more vivid (high C\* value), yellow and reddish (high a\* and b\* values) than fruit grown on the hawthorn and loquat rootstock. As a result, fruit grown on quince and loquat rootstocks had better appearance and flavor than those of hawthorn rootstock.

**Keywords:** Loquat; Quality; Rootstock; Quince; Hawthorn

### 1. Giriş

Yenidoğya (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), herdem yeşil ağaçlara sahip, subtropik bir meyve türüdür. Liu (2016)'nın diğer araştırmacılara dayanarak vermiş olduğu bilgilere göre; yenidoğya yaprağı ve çiçeği fenolikler ve triterpenler bakımından zengindir. Meyveler ise şeker, organik asitler, karotenoidler, flavonoidler, fenolik asitler ve vitaminler bakımından zengin olup, meyve

çekirdeği protein, nişasta, tanen ve mineral kaynağıdır. Çin, Japonya, Hindistan ve Akdeniz gibi genel olarak deniz iklimine sahip bölgelerde yetişmektedir (Demir, 1987; Lin vd., 1999). 18. yüzyılda Japonya'dan İspanya, İtalya, Türkiye ve İsrail'e yayılmıştır (Llacer vd., 1995). Yenidoğya üretiminde ulaşılabilir FAO istatistikleri bulunmamakla birlikte mevcut veriler dergilerde yayınlanan makalelerden ve özellikle yoğun üretim yapılan ülkelerdeki araştırmacıların verdiği bilgilerden derlenmiştir.

Çin ve İspanya en büyük yenidoğya üreticisi ülkeler olup, 30'dan fazla ülkede 50'den fazla çeşit yetiştirilmektedir (Demir, 1987; Topuz, 1998; Karadeniz, 2002; Caballero ve Fernandez, 2003; Çelikyurt vd., 2010; Yılmaz ve Tepe, 2018). 2018 yılı verilerine göre; Türkiye yenidoğya üretimi 8 478 da alanda 15 984 ton olarak gerçekleşmiştir (TUİK, 2019). Ülkemizde yenidoğyanın ekonomik önemi, ilkbaharda diğer yaz meyveleri çıkmadan olgunlaşması ve pazarlanmasından kaynaklanmaktadır. Yumuşak çekirdekli meyveler grubunda yer alan yenidoğya değer olarak 2018 yılında 2.30 TL kg<sup>-1</sup> fiyatı ile muşmuladan (2.72 TL kg<sup>-1</sup>) sonra ikinci sırada yer almaktadır (TUİK, 2019). Pazarlanan meyve değerinin fazla olması nedeniyle kaliteli ve albenili meyve yetiştiriciliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Anaçlar, meyve yetiştiriciliğinde kaliteye etki eden en önemli etmenlerden birisidir (Webster, 1995; Demir ve Durceylan, 1998; Karaçalı, 2002; Giorgi vd., 2005; Zhang, 2010). Anaçların büyüme, çiçeklenme, meyve tutumu, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri karmaşık olup, hala bütün yönleriyle ortaya konulamamıştır (Nimbolkar vd., 2016). Polat (1995), Demir ve Durceylan (1998) ayva ve akdiken çöğürlerinin yenidoğya yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılabilmesini ve ayva anacı üzerinde yetişen meyvelerin yenidoğya anacı üzerinde yetişen meyvelere göre daha iri ve kaliteli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak yenidoğya yetiştiriciliğinde meyve kalitesi üzerine ayva, yenidoğya ve akdiken anaçlarının etkilerinin birlikte değerlendirildiği çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışmanın amacı, 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinin meyve kalitesi üzerine ayva, yenidoğya ve akdiken anaçlarının etkilerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmalar, 2012 yılında Serik/Antalya'da yenidoğya parselinde bulunan ayva (*Cydonia oblonga* Mill.), akdiken (*Crataegus oxyacanthus* L.) ve yenidoğya çöğür (*Eriobotrya japonica* Lindl.) anaçları üzerine aşılanmış, 16 yaşındaki 'Akko XIII' yenidoğya çeşidine ait ağaçlar üzerinde yürütülmüştür. 'Akko XIII' çeşidi, orta mevsimde olgunlaşır. Meyveler iri koyu pembe renkli, çok gösterişli ve lezzetlidir. Taşımaya ve karaleke hastalığına çok dayanıklı, kendine verimli bir çeşittir. 15-20 yaşlı bir bahçenin

verimi, dekara 1300-1400 kg'dır. Meyve ağırlığı 25-40 g arasında; SÇKM/asit oranı 10.87-17.77 arasındadır. Hasat tarihi yıllara göre değişmekle beraber Mayısın 3.-4. haftaları arasındadır (Demir, 1987).

Analizlerde kullanılan meyveler, çeşide has büyüklük ve rengini aldığı anda (Ferreeres vd., 2009; Chang vd., 2006) tek seferde derilmiş, laboratuvara getirilmiş ve mekanik zararlanma olmayan, aynı büyüklükte ve boydaki sağlam meyvelerde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet meyve olacak şekilde aşağıda verilen özelliklere göre değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

**Meyve ağırlığı:** Meyve sapları bağlantı noktasından ayrılmış ve 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile tartılmıştır (g).

**Meyve indeksi:** Meyve eni ve boyu dijital kumpas ile ölçülmüş ve en/boy oranı hesaplanmıştır.

**Meyve/çekirdek oranı:** Meyve ağırlığı alınarak çekirdek ağırlığı ile orantılanmış ve % olarak hesaplanmıştır.

**Meyve sertliği:** Prob çapı 5 mm olan penetrometre ile meyvelerin kabukları soyulmadan silindirik uç meyveye batırılarak elde edilen değerler kaydedilmiştir (kg-kuvvet).

**Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı:** Meyve suyu örneklerinde dijital refraktometre ile % olarak belirlenmiştir (Ding vd., 2006).

**Titre edilebilir asit (TA) miktarı:** Hazırlanan 10 ml meyve suyuna dijital pH metre probu daldırılarak pH değeri ölçülmüştür. Ölçülen bu değer 8.1'e gelinceye kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titre edilebilir asitlik miktarı, harcanan baz üzerinden g 100 mL<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır (Polat vd., 2010).

**Olgunluk indeksi:** SÇKM değerlerinin elde edilen titre edilebilir asitlik değerlerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

**Meyve kabuk rengi:** CR-400 model (Konica Minolta Sensing, Inc.) renk ölçme cihazı ile meyvenin ekvator bölgesinden üç farklı noktada yapılan ölçüm ile L\*, a\*, b\*, C\* ve h° cinsinden belirlenmiştir (Jha, 2010).

**Etilen üretimi ve solunum hızı:** Meyveler 3 L hacmindeki gaz sızdırmaz cam kavanozlara yaklaşık 500-600 g olacak şekilde tartılarak ağzı sıkıca kapatılmıştır. Meyveler oda koşullarında ( $20\pm 1^\circ\text{C}$ ) 1-2 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda kavanozlardan gaz kaçırmaz plastik şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine (Finnigan Trace GC Model: K07238920100000) enjekte edilmiştir. Solunum hızı ( $\text{mLCO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ ) ve etilen üretim miktarı ( $\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg.h}^{-1}$ ) ölçümü her bir kavanozdan alınan tek bir gaz örneğinde aynı anda yapılmıştır (Ding vd., 1998).

**Dış görünüş değerlendirmeleri (DG):** 1-9 skalası kullanılmıştır (1-3: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi) (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

**Tat ve aroma (T):** Tat ve aroma değerlendirmeleri için 1-9 skalası kullanılmıştır (1: çok kötü, 3: kötü, 5: orta, 7: iyi, 9: çok iyi) (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ağaç olacak şekilde yürütülmüştür. Veriler MSTATC programı ile analiz edilmiş ve farklılıklar LSD (Least Significant Difference) ile belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan farklı anaçlar üzerinde yetişen meyvelerin ağırlık ölçümleri değerlendirildiğinde; akdiken anacı üzerinde yetişen meyvelerin ağırlıklarının (29.09 g) diğer iki anaca göre daha düşük olduğu ve yenidoğnya (40.42 g) ile ayva (42.36 g) anaçlarının meyve ağırlığı üzerine benzer etki yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Denememizde belirlediğimiz, ayva ve yenidoğnya anaçlarının meyve ağırlığını arttırıcı özelliğe sahip olduğu bulgusu Demir ve Durceylan (1998)'in yenidoğnya çeşitleri ve

anaçlarıyla ilgili yapmış olduğu çalışmayla paralellik göstermiştir. Denemede farklı anaçların meyve indeksi, meyve sertliği ve çekirdek oranı üzerine etkileri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışmada; anaçların meyve indeks değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak ( $P\leq 0.05$ ) önemli olmamıştır. Meyve indeks değerleri 1.14 (akdiken) ile 1.19 (ayva) arasında değişmiştir.

Diğer taraftan anaçlar, üzerlerinde yetiştirilen yenidoğnya meyvelerinin sertlik değerini önemli düzeyde ( $P\leq 0.05$ ) etkilemiştir. Yenidoğnya anacı üzerinde aşılı olan meyveler en yüksek sertlik değerini (2.31 kg-kuvvet) alırken, bunu sırasıyla ayva (1.99 kg-kuvvet) ve akdiken (1.80 kg-kuvvet) anaçları üzerinde yetişen meyveler takip etmiştir. Benzer şekilde Demir ve Durceylan (1998) farklı anaçların, üzerinde yetiştirilen yenidoğnya çeşidine ait meyvelerde sertlik değerlerini değiştirdiğini bildirmiştir. Nitekim 17 anaç ve 4 yenidoğnya çeşidi ile yürütülen bu çalışmada meyve eti sertlik değerleri 0.47 kg-kuvvet ile 2.14 kg-kuvvet arasında değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir.

Anaçların, meyve çekirdek oranları üzerine etkileri değerlendirildiğinde ise anaçların çekirdek oranları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Demir ve Durceylan (1998)'in de bildirdiği gibi, araştırmamızda da çekirdek oranının akdiken çöğür anacı üzerinde yetişen meyvelerde (%27.12) ayva (%15.03) ve yenidoğnya (%15.76) çöğür anaçları üzerinde yetişen meyvelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, yenidoğnya çöğür anacı üzerinde yetişen meyvelerdeki SÇKM miktarının (%10.63) diğer örneklerde ölçülen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik bakımından ise akdiken anacı ( $0.62 \text{ g } 100\text{ml}^{-1}$ ) meyve asitliğini arttırıcı özellik göstermiş, bunu sırasıyla yenidoğnya ( $0.47 \text{ g } 100\text{ml}^{-1}$ ) ve ayva ( $0.40 \text{ g } 100\text{ml}^{-1}$ ) anaçları izlemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. 'Akko XIII' yenidoğnya çeşidinde farklı anaçların meyve ağırlığı, meyve indeksi, meyve sertliği ve çekirdek oranı üzerine etkileri

Anaç	Ağırlık (g)	İndeks (boy/en)	Sertlik (kg-kuvvet)	Meyve/çekirdek oranı (%)
Ayva	42.36 a*	1.19	1.99 b	15.03 b
Yenidoğnya	40.42 a	1.18	2.31 a	15.76 b
Akdiken	29.09 b	1.14	1.80 c	27.12 a
CV	10.80		0.94	12.00
LSD*	9.11	ÖD	0.04	5.25

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $P \leq 0.05$  seviyesinde fark yoktur, ÖD: Önemli değil.

Çizelge 2. 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde farklı anaçların SÇKM, TA ve olgunluk indeksi üzerine etkileri

Anaç	SÇKM (%)	TA (g 100ml <sup>-1</sup> )	Olgunluk indeksi
Ayva	9.57 b*	0.40 c	23.93 a
Yenidoğya	10.63 a	0.47 b	22.62 a
Akdiken	9.35 b	0.62 a	15.10 b
CV	4.05	3.00	3.67
LSD	0.89	0.03	1.75

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P ≤ 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 3. 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde farklı anaçların meyve kabuk rengi üzerine etkileri

Anaç	L*	a*	b*	C*	h°
Ayva	50.91	16.34 a*	39.20	40.94 b	66.47 b
Yenidoğya	51.62	17.04 a	40.29	43.74 a	67.08 b
Akdiken	52.22	15.60 b	39.43	42.19 b	68.30 a
CV		1.94		1.55	0.51
LSD	ÖD	0.7	ÖD	1.5	0.78

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P ≤ 0.05 seviyesinde fark yoktur, ÖD: Önemli değil.

Yenidoğya meyve türünde yürütölen farklı çalışmalarda titre edilebilir asit miktarı değerlerinin 0.21 g 100 ml<sup>-1</sup> ile 1.15 g 100 ml<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Toker vd., 2010; Polat vd., 2011; Tepe vd., 2011; Yosoukian vd., 2016). Araştırmamız kapsamında elde edilen titre edilebilir asitlik değerleri bu literatürde verilen sınırlar içinde kalmıştır. Demir ve Durceylan (1998), titre edilebilir asitlik miktarının akdiken anacında daha yüksek olduğunu belirlemiş ve bu bulgu denememizin sonuçları ile uyumlu olmuştur. Zhang vd. (2010) de yenidoğya meyvelerinde önemli bir kalite kriteri olan titre edilebilir asitlik değerinin anaca göre değişebildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda saptanan titre edilebilir asitlik miktarları Zhang vd. (2010)'nin bulgularını destekler niteliktedir. Anaçların meyvelerin olgunluk indeksi üzerine etkileri değerlendirildiğinde; ayva ve yenidoğya anaçlarının meyvelerin olgunluk indeksi üzerinde benzer etkiye sahip olduğu (sırasıyla; 23.93-22.62) ve akdiken anacında (15.10) bu değerin diğer anaçlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Elde edilen olgunluk indekslerine göre ayva anacının olgunlaşmayı öne aldığı bulgusu, Demir ve Durceylan (1998)'in sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Mevcut çalışmada farklı anaçların 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde meyve kabuk rengi üzerine etkileri Çizelge 3' de verilmiştir. Üç farklı anaç üzerinde yetiştirilen meyvelerde anaçların meyve kabuk rengi L\* ve b\* değerleri üzerine etkileri önemli (P ≤ 0,05) olmazken, a\*, C\* ve h° değerleri anaçlara göre birbirlerinden istatistiksel olarak farklı olmuştur. Renkte parlaklığı ifade eden L\* değeri 50.91 (ayva) ile

52.22 (akdiken) arasında değişim göstermiştir. Yenidoğya anacı üzerinde yetiştirilen meyvelerde hem kırmızılığı (a\*=17.04) hem de sarı rengi ifade eden (b\*=40.29) renk değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bu anaç üzerinde yetiştirilen yenidoğya meyve kabuğunda ortalama 43.74'lük C\* değeri ile diğer anaçtakilere göre daha canlı (C\* değeri yüksek) bulunmuşlardır. Sarı renkli meyvelerde artan (0°den 90°ye doğru) h° değeri kabuktaki sarı rengin yoğunluğunu ifade etmektedir. Akdiken anacı üzerinde yetişen meyvelerde sarı renk yoğunluğu (68.30) yenidoğya (67.08) ve ayva anacı (66.47) üzerindekiilere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Yosoukian vd. (2016), farklı yenidoğya çeşitlerinde renk ölçümü yapmışlar ve meyve renklerini portakal rengi, sarı ve sarı-portakal rengi olarak belirlemişlerdir. Chroma değerlerini 39.95-56.98 arasında; L\* değerlerini ise 52.40-67.77 arasında bulmuşlardır. Mevcut çalışmada elde edilen C\* değerleri Yosoukian vd. (2016)'nin bulmuş olduğu değerlere benzerlik gösterirken, L\* değerleri kısmen düşük kalmıştır. Bu durumun ekolojik farklılıklardan kaynaklandığı düşünölmektedir. Literatürde yenidoğya çeşitleri yada tiplerinin kabuk rengi değerleri bakımından karşılaştırıldığı bilgilere ulaşılabilirken, farklı anaçlar üzerinde yetişen meyvelerin renk değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Anaçların yenidoğya meyvelerinde kabuk rengi üzerine etkilerini gösteren bu çalışma sonuçlarının gelecekte yapılması planlanan çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

Çalışmada, en yüksek etileni ayva anacı üzerinde yetişen meyvelerden elde edilirken

Çizelge 4. 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde farklı anaçların etilen üretimi, solunum hızı, meyve dış görünüşü ve tat-aroma değerleri üzerine etkileri

Anaç	Etilen üretimi ( $\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ )	Solunum hızı ( $\text{mLCO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ )	Dış görünüş (1-9) <sup>x</sup>	Tat-aroma (1-9) <sup>x</sup>
Ayva	1.43 a*	33.26 c	8.70 a	8.07 ab
Yenidoğya	0.50 b	38.23 b	8.50 a	8.60 a
Akdiken	0.35 c	49.85 a	7.93 b	7.43 b
CV	5.26	0.71	0.27	4.45
LSD	0.09	0.67	1.43	0.81

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında  $P \leq 0,05$  seviyesinde fark yoktur.

<sup>x</sup>: 1-3: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi); T: (1: çok kötü, 3: kötü, 5: orta, 7: iyi, 9: çok iyi).

( $1.43 \mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ ) bunu sırasıyla yenidoğya ( $0.50 \mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ ) ve akdiken ( $0.35 \mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg.h}^{-1}$ ) anacı üzerinde yetişen meyveler izlemiştir. Bu bulgular doğrultusunda, pek çok meyve kalite kriteri üzerinde etkili olan anaçların etilen üretim miktarını da etkileyebileceği söylenebilir. Solunum hızı, akdiken anacında üzerinde yetişen meyvelerde, diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur ( $49.85 \text{ mLCO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ ). Karaçalı (2002) solunum hızının özellikle derim sonrasında meyve kalitesi üzerine etkili olduğunu bildirmiştir. Öte yandan solunum metabolizması üzerine birçok içsel ve dışsal faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Sadece tek solunum hızı değerine dayanarak anaçların meyve kalitesini doğrudan etkilediğini söylemek doğru olmayabilir. Ancak detaylı ve derim öncesi yinelemeli solum hızı verileri derim sonrası ömür hakkında bilgi verebilir. Bununla birlikte ayva anacı üzerinde yetiştirilen meyvelerin ortalama solunum hızının ( $33.26 \text{ mLCO}_2 \text{ kg.h}^{-1}$ ) diğerlerine göre düşük çıkması anlamlıdır. Etilen üretim miktarı ve solunum hızıyla ilgili bulgularımızın ileride bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği kanısındayız. Ayva ve yenidoğya anaçlarının akdiken anacına göre üzerinde yetiştirilen meyvelerde dış görünüş ile tat ve aromayı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4).

#### 4. Sonuç

Yürütülen bu çalışma ile ayva ve yenidoğya çöğür anaçlarının meyve ağırlığını artırıcı ve meyve çekirdek oranını azaltıcı özellik gösterdiği, akdiken çöğür anacı üzerinde yetişen meyvelerde titre edilebilir asit miktarı ve olgunluk indeksinin diğer anaçlar üzerinde yetişen meyvelerdekine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yenidoğya anacı üzerinde yetiştirilen meyvelerin SÇKM miktarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu,

kabuk renginin, daha canlı (yüksek C\* değeri) ve sarı ile kırmızı renk tonlarını daha yüksek oranda (yüksek a\* ve b\* değeri) içerdiği tespit edilmiştir. Belirtilen bu kriterlere göre, 'Akko XIII' yenidoğya çeşidi yetiştiriciliğinde ayva ve yenidoğya çöğür anaçları akdiken çöğür anacına göre daha uygun bulunmuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi tarafından BAP-Proje No: 1130 D-05 ile desteklenmiş ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

#### Kaynakça

- Caballero, P., & Fernández, M.A. (2003). Loquat, production and market. 1<sup>st</sup> International Symposium on Loquat. Zaragoza, p:11-20.
- Chang, C., Chen, K., Xu, WenPing., Zhang, W., Li, X., & Ferguson, I. (2006). Effect of 1- MCP on postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 40:155-162.
- Çelikyurt, M.A., Sayın, B., & Tepe, S. (2010). Loquat production in the West Mediterranean Region of Turkey. *III. International Symposium on Loquat*. Antakya, Hatay, Turkey.
- Demir, Ş. (1987). Yenidoğya Yetiştiriciliği. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No(12), 31 s.
- Demir, Ş., & Durceylan, M.E. (1998). Yenidoğya Anaç Projesi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü, Sonuç Raporu, 16 s.
- Ding, C., Chachin, K., Hamazu, U., & Imahori, Y. (1998). Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 14:309-315.
- Ding, Z., Tian, S., Wang, Y., Li, B., Chan, Z., Han, J., & Xu, Y. (2006). Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2):143-150.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M.A. (2016). 1-Metilsiklopropan uygulamasının Angeleno erik



- çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1):43-50.
- Ferreres, F., Gomes, D., Valentao, P., Gonçalves, R., Pio, R., Chages, E.A., Seabra, M.R., & Andrade, P.B. (2009). Improved loquat (*Eriobotrya japonica* L.) cultivars: Variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chemistry*, 114(3):1019-1027.
- Giorgi, M., Capocasa, F., Scalzoa, J., Murri, G., Battino, M., & Mezzetti, B. (2005). The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality, and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest'). *Scientia Horticultura*, 107(1):136-142.
- Jha, S.N. (2010). Nondestructive evaluation of food quality. pp.17-40. In: Jha, S.N. (Ed.), *Colour Measurements and Modeling*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Karaçalı, İ. (2002). Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:494. s:241- 243, İzmir.
- Karadeniz, T. (2002). Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) growing in Turkey. *First International Symposium on Loquat*. Zaragoza, p:27-28.
- Lin, S., Sharpe, R.H., & Janick, J. (1999). Loquat: Botany and Horticulture. *Horticultural Reviews*, 23. Wiley, New York, 234-276.
- Liu, Y., Wenna, Z., Xu, C. & Li, X. (2016). Biological activities of extracts from loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.): A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(1983):1-15.
- Llacer, G., Aksoy, U., & Mars M. (1995). Underutilized fruit crops in the Mediterranean Region. CIHEAM-Institut Agronomique Mediterranee, Volume:13, 110 p.
- Nimbolkar, P.K., Awachare, C., Reddy, Y.T.N., Chander, S., & Hussain, F. (2016). Role of rootstocks in fruit production: A Review. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 3(3):183-188.
- Polat, A.A. (1995). Quince-A anacının yenidoğularda vegetatif büyüme üzerine etkileri. *Derim*, 12(2):84-88.
- Polat, A.A., Çalışkan, O., Serçe, S., Saraçoğlu, O., Kaya, C., & Özgen, M., (2010). Determining total phenolic content and total antioxidant capacity of loquat cultivars grown in Hatay. *Pharmacognosy Magazine*, 6(21):5-8.
- Polat, A.A., & Çalışkan, O. (2011). Fruit quality and yield characteristics of some loquat genotypes in Dörtöyl, Turkey. *Acta Horticulturae*, 887:293-298.
- Tepe, S., Demir, G., & Kurt, Ş. (2011). Loquat adaptation studies in West Mediterranean Region of Turkey. *Acta Horticulturae*, 887:305-308.
- Toker, R., Gölükcü, M., Tokgöz, H., & Tepe, S. (2010). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan önemli yenidoğula (*E. japonica* Lindl.) çeşitlerinin bazı parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 35(4):275-282.
- Topuz, A. (1998). Yenidoğula çeşitlerinin (*Eriobotrya japonica* Lindl.) bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile marmelat, nektar ve konserveye islenebilme olanaklarının belirlenebilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- TUİK (2019). Bitkisel Üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 03 Mayıs 2019.
- Webster, A.D. (1995) Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science*, 23(4):373-382.
- Yılmaz, Ş.G., & Tepe, S. (2018). Loquat production in Turkey. *International Gap Agriculture & Livestock Congress 25-27 April Şanlıurfa*. Abstract book p:624.
- Yosoukhanian, G., Chalak, L., Fadel, D., Rizkallah, J., As-sadi, F., Aoun, G., & Chahine, H. (2016). Physical and biochemical characterisation of loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Varieties in Southern Lebanese areas. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 6(3):239-356.
- Zhang, H.L., Zhang, .K., Lin, S.Q., & Li, J.G. (2010). Screening wild *Eriobotrya* species as rootstocks for loquat. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(5):399-404.

## Araşidonik asidin patlıcan kallus süspansiyon kültüründe fitoaleksinin uyartımı üzerine etkisi

Sevinç KIRAN<sup>1</sup> Ş.Şebnem ELLİALTIOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

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

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: sevinckiran@tgae.gov.tr

ORCID: 0000-0002-6756-0235

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):141-145

doi:10.16882/derim.2019.611536

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 27.08.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 15.10.2019



### Öz

Bu çalışmanın amacı; *Verticillium* solgunluğuna dayanımın, bitki dokularında sentezlenen fitoaleksinin miktarıyla ilişkisini araştırmaktır. Çalışmada Long Purple patlıcan çeşidi (hastalığa duyarlı) ile *S. sisymbriifolium* yabancı türü (hastalığa dayanıklı) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Elisitör olarak, arşidonik asit (5 ve 10 mM) çalışmada yer almıştır. Elisitör ile uyarım işlemi 24, 48 ve 72 saat olarak uygulanmıştır. Ekstrakte edilen maddeler gaz likit kromatografisi (GLC) cihazında analiz edilmiştir. Dayanıklı türün kallus süspansiyon kültüründe fitoaleksinin oluşumu yeterli düzeyde uyarılamamıştır. Elde edilen bulgular arşidonik asidin kallus süspansiyon kültüründe sadece Long Purple çeşitinde fitoaleksinin oluşumunu uyarmada etkili olduğu, *in vitro* koşullarda doku fazında solavetivon ve süzüntü fazında ise lubimin maddelerinin biriktiği belirlenmiştir. En yüksek madde birikimleri her iki fazda '10 mM arşidonik asit x 72 saat uyarı süresi' kombinasyonunda elde edilmiş, 'doz x uygulama süresi' etkileşimi önemli bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Dayanıklılık; Kallus Kültürü; Lubimin; Patlıcan; Solavetivon

### The effect of arachidonic acid elicitor on phytoalexin stimulation in eggplant callus suspension culture

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between the resistance of *Verticillium* wilt and the amount of phytoalexin, which is the defense molecules synthesized in plant tissues. In this study, Long Purple eggplant variety (disease susceptible) and *S. sisymbriifolium* wild type (disease resistant) were used as plant material. As elicitor, arachidonic acid (5 and 10 mM) was included in the study. Stimulation with elicitor lasted 24, 48 and 72 hours. Extracted substances were analyzed in gas liquid chromatography (GLC). The formation of phytoalexin was not adequately stimulated in the callus suspension culture of the resistant species. The results showed that arachidonic acid was effective in stimulating the formation of phytoalexins in the callus suspension culture in Long Purple variety, and in the *in vitro* conditions solavetivone was formed in the tissue phase and lubimin substances in the filtrate phase. The highest material accumulations were obtained in both phases: '10 mM arachidonic acid x 72 hours' 'elicitor dose x stimulation period' interaction was found to be significant.

**Keywords:** Callus culture; Eggplant; Lubimin; Resistance; Solavetivone

### 1. Giriş

Toprak kökenli hastalıklarından birisi olan *Verticillium* solgunluğu, yaygın olarak patlıcanda karşılaşılan solgunluk hastalıklarından biridir (Zhang vd., 2012). Bu hastalık, örtü altı yetiştiriciliğinin sıklıkla yapıldığı sıcak iklimlerde önemli üretim kayıplarına yol açmaktadır. Kültürel yöntemler ve kimyasal ilaçlar, ekonomik olmadığı gibi hastalıkla mücadelede çok etkin değildir. Bu hastalığa karşı yabancı türlerin dayanıklı olması, türler arasında melezlemelerde karşılaşılan güçlükler dayanıklı çeşit ıslahını

zorlaştırmaktadır. Fitoaleksinin, biyotik veya abiyotik strese uğrayan bitkilerde sentezlenerek biriken antimikrobiyal bileşiklere denilmektedir (Ebel vd., 1989). Fitoaleksinin, bitkilerde hastalığa karşı oluşan direnç konusunda son derece etkili olduğu bilinmektedir (González-Lamothe vd., 2009). Solanaceae familyasına ait bitki türlerinde fitoaleksinin miktarının belirlenmesi ve hastalıklara dayanıklılık ile fitoaleksinin arasında bir ilişkinin olup olmadığına yönelik çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Biberde embriyoların radikula kısımlarını kullanarak geliştirilen kallustan hücre süspansiyonlarını kuran Hoshino vd. (1994), arşidonik asidi

uyarıcı olarak ortama ilave ettiklerinde risitin ve kapsidiol birikiminin meydana geldiğini belirlemişlerdir. Domateste uyarıcı katkısı ile hücre süspansiyon kültüründe risitin fitoaleksininin birikimi ile ilgili araştırmalar yapan D'Harlinque vd. (1995), mevalonik asidin risitin'e dönüşmesi için maya özütünün etkili dozunu, 2.5 mg ml<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Ahmed vd. (1997), abiyotik elisitör olarak bakır sülfatın %1 oranındaki dozunu kullandıkları çalışmada, domatesin yaprakları ve meyvelerinde risitin biriktiğini tespit etmişlerdir. Desjardins vd. (1997), funguslardan başka nematodlara karşı dayanım konusunda da fitoaleksinlerin etkinliğini patates bitkisinde göstermişlerdir.

Patlıcan ıslahçıları için yabancı *Solanum* türlerinin değerli bir kaynak oluşturduğu (Robinson vd., 2000), *S. sisymbriifolium* ve *S. torvum*'un *Verticillium* solgunluğuna karşı oldukça direnç gösterdiği (Bletsos vd., 2004) bildirilmektedir. Fitoaleksinlerle *Verticillium* solgunluğu hastalığının etkileri arasındaki ilişkiler hakkında yapılan çalışmalarda; salisilik asidin ve trifluralin'in tüm uygulama dozlarının patlıcanda *V. dahliae*'ye ve kök uru nematoduna (*Meloidogyne javanica*) karşı dayanıklılığı uyarmada etkide bulunduğu (Elekçioğlu vd., 2000), bilinen beş seskiterpen olan ve *S. aethiopicum*'un kök salgılarından izole edilen lubiminik asit, lubimin, solavetivon, aethio ve lubiminol fitoaleksinlerinin fungus gelişimini engelledikleri bildirilmiştir (Nagaoka vd., 2001). Yakose vd. (2004), *Solanum abutiloides*'in kök salgısından izole ettikleri antifungal bileşik olan 3-beta-acetoxysolavetivone adındaki bu bileşiğin *Fusarium oxysporum*'un spor üretimini engellediğini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; patlıcan yetiştiriciliğini sınırlandıran *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılığın bitkide sentezlenen ve biriken fitoaleksinle bir ilişkisinin olup olmadığını araşidonik asit elisitörünün kullanıldığı in vitro kallus süspansiyon kültüründe ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada *V. dahliae*' ya duyarlı Long Purple kültür çeşidi (*S. melongena* L.) ile dayanıklı *S. sisymbriifolium* yabancı türü kullanılmıştır (Uslu

Kıran vd., 2007). Araştırmada araşidonik asit biyotik bir uyarıcı olarak yer almıştır. Kallus elde etmek amacıyla, aseptik koşullarda çimlendirilen tohumlardan gelişen fideler yaklaşık dört haftalık bir fide geliştirme dönemi sonunda eksplant kaynağı olarak kullanılmışlardır. Hipokotil eksplantı, genotipe ait hipokotillerin 15 mm uzunluğunda parçalara ayrılmasıyla hazırlanmış ve hormonlu Murashige ve Skoog (1962) besin ortamına kallus elde edilmesi amacıyla dikilmişlerdir. Kallus elde etmek için içerisinde 0.5 mg l<sup>-1</sup> 2,4-D+0.1 mg l<sup>-1</sup> kinetin bulunan besin ortamı kullanılmıştır. Kallus dokuları, 21 günlük aralıklarla taze ortamlara nakledilerek ve üç defa alt kültüre alınmışlardır. Besin ortamında geliştirilen kalluslar uyarıcı uygulamalarından önce hücre süspansiyon kültürüne alınmışlardır. Agarsız besin ortamı içine transfer edilen 1 g kallus doku çalkalayıcı üzerinde 14 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda kültürler uyarıcı uygulanmıştır. Araşidonik asidin etkin uyarı dozu olarak 5 ve 10 mM final konsantrasyonu kullanılmıştır. Kontrol grubuna elisitör uygulanmamıştır. Elisitör ilavesinden 24, 48 ve 72 saat sonra kallus süspansiyon kültürü vakum pompası yardımıyla doku ve süzüntü fazı olarak ayrılmış ve oluşan fitoaleksinlerin miktar ve cinsleri tayin edilmiştir. Solavetivon ve lubimin standart maddelerinin üretilmesi ve gaz likit kromatografisinde (GLC) analizleri Uslu Kıran vd. (2010)'nin açıkladığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma, tesadüf parsellerinde iki faktörlü deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde MSTAT-C programı kullanılmıştır (Freed vd., 1989).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda inkubasyonun 14. günü sonunda genotiplerin kültüre alınmasında farklı sonuçlarla karşılaşmış, duyarlı genotipin kallus dokularında ortalama 1.14 g ağırlık artışı olurken diğer genotipte bu artış söz konusu olmamış, başlangıca göre 0.08 g ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Ayrıca kallus renklerinin kararması bu hücrelerin canlı olmadığını düşündürmüştür. Bu nedenle *S. sisymbriifolium* türünde hücre süspansiyon kültürü sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle sadece Long Purple patlıcan çeşidine ait kallus

süspansiyon kültürünün doku ve süzöntü fazına ait bulgular değerlendirilmiştir.

### 3.1. Kallus dokusu fazında fitoaleksinin birikimi

Araşidonik asit ile uyarılan Long Purple çeşidine ait kallus süspansiyon kültürlerinin doku fazında sadece solavetivon belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçları, araşidonik asit dozu ile uyarı süresi arasında interaksyon bulunduğunu ( $P<0.01$ ) ve solavetivon miktarı için bu iki faktörün ortak etki yaptığını göstermiştir. Araşidonik asit dozları ile uyarı sürelerinin basit etkilerinin kendi aralarında sahip oldukları istatistiksel farklılıklar %1 hata düzeyi içinde önemli olmakla birlikte, bu iki faktör arasındaki interaksyonun da aynı hata düzeyi içinde önemli bulunması nedeniyle Duncan testi kullanılarak yapılan harflendirmelerde araşidonik asit dozu x uyarı süresi etkileşimine ait değerler esas alınmıştır. Bunun sonucunda belirlenen ortalama sayısal değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Araşidonik asit uyarı dozunun, uyarı süresine göre solavetivon birikimi üzerine etkisi Çizelge 1’de incelendiğinde, yapılan GLC analizleri sonucunda “5 mM araşidonik asit uyarı dozu x 24 saat uyarı süresi” kombinasyonu hariç diğer tüm kombinasyonlarda fitoaleksinin birikiminin meydana geldiği görülmektedir. En düşük madde birikimi tüm uygulamalar arasında “10 mM araşidonik asit dozu x 24 saat uyarı süresi” nde ( $72.50 \mu\text{g g}^{-1}$  TA (taze ağırlık)) meydana gelmiştir. Araşidonik asit dozunun uyarı süresine göre solavetivon miktarı üzerine etkileri birbirinden farklılık göstermiştir. Araşidonik asidin 10 mM’lık uyarı dozu, 24 saatte  $72.50 \mu\text{g g}^{-1}$  TA, 48 saatte  $103.50 \mu\text{g g}^{-1}$  TA solavetivon birikimini oluştururken, 72 saat uyarı süresinde en yüksek solavetivon değerini ( $124.17 \mu\text{g g}^{-1}$  TA) vermiştir.

Çizelge 1. Araşidonik asit dozunun, uyarı süresine bağlı olarak kallus süspansiyon kültürünün doku fazında solavetivon birikimi üzerine etkisi ( $\mu\text{g g}^{-1}$  TA)

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Solavetivon miktarı* ( $\mu\text{g g}^{-1}$ TA)
5	24	0.00 f
	48	79.17 d
	72	109.17 b
10	24	72.50 e
	48	103.50 c
	72	124.17 a

\*: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler Duncan testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel fark önemli bulunmuştur.

Her iki dozda da uyarı süresinin uzaması madde birikiminin artmasında istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmuştur ( $P<0.01$ ). Uyarı süresi uzadıkça solavetivon birikiminin arttığı çizelgeden açıkça izlenebilmektedir. Araşidonik asit ve eikosapentaenoik asit, *Phytophthora infestans*’ın iki etkin maddesi olarak bilinmektedirler ve patatestes seskiterpen fitoaleksininin oluşumunu sağlamaktadırlar (Bostock ve Kuc, 1981). Bu elisitörler patatestes solavetivon, fituberin risitin, lubimin, ve fituberol fitoaleksininin oluşumunu uyarmaktadırlar (Rozhnova vd., 2003; Ozeretskovskaya vd., 2004). Bu çalışmada incelenen kültürün doku fazında araşidonik asit, lubiminin biyosentetik öncül maddesi olan solavetivonun yüksek miktarda birikimini sağlamıştır. Bu durum *V. dahliae* hastalığına dayanıklılık ile solavetivon birikiminin arasında bir korelasyon olabileceğini işaret etmiştir.

### 3.2. Kallus süzöntü fazında fitoaleksinin birikimi

Araşidonik asidin 5 mM ve 10 mM dozlarının Long Purple patlıcan çeşidine ait kallus süspansiyon kültürlerine uyarıcı olarak uygulandığı denemede; uyarıdan 24, 48 ve 72 saat sonra süzöntü fazında biriken fitoaleksininin cins ve miktarları belirlenmiştir. Araşidonik asit uygulanan kültürlerde süzöntü fazında sadece lubimin belirlenmiştir. İstatistiksel analiz bulguları, araşidonik asit dozu ile uyarı süresi arasında interaksyon bulunduğunu ve süzöntü fazında biriken lubimin miktarı üzerinde bu iki faktörün ortak etki yaptığını işaret etmiştir. Asit dozlarının ve uyarı sürelerinin sahip oldukları basit etkiler kendi içlerinde incelendiğinde %1 hata sınırları içerisinde önemli görünmekle birlikte, aynı faktörler arasındaki interaksyonun da yine %1 hata düzeyi içinde önemli bulunması nedeniyle Duncan testi kullanılarak yapılan harflendirmelerde “araşidonik asit dozu x uyarı süresi” etkileşimine ait değerler esas alınmıştır.

Çizelge 2. Araşidonik asit dozunun, uyarı süresine bağlı olarak kallus süspansiyon kültürünün süzöntü fazında lubimin birikimi üzerine etkisi ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Lubimin miktarı* ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )
5	24	31.20 f
	48	82.55 d
	72	114.83 b
10	24	66.18 e
	48	87.08 c
	72	194.25 a

\*: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler Duncan testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel fark önemli bulunmuştur.

Bunun sonucunda elde edilen ortalama sayısal değerler Çizelge 2'de verilmektedir. Uyarı dozunun, uyarı süresine bağlı olarak lubimin birikimi üzerine etkisi Çizelge 2'de izlendiğinde, yapılan GLC analizleri sonucunda "10 mM araşidonik asit uyarı dozu x 24 saat uyarı süresi" ile "10 mM araşidonik asit uyarı dozu x 48 saat uyarı süresi" kombinasyonları hariç diğer tüm uygulamalar arasında araşidonik asit dozunun uyarı süresine göre lubimin birikimine etkileri birbirinden farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Araşidonik asidin 10 mM'lık uyarı dozu, 72 saat uyarı süresinde en yüksek lubimin değerini vermiştir ( $194.25 \mu\text{g ml}^{-1}$ ). Her iki dozda da uyarı süresinin uzaması madde birikiminin artmasında etkili olmuştur.

Bu çalışmada araşidonik asit elisitörü, uyarı süresi ve dozuna bağlı olarak lubimin fitoaleksini birikimine neden olmuştur. Hassas çeşit, *Verticillium* kimyasal bileşimini algılayıp daha erken cevap vermiş, doz yükseldiğinde ve süre uzadığında sadece lubimin harekete geçebilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda, birçok araştırmacı, araşidonik asit elisitörünün, farklı bitkilerde fitoaleksini elde etmek için kullanılabilirliği bildirilmiştir (Hoshino vd.,1994; Ahmed vd., 1997; Sevin vd., 2010; Raaymakers ve Van den Ackerveken, 2015).

#### 4. Sonuç

*S. sisymbriifolium* türü, *in vitro* koşullarda tohum çimlenmesi, kallus gelişimi, süspansiyon kültürüne alınabilme özellikleri bakımından, *S. melongena* cv. Long Purple'dan tamamen farklı yanıt vermiş, deneme koşullarımızda doku kültüründe beklenen gelişmeyi sağlayamamıştır. Elisitör olarak kullanılan araşidonik asit dozları ile uyarı süreleri arasında fitoaleksini birikimi özelliğine etki bakımından Long Purple çeşidinde interaksiyon bulunduğu belirlenmiş; genel olarak doz ve sürenin

artması, fitoaleksini birikimini olumlu yönde etkilemiştir. Uyarı süresindeki artışın, dozdaki artıştan bir miktar daha fazla etki yaptığı izlenimi edinilmiştir. 72 saat süreyle 10 mM araşidonik asitle uyarım işlemine tabi tutulan kallus süspansiyonlarının doku ve süzöntü fazlarında genel olarak yüksek fitoaleksini birikimlerine sahip olmuştur. Fitoaleksini cinsi ve birikim miktarı bakımından kültür koşullarının farklılık gösterdiği görülmüş, doku fazında solavetivon, süzöntü fazında ise lubimin birikimi görülmüştür. Patlıcanda da *V. dahliae*'ye dayanım, fitoaleksini sentezleme ve biriktirme yeteneğiyle bağlantısının tam olarak anlaşılabilmesi için, farklı süre ve doz kombinasyonları ile farklı çeşitler arasındaki farkın ortaya konulması gerekmektedir. Böylece *Verticillium* solgunluğuna dayanım özelliğinin, fitoaleksini miktarıyla ilişkisinin anlaşılabilmesi ve net yorumlar yapılabilmesi mümkündür.

#### Teşekkür

Bu yayın Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü tarafından desteklenmiş "Bazı *Solanum* türlerinde kallus süspansiyon kültürü kullanılarak *Verticillium dahliae* 'ye dayanıklılık ile fitoaleksini oluşumu arasındaki ilişkinin belirlenmesi" isimli doktora tez projesinden hazırlanmıştır.

#### Kaynakça

- Ahmed, E.S., El- Essaway, A.A., Abou El-Hawa, M.E., Ezzat, S.M., & Metwaly, M.B. (1997). Biotic and abiotic initiators for rishitin formation and accumulation in tomato. *Folia Microbiologica*, 42(5):468-472.
- Bletsos, F.A., Stavropoulos, N.I., Papadopoulou, P.P., & Antonopoulou, P.D. (2004). Evaluation of eggplant (*Solanum melongena* L.) germplasm for resistance to *Verticillium* wilt. *Advances in Horticultural Science*, 18(1):33-37.
- Bostock, R.M., & Kuc, J.A. (1981). Eicosapentaenoic and arachidonic acid from *Phytophthora infestans*

- elicit fungotoxic sesquiterpenoids in the potato. *Science*, 212(4490):67-69.
- Desjardins, A.E., McCormick, S.P., Plaisted, R.L., & Brodie, B.B. (1997). Association between solanetivone production and resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6):2322-2326.
- D'harlinque, A., Mamdouh, A.M., Malfatti, P., Souline, M.C., & Bombeix, G. (1995). Evidence for rishitin biosynthesis in tomato cultures. *Phytochemistry*, 39(1):69-70.
- Ebel, J., Cosio, E.G., Grab, D., & Haberer, H. (1989). Stimulation of phytoalexin accumulation in fungus-infected roots and elicitor-treated cell cultures of soybean (*Glycine max* L.). Primary and Secondary Metabolism of Plant Cell Cultures II (ed: Kurz, W.G.W.), p. 229-236. Berlin, Springer Verlag.
- Elekçioğlu, I.H., Canihoş, Y., Özgönen, H., Söğüt, M.A., Albajes, R., & Şekeroğlu, E. (2000). Induction of resistance on eggplants against *Verticillium* wilt disease and root-knot nematodes using biotic and abiotic factors. *Bulletin OILB-SROP*, 23(1):63-69.
- Freed, R., Einensmith, S.P., Guets, S., Reicosky, D., Smail, V.W., & Wolberg, P. (1989). User's guide to MSTAT-C, an analysis of agronomic research experiment. Michigan State University, USA.
- González-Lamothe, R., Mitchell, G., Gattuso, M., Diarra, M.S., Malouin, F., & Bouarab, K. (2009). Plant antimicrobial agents and their effects on plant and human pathogens. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(8):3400-3419.
- Hoshino, T., Chida, M., Yamaura, T., Yoshizaura, Y., & Mizutani, J. (1994). Phytoalexin induction in green pepper cell cultures treated with arachidonic acid. *Phytochemistry*, 36(6):1417-1419.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plantarum*, 15(3):473-497.
- Nagaoka, T., Goto, K., Watanabe, A., Sakata, Y., & Yoshihara, T. (2001). Sesquiterpenoids in root exudates of *Solanum aethiopicum*. *Zeitschrift für Naturforschung. Section C Biosciences*, 56(9-10):707-713.
- Ozeretskoykaya, O.L., Varlamov, V.P., Vasyukova, N.I., Chalenko, G.I., Gerasimova, N.G., & Panina, Y.S. (2004). Influence of systemic signal molecules on the rate of spread of the immunizing effect of elicitors over potato tissues. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 40(2):213-216.
- Raaymakers, T.M., & Van den Ackerveken, G. (2015). Extracellular recognition of oomycetes during biotrophic infection of plants. *Frontiers in Plant Science*, 7:906. doi: 10.3389/fpls.2016.00906.
- Robinson, R.W., Shail, J.W., Gao, Y., & Doganlar, S. (2000). Interspecific hybridization of eggplant for *Verticillium* wilt resistance and other useful traits. <http://bgard-sci.kund.nl/eggnet/egginfo>. Erişim tarihi: 01.09.2003.
- Rozhnova, N.A., Gerashchenkov, G.A., & Babosha, A.V. (2003). The effect of arachidonic acid and viral infection on the phytohemagglutinin activity during the development of tobacco acquired resistance. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50(5): 661-665.
- Sevin, M., Sevin, N., Uslu Kıran, S., & Ellialtıoğlu, Ş. (2010). Determination of relation between resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. and phytoalexins accumulation in some *Solanum* species (in Turkish). *Proceedings of the VIII. National Vegetable Growing Symposium*, Van, Turkey. p: 444-447.
- Uslu Kıran, S., Ellialtıoğlu, Ş., Dolar, F.S., Üstün, A.S., Mehmetoğlu, Ü., & Bayraktar, H. (2007). Patlıcanda *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık ile kallus kültüründe solanetivon birikimi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1):45-53.
- Uslu Kıran, S., Ellialtıoğlu, Ş., Mehmetoğlu, Ü., Üstün, S. (2010). Patlıcandaki bazı fitoaleksinlerin hastalıklara dayanıklılık özelliği ile ilişkileri ve analiz yöntemleri. *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 23-26 Haziran 2010, Van. Bildiri Kitabı (Eds: Yaşar, F., Çavuşoğlu, Ş., Biçim, M.), s. 448-454.
- Yakose, T., Kamoto, K., Park, S., Matsuura, H., & Yoshihara, T. (2004). Anti-fungal sesquiterpenoid from the root exudate of *Solanum abutiloides*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 68(12): 2640-2642.
- Zhang, W.W., Wang, S.Z., Liu, K., Si, N., Qi, F.J., & Jian, G.J. (2012). Comparative expression analysis in susceptible and resistant *Gossypium hirsutum* responding to *Verticillium dahliae* infection by cDNA-AFLP. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 80:50-57 doi.org/10.1016/j.pmp.2012.09.001.

## Thrips (Thysanoptera) species associated with ornamental plants in the Çukurova region of Turkey

Ekrem ATAKAN<sup>1</sup>

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

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

ORCID: 0000-0001-7352-4815

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):146-153  
doi:10.16882/derim.2019.518502

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 28.01.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 10.09.2019



### Abstract

Some thysanopteran (thrips) species are recognized as pests of ornamentals. They cause typical feeding damage by scarring petals, flowers buds or leaves; thus resulting in a decrease at market values of ornamentals. However, thrips composition and importance on ornamental plants in Turkey are not well-understood. Thysanopteran species on ornamentals grown in the parks, home gardens and greenhouses in the Çukurova region of Turkey were investigated during years 2013-2014. Thrips were collected by shaking the plants onto the white tray. Thrips were slide-mounted and identified. In this work, 62 plant species belonging to 35 plant families were investigated for thrips. A total of 1875 thrips adults were extracted from a total 256 plant samples. A total of 23 thysanopteran species belonged to 3 families of order Thysanoptera were determined: Aeolothripidae (6 species), Phlaeothripidae (5 species) and Thripidae (12 species). *Haplothrips tamaricinus* Priesner was the first time detected in Turkey. Ornamentals belonged to family Asteraceae were more attractive to thrips, bearing relatively high species numbers and high numbers of adult thrips. Majority of thrips were collected from multi-flowering ornamentals. Only *Frankliniella occidentalis* (Pergande) was recorded on the ornamentals grown commercially in greenhouses, infesting most of herbaceous plant species with flowers. The most notable species were in descending order *F. occidentalis*, *Neohydathothrips samayunkur* (Kudo) and *Thrips tabaci* Lind. The thrips fauna was dominated by *F. occidentalis*, this thrips being found in 51.17% of the samples and consisting 81.47 % of the specimens. The second major species *N. samayunkur* comprised 5.07% of the samples and accounted for 7.72% of the specimens.

**Keywords:** Thysanoptera; Ornamentals; Çukurova region; Turkey

### Türkiye'nin Çukurova Bölgesi'nde süs bitkilerinde saptanan thrips (Thysanoptera) türleri

#### Öz

Bazı thrips (Thysanoptera) türleri süs bitkisi zararlısı olarak bilinmektedirler. Thripsler, yapraklar, çiçekler ve çiçek tomurcuklarında beslenerek yaralanmalara böylelikle ürünün ticari değerinin azalmasına neden olmaktadır. Ülkemizde süs bitkilerinde thrips kompozisyonu ve bunların önemleri yeterince bilinmemektedir. Çukurova Bölgesi'nde park, ev bahçeleri ve seralarda yetiştirilen süs bitkilerinde Thysanoptera türleri 2013-2014 yılında araştırılmıştır. Thripsler, beyaz renkli kap içerisine bitkilerin silkelmesiyle toplanmıştır. Thripslerin preparatları yapılmış olup, teşhis edilmişlerdir. Bu çalışmada 35 bitki familyasına bağlı 62 bitki türü thripsler yönünden araştırılmışlardır. Toplam 1875 thrips ergini 256 bitki örneğinden elde edilmiştir. Thysanoptera takımının 3 familyasından 23 thrips türü tanımlanmıştır: Aeolothripidae (6 tür), Phlaeothripidae (5 tür) ve Thripidae (12 tür). *Haplothrips tamaricinus* Priesner Türkiye için yeni kayıttır. Asteraceae familyasına bağlı bitki türleri yüksek sayıda thrips tür sayısı ve yüksek sayıda ergin içererek, thripsler için oldukça cazbecici bulunmuştur. Thripslerin çoğunluğu bol çiçekli bitkilerden toplanmıştır. Seralarda çiçekli süs bitkilerinde sadece *Frankliniella occidentalis* (Pergande) bulunmuştur. En yaygın türler sırasıyla *F. occidentalis*, *Neohydathothrips samayunkur* (Kudo) ve *Thrips tabaci* Lind' dir. *F. occidentalis* toplam örneklerin %51.17'sinde ve toplam bireylerin %81.47'sinde bulunarak dominant thrips türü olmuştur. İkinci yaygın tür, *N. samayunkur* örneklerin %5.07'sinde, toplam bireylerin ise %7.72'sinde kaydedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Thysanoptera; Süs bitkileri; Çukurova Bölgesi; Türkiye

### 1. Introduction

Thrips are very tiny insects, spreading widely worldwide. They have a wide range of habitats

through forest, grassland scrub, desert, and most cultivated crops. Order Thysanoptera comprises phytophagous and carnivorous species (Lewis, 1997). Of the nearly 5.000

species know, only ten hundred are crop pests, according to that literature. Early damage signs associated with thrips are disturbed terminals of plants, deformed young leaves, scarred petals, buds, or leaves, and tiny greenish-black fecal specks on leaves and petals. Infested flowers by thrips are not capable to open and damaged flowers become discolored. The western flower thrips (WFT) is one of the most destructive pest thrips in greenhouse crops including ornamentals worldwide (Cloyd, 2009). WFT has great importance because it attacks various organs of ornamentals and also transmits two important viral diseases that can be very destructive by killing plants such as tomato spotted wilt virus (TSWV) and impatiens necrotic spot virus (INSV) (Daughtrey et al., 1997). Only WFT can transmit INSV to ornamentals.

The western flower thrips first introduced to Turkey in 1993 by its detection on some vegetable and ornamental crop plants grown in greenhouses (Tunç and Göçmen, 1994). After its introduction, this pest thrips has widely spread over most parts of Turkey and it has created serious problems associated with feeding damage to arable crops and transmitting the TSWV, which is very problematic especially on peppers and tomatoes grown in plastic tunnels or open fields in the region. In previous works thrips species, by excluding WFT, were detected on various ornamentals such as *Thrips tabaci* Lindeman (Tunç 1991; Tunç, 1992 a, b). Recently thrips composition including WFT and onion thrips has been investigated on ornamentals grown in the central parks located at Adana province, Turkey (Atakan, 2010 a; Atakan, 2011). *Neohydathothrips samayankur* was the first time detected in Turkey on *Tagetes* spp (Atakan, 2010 b). Thrips species are known as quarantine pests worldwide. Who does not know presence of the invasive thrips species such as *Echinothrips americanus* and *Thrips palmi* in Turkey. Thrips were surveyed in only two central parks of Adana province, Turkey (Atakan, 2010 a, Atakan, 2011). Thrips species on the seasonal ornamental plant being sold by the shops in the region is not known. Furthermore, knowledge of Thysanoptera composition and also invasive pest thrips damaging ornamentals grown in greenhouses and home gardens in the region is not yet known. Findings of this current study may

contribute to integrated pest thrips management deployed on ornamentals in the region.

## 2. Material and Method

### 2.1. Material

#### 2.1.1. Thrips samplings

Thrips collections were carried out on ornamental plants from parks, home gardens and greenhouses in the Çukurova region of Turkey (mainly Adana province). Thrips were sampled from ornamental plants at irregular intervals during 2013-2014. The number of samples taken from represent plant species varied from 1 to 10, depending on plant densities in sample areas. Thrips were sampled by beating plants onto a white tray measuring 37 × 28 × 7 cm for five seconds. Thrips individuals were collected by help of fine brush and put into small vials (2 ml) contenting 60% ethyl alcohol.

### 2.2. Method

#### 2.2.1. Thrips identification

Thrips samples with the vials were transported to the laboratory and then maintained in AGA solution (10 parts 60% ethyl alcohol, one part glacial acetic acid and one part glycerin) to clear bodies for one day. Thrips were kept in 10% a solution of NaOH until specimens become light appearance. They were slide-mounted on Hoyer medium. Extracted larval thrips were not considered for identification. Thrips counting and identifications were carried out under a stereomicroscope with X45 magnifications. Slide-mounted thrips (adults) were identified by using the keys given by zur Strassen (2003) and Mirab-balou et al. (2012).

#### 2.2.2. Analysis

Data associated with thrips identified were pooled over sampling years because, in general, thrips numbers were less and their population trends in numbers were similar. Monthly numbers of common thrips species were evaluated in only Balcalı location (Adana province). Data were pooled over plant species, sampling date and years. Because population trends of thrips on sampled ornamentals were



similar and their numbers on ornamentals were generally low. Host index: To analyze the distribution pattern of a given species on plant species a simple host index was used. Host index was calculated by dividing a total number of individuals of a given thrips species on the host species to total numbers of samples from the host species.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Composition, frequency and abundance

A total of 23 Thysanoptera species were recorded (Table 1). The species identified are listed with their overall frequency (total number of samples where a given species was present) and abundance (total number of individuals collected for a given species). In this current study, *Haplothrips tamaricinus* Priesner was the first time detected in Turkey. All major species were belonging to the family Thripidae. The species representing Aeolothripidae and Phlaeothripidae were the less common. The most notable species present at least 10% of

samples, were in descending order *Frankliniella occidentalis* (Pergande) *Thrips tabaci* Lind. and *Neohydathothrips samayunkur* (Kudo). The thrips fauna was dominated by *F. occidentalis*, this thrips being found in 51.35% of the samples and consisting 81.47 of the specimens. The second major species *N. samayunkur* comprised 27.66% of the samples and accounted for 7.72% of the specimens. *T. tabaci* constituted 22.52% of the samples and comprised 2.44% of the specimens. The dominance of other identified species in total samples and specimens were ranged between 1-5 or less than 1%. The thrips species were collected mainly from the flowering ornamental plants. Very few thrips were found on the leaves of ornamental plants surveyed. *F. occidentalis* was more common on many ornamental plants. Pollens and nectars from flowers increase the fecundity and growth of most female thrips individuals. The number of thrips on ornamental plants present in the open shops was very low due to product circulation of seasonal flowering ornamentals and intensive spraying of pesticides. *Frankliniella occidentalis* dominated the thrips dwelling the ornamentals

Table 1. List of identified thrips species with their overall frequency and overall abundance on ornamental plants in Çukurova region of Turkey during 2013-2014 (\*: Predatory thrips species)

Family/species	Overall frequency		Overall abundance	
	Total no found in samples	%	Total no found in individuals	%
<b>Aeolothripidae</b>				
<i>Aeolothrips collaris</i> *	3	1.17	4	0.21
<i>Aeolothrips ericae</i> *	5	1.95	9	0.48
<i>Aeolothrips gloriosus</i> *	1	0.39	1	0.05
<i>Aeolothrips propongus</i> *	1	0.39	1	0.05
<i>Scolothrips longicornis</i> *	1	0.39	1	0.05
<i>Melanthrips pallidior</i>	1	0.39	1	0.05
<b>Thripidae</b>				
<i>Frankliniella occidentalis</i>	131	51.17	1526	81.47
<i>Frankliniella intonsa</i>	7	2.73	28	1.49
<i>Isoneurothrips australis</i>	1	0.39	1	0.05
<i>Microcephalothrips abdominalis</i>	8	3.12	11	0.58
<i>Neohydathothrips samayankur</i>	13	5.07	144	7.72
<i>Neohydathothrips gracilicornis</i>	1	0.39	1	0.05
<i>Pezothrips kellyanus</i>	8	3.12	13	0.69
<i>Thrips major</i>	17	6.64	39	2.08
<i>Thrips meridionalis</i>	2	0.78	3	2.08
<i>Thrips minutissimus</i>	1	0.39	2	0.10
<i>Thrips tabaci</i>	24	9.37	45	2.44
<i>Thrips vulgatissimus</i>	1	0.39	1	0.05
<b>Phlaeothripidae</b>				
<i>Haplothrips aculeatus</i>	2	0.78	1	0.05
<i>Haplothrips gowdeyi</i>	18	7.03	9	0.48
<i>Haplothrips hispanicus</i>	1	0.39	3	0.16
<i>Haplothrips reuteri</i>	11	4.29	9	0.48
<i>Haplothrips tamaricinus</i>	3	1.17	19	1.01

in total samples and specimens. Most of the collected and identified species are polyphagous and commonly found on various arable crops in the region such as *T. tabaci*, *Thrips major* Uzel and *Haplothrips* species, by excluding *Microcephalothrips abdominalis* (Crawford) and *N. samayunkur* which both are often recorded in ornamentals. *F. occidentalis* also dominates thrips fauna being found on summer vegetables and field crops and also some temperate fruits such as nectarines and plums in the region. Dominancy of *F. occidentalis* is likely due to having a rapid reproduce rate and a high level of insecticide resistance (Immaraju et al., 1992; Robb et al., 1995; Zhao et al., 1995). *Frankliniella occidentalis* is native to western North America but since international agricultural trade flows have increased very rapidly and *F. occidentalis* introduced and established in many countries and it becomes a cosmopolitan pest thrips. Presently this thrips has been established in more than 60 countries (Kirk and Terry, 2003). *Neohydathothrips samayunkur* and *M. abdominalis* were relatively more common on *Tagetes* species in the open fields. Similarly, *M. abdominalis* is more common on *Tagetes* (Vierbergen et al., 2006). *Neohydathothrips samayunkur* was the first time detected in Turkey in 2006 on *T. patula* plants which were seriously damaged by these thrips in a local area (Atakan, 2010b). Many individuals of *F. occidentalis* were extracted from the plants situated in the greenhouse, due to warm months. Greenhouses can provide more favorable climatic conditions to continue their survival even in the winter months in the Çukurova region.

### 3.2. Host plants of thrips, distribution index on ornamental plant species

In this work, 62 plant species belonging to 35 plant families were investigated for thrips during 2013-2014 (Table 2). *Frankliniella occidentalis* was a major thrips being found on 47 plant species of total 64 plant species. *Thrips tabaci* was detected on 18 plant species of total 64 plant species. *Thrips major* and *M. abdominalis* were recorded from 8 and 5 plant species of total 64 plant species, respectively. Although *N. samayunkur* was the second thrips in total samples and specimens, these thrips were found on only 6 plant species. In previous work done in Adana province, 30 plant species were

sampled and *F. occidentalis* visited flowers of most ornamental plants grown in the two central parks (Atakan, 2010 a). When compared to that study, in the current study, thrips numbers on ornamentals were generally low. The reason of this is may be frequent pesticide applications done against pest insects including thrips on the ornamentals grown commercially. Only *F. occidentalis* infesting most of the herbaceous plants species with flowers was recorded on ornamentals grown commercially in greenhouses, during 2013-2014. Overall, high numbers of *F. occidentalis* were found on *Dahlia* sp. (104 specimens), *Caryophyllus* (288 specimens), *Portulaca grandiflora* (moss rose) (162 specimens) and *Zinnia elegans* (zinnia) (94 specimens). *Neohydathothrips samayunkur* was detected frequently on *Tagetes erecta* (marigold) (34 specimens) and *Tagetes patula* (French marigold) (98 specimens). Twenty one plant species sampled were infested by only *F. occidentalis*. *Frankliniella occidentalis* collected mainly from herbaceous plant species while the most number of *T. major* was recorded from *Abelia grandiflora* (glossy abelia) which is annual and shrub plant species and flowering at most parts of the season. No thrips were extracted from *Schefflera arboricola* (schefflera), *Viburnum tinus* (guelder rose), *Kalanchoe calandiva* (kalanchoe) *Ocimum basilicum* (sweet basil) and *Pittosporum* (wheeleri) which all were without flowers. *Pezothrips kellyanus* Bagnall known as a destructive pest thrips species of citrus was found 5 plant species, mostly on *Lantana camara* (lantana). The higher host indices for *F. occidentalis*, *T. tabaci*, *T. major* and *N. samayunkur* were calculated in *Z. elegans*, *Pelargonium*, *Rosa* spp. and *T. erecta*, respectively (Table 3). Based on the percentage of specimens in total number of specimens collected on a given ornamental species and host index, *F. occidentalis* predominated the thrips fauna on *Vinca*, *Euroyps*, *Z. elegans*, *Begonia tuberhyllorida* (tuberous begonia), *Bougainvillae spectabilis* (bougainvillae), *P. grandiflora*, *Rosa* spp. and lantana. No thrips damage due to thrips feeding on ornamental plant species sampled in this study was observed in open fields but there was heavy thrips damage on *Dianthus* spp. grown in greenhouses where adult and larval *F. occidentalis* were the most abundant. During the sampling time minute pirate bugs spp. (Hemiptera: Anthocoridae)

Table 2. Host plant list and total numbers of the identified thrips species in Çukurova region of Turkey during 2013-2014

Family	Scientific name	F.o	F.i	T.tb	T.ma	M.ab	N.s	P.k
Alliaceae	<i>Tulbaghia violacea</i>	48	0	0	0	0	0	0
Amaranthaceae	<i>Celosia</i> sp.	7	0	1	0	0	0	0
	<i>Gomhrena globosa</i>	0	0	0	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Vinca</i> sp.	47	0	0	0	0	1	0
	<i>Nerium oleander</i>	7	0	0	1	0	0	0
	<i>Theventia perviciana</i>	9	0	2	0	0	0	0
Araceae	<i>Spathiphyllum</i> sp.	2	0	1	0	0	0	0
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ageratum houstonianum</i>	3	0	1	0	0	0	0
	<i>Anthemis cretia</i>	6	0	1	0	0	0	0
	<i>Bidens</i> sp.	24	0	0	0	0	0	0
	<i>Coreopsis grandiflora</i>	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Chrysanthemum</i> sp.	14	0	0	0	0	0	0
	<i>Dahlia</i> sp.	104	3	0	0	0	0	0
	<i>Dimorphotheca sinuata</i>	1		1	0	0	0	0
	<i>Gazania</i> sp.	32	1	1		2	0	1
	<i>Euryops pectinatus</i>	14	0	4	3	4	8	0
	<i>Matricaria</i> sp.	63	0	0	0	0	0	0
	<i>Tagetes erecta</i>	86	0	6	0	19	6	0
<i>Tagetes patula</i>	11	0	0	0	0	98	0	
<i>Zinnia elegans</i>	94	0	0	0	1	0	0	
Balsaminaceae	<i>Impatiens</i> sp.	3	2	2	0	0	0	0
Begoniaceae	<i>Begonia tuberhyllorida</i>	15	0	1	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Campis radicans</i>	90	0	0	0	0	0	0
	<i>Lonicera periclymenum</i>	2	0	0	0	0	0	0
Caprifoliaceae	<i>Abelia grandiflora</i>	3	0	1	24	0	0	0
	<i>Viburnum tinus</i>	0		0	0	0	0	0
Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i>	288	21	0	0	0	0	0
	<i>Dianthus chinensis</i>	27	0	1	0	0	0	0
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Kalanchoe calandiva</i>	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Bauhinia purpurea</i>		0	0	6	0	0	0
Geraniaceae	<i>Pelargonium</i> sp.	64	7	0	0	0	0	0
Gesneriaceae	<i>Saintpaulia ionantha</i>	7	0	0	0	0	0	0
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus coronarius</i>	1	0	0	0	0	0	0
Labiaceae	<i>Coleus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Ocimum basilicum</i>	2	0	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia splendens</i>	21	0	0	0	0	0	0
	<i>Cuphea hyssopifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0
Lytraceae	<i>Lagerstroemia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Hibiscus rosea-chinensis</i>	10	0	1	5	0	0	9
Malvaceae	<i>Hibiscus syriacus</i>	21	0	0	0	0	0	0
	<i>Ficus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0
Moraceae	<i>Bougoinvilla spectabilis</i>	6	0	1	1	0	0	0
	<i>Mirabilis jalapa</i>	1	0	0	0	0	0	0
Nyctanginaceae	<i>Jasminum</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Ligustrum</i> sp.		0	1	0	0	0	0
	<i>Fuchsia</i> sp.	4	0	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Gaura lindheimeri</i>	3	0	0	0	0	0	0
Pittosporaceae	<i>Pittosporium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0
Plantaginaceae	<i>Antirrhinum</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0
Plumbaginaceae	<i>Plumbago auriculata</i>	2	0	0	0	0	0	0
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i>	144	0	0	0	0	0	0

F.o: *Frankliniella occidentalis*; T.tb: *Thrips tabaci*; T.ma: *Thrips major*; M.ab: *Microcephalothrips abdominalis*; N.s: *Neohydathothrips samayunkur*; P.k: *Pezothrips kellyanus*.

Table 2. Host plant list and total numbers of the identified thrips species in Çukurova region of Turkey during 2013-2014 (cont.)

Family	Scientific name	F.o	F.i	T.tb	T.ma	M.ab	N.s	P.k
Ranunculaceae	<i>Ranunculus asiaticus</i>	3	1	0	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Rosa sp.</i>	36	1	3	4	1	2	3
Rubiaceae	<i>Pentas lanceolata</i>	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Paeonia sp.</i>	5	0	0	0	0	0	0
Scrophulariaceae	<i>Russelia equisetiformis</i>	4	0	0	1	0	0	0
Solanaceae	<i>Brugmansia sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Petunia hybrida</i>	3	0	0	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	8	1	4	3	0	2	2
	<i>Verbana officinalis</i>	1	0	0	0	0	0	0

F.o: *Frankliniella occidentalis*; T.tb: *Thrips tabaci*; T.ma: *Thrips major*; M.ab: *Microcephalothrips abdominalis*; N.s: *Neohydathothrips samayunkur*; P.k: *Pezothrips kellyanus*.

Table 3. Host plant indexes of some thrips species on some ornamental plant species in Çukurova region of Turkey during 2013-2014

Plant species	Total no of individuals	No of samples	GI	F.o		T.t		T. m		N.s	
				TN	I	TN	I	TN	I	TN	I
<i>Begonia tuberhyllorida</i>	16.0	6.0	2.6	15.0	2.5	1.0	0.1	-	-	-	-
<i>Bougoinvilla spectabilis</i>	14.0	7.0	2.0	6.0	0.8	-	-	-	-	-	-
<i>Euryops pectinatus</i>	35.0	10.0	14.0	1.5	4.0	0.4	0.4	3.0	0.3	1.0	0.1
<i>Hibiscus rose-chinensis</i>	35.0	9.0	3.8	6.0	0.6	1.0	0.1	-	-	-	-
<i>Lantana camara</i>	35.0	23.0	1.52	21.0	0.9	5.0	0.2	3.0	1.0	-	-
<i>Portulaca grandiflora</i>	162.0	10.0	8.1	162.0	16.2	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa spp.</i>	91.0	20.0	4.55	71.0	3.5	-	-	10.0	0.5	2.0	0.2
<i>Tagetes erecta</i>	127.0	11.0	11.5	86.0	7.8	6.0	0.5	-	-	34.0	3.1
<i>Tagetes patula</i>	109.0	8.0	13.6	11.0	1.3	-	-	-	-	98.0	12.2
<i>Zinnia elegans</i>	96.0	7.0	13.7	94.0	13.4	1.0	0.1	-	-	-	-
<i>Vinca sp.</i>	48.0	9.0	5.3	47.0	5.2	-	-	-	-	-	-

F.o: *Frankliniella occidentalis*; T.t: *Thrips tabaci*; T. m: *Thrips major*; N.s: *Neohydathothrips samayunkur*. GI: General index, TN: Total no, I: Index, <sup>(-)</sup> No thrips was found.

which feed on young and adult *F. occidentalis* were encountered with thrips individuals in open fields. In the previous work, *Orius niger* and *Geocoris megacephalus* were extracted from ornamentals with thrips (Mainly *F. occidentalis* and *T. tabaci*) and the ratio of total predatory insect/total thrips was 1:0.6-41 in 2006-2007. These ratios were far below the ratio (predator: prey;1/217) that is considered as being critical value in the suppression of *F. occidentalis* by *Orius insidiosus* (Say) on vegetables grown in greenhouses (Sabelis and van Rijn, 1997). This may show that thrips associated with ornamentals in the open areas may have a considerable predation risk from the predators, mainly predatory bugs. The low population densities of main thrips species on ornamentals in the parks may be an evident for this issue.

### 3.3. Monthly total numbers of some thrips species on ornamentals

Monthly total numbers of four common thrips species are given in Figure 1. No individuals of

*F. occidentalis* were detected until May. Its total numbers were relatively higher on host plants in the September-October period. This situation may be due to the presence of host plants with less density. Additionally, there were few flowering ornamentals in that period. *T. tabaci* were mostly detected in January-February and November-December. Total numbers of *T. major* on plants was relatively greater in March than other sampling months. No individuals of *T. major* were recorded in the May-September period. *Neohydathothrips samayunkur* were common in the autumn-winter period in 2013-2014. As compared to previous works associated with thrips visiting ornamentals in the same region (Atakan 2010 a,b), in the current study, seasonal densities of thrips on plants (mainly *F. occidentalis*) were less. This is probably due to less sampling frequency and fewer densities of sampled plant species scattered over the University Campus located in Balcalı district. Hence, no individual of *F. occidentalis* was detected on the ornamentals until May. This case is probably due to lack of suitable host plants of this thrips to survive in

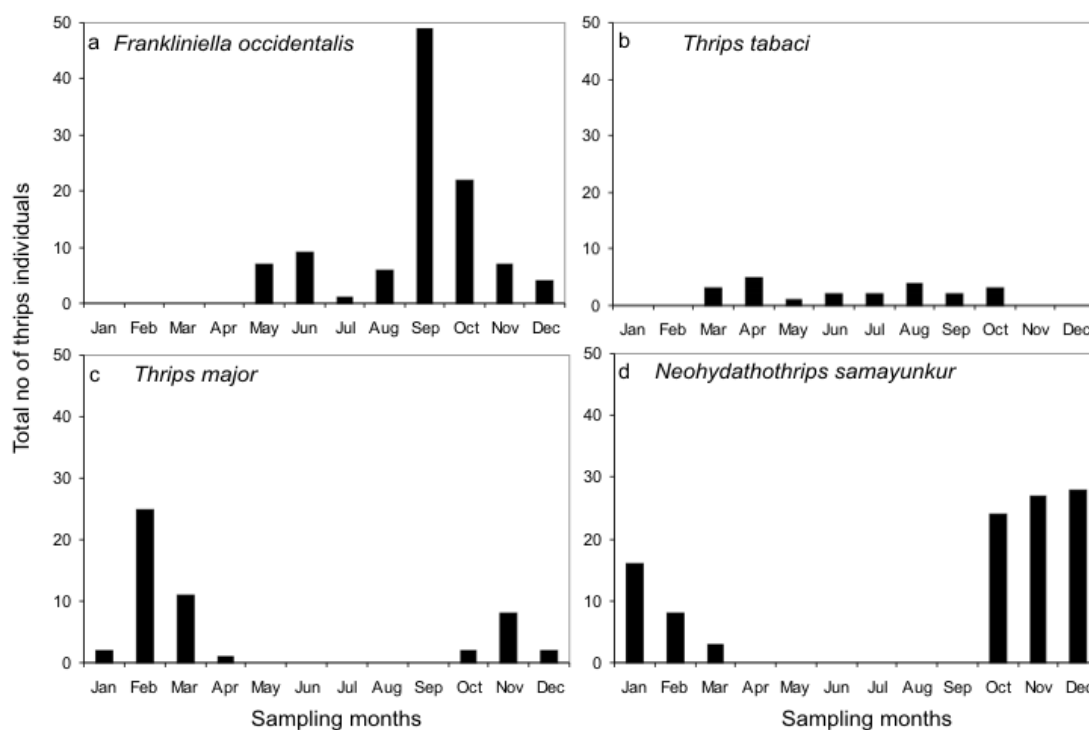


Figure 1. Total numbers of commonly found thrips species on ornamental plants in Çukurova region of Turkey during 2013-2014. Data were pooled over plant species sampled and years; a: *Frankliniella occidentalis*, b: *Thrips tabaci*, c: *Thrips major*, d: *Neohydathothrips samayunkur*

the sampling area during the winter time. However, *F. occidentalis* were dominating the thrips populations on weeds during the winters in the region (Atakan and Uygur, 2005). *F. occidentalis* can reproduce continuously in the greenhouse or outdoors when the temperature is not below 5–6°C in southern Italy or presumably in other Mediterranean areas (Tommasini and Maini, 1995). However, densities of *T. major* were relatively greater in February compared to those found in other sampling months. This might be due to spring migrations of this pest thrips from fruit orchards on which this pest is commonly found in that period (February-March) (Atakan, 2007). Most thrips were caught from the plants in spring and autumn time but their numbers were very few during the summertime. This may be due to a few flowering ornamental species available for thrips in the summer in the sampling locations.

#### 4. Conclusions

Thrips species were inhabiting the flowering ornamental plants in parks, home gardens or in

greenhouses. No or a few thrips were collected from nonflowering plant species during the samplings in the region. *Frankliniella occidentalis* were more common thrips invading the ornamentals grown particularly in greenhouses in the region. Heavy damage of thrips was observed only on *Dianthus* species in a greenhouse. There was no thrips damage on ornamentals grown in open area (i.e. parks, home gardens). This might be due to the presence of the predators. In Turkey, control of the thrips on ornamentals grown in greenhouses is very problematic. Because the visual impact on ornamental plants is important, the grower's tolerance to insect damage (mainly thrips) is quite weak. Greenhouse growers use heavy insecticides from various insecticide groups such as neonicotinoids, pyrethroids, carbamates, and spinosyns against pest thrips at frequent intervals (Cloyd, 2009). It has been noted that ornamental growers in the region have used insecticides against thrips (mainly *F. occidentalis*) at frequent intervals. Heavy use of the pesticides at frequent intervals may cause the occurrence of resistance developments to pesticides by thrips species. Therefore,

integrated pest thrips management strategy could be deployed in greenhouses in the region. This strategy includes the use of biotechnical (such as use of sticky traps, pheromones, and trap plants) and biological control tactics in greenhouses. It is not necessary to use insecticides against thrips on ornamentals grown in open areas in the region; because generalist predators such as predatory bugs *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) control thrips efficiently.

## References

- Atakan, E. (2007). Thrips (Thysanoptera) species occurring on fruit orchards in Çukurova region of Turkey. *Acta Phytopathologica Entomologica Hungarica*, 43(1):235-242.
- Atakan, E. (2010a). Adana ilinde parklardaki süs bitkilerinde yaygın iki thrips (Thysanoptera) türünün ve avcı böceklerin populasyon yoğunlukları. IV. Süs Bitkileri Kongresi Bildiri Özetleri, 20-22 Ekim 2010, Erdemli-Mersin, s.10-11.
- Atakan, E. (2010b). Adana ilinde *Tagetes patula* L.'da zararlı bir thrips türü: *Neohydatothrips samayunkur* (Kudô) (Thysanoptera: Thripidae). *Alatarım*, 9(1):51-57.
- Atakan, E. (2011) Adana kentinde parklardaki bazı süs bitkilerinde bulunan thysanoptera (Thrips) türleri. *Alatarım*, 10(2):79-84.
- Atakan, E., & Uygur, S. (2005). Winter and Spring Abundance of *Frankliniella* spp. and Thrips tabaci Lindeman (Thysan., Thripidae) on Weed Host Plants in Turkey. *Journal of Applied Entomology*, 129(1):17-26.
- Cloyd, R.A. (2009). Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse. *Pest Technology*, 1-9.
- Daughtrey, M., Jones, R.K., Moyer, J.W., Daub, M.E., & Baker, J.R. (1997). Tospoviruses strike the greenhouse industry. *Plant Disease*, 81:1220-1235.
- Immaraju, J.A., Paine, T.D., Bethke, J.A., Robb, K.L., & Newman, J.P. (1992). Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 85:9-14.
- Kirk, W.D.J. & Terry, L.I. (2003). The spread of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5:301-310.
- Lewis, T. (1997). Thrips as Crop Pest. CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8 DE UK, pp 740.
- Mirab-balou, M., Tong, X., Chen, X. (2012). A new record and description of a new species of the genus Thrips, with an updated key to species from Iran. *Journal of Insect Science*, 12(1):90.
- Robb, K.L, Newman, J., Virzi, J.K., & Parrella, M.P. (1995). Insecticide resistance in western flower thrips. In: Parker, B. L., Skinner, M.; Lewis, T. Thrips Biology and Management. New York: Plenum Press, 1995. p. 341-346.
- Sabelis, M.W., & Van Rijn, P.C.J. (1997). Predation by Insects and Mites. In: Lewis T (ed) Thrips as Crop Pests, CAB International, Wallingfor, Oxon, UK, p. 259-354.
- Tommasini, G.M., & Maini, S. (1995). *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe (pp. 1-41). In Loomans, A. J. M., van Lenteren J. C., Tommasini, M. G., Maini, S., & Riudavets, J. (Eds.), Biological control of thrips pests. Wageningen Agricultural University Papers, 95.I. Wageningen, the Netherlands.
- Tunç, İ. (1991). Studies on the Thysanoptera of Antalya IV. Thripidae Stephens-3. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4:11-26.
- Tunç, İ. (1992 a). Studies on the Thysanoptera of Antalya II. Thripidae Stephens (part 1). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 16:33-46.
- Tunç, İ. (1992 b). Studies on the Thysanoptera of Antalya III. Thripidae Stephens (part 2). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 16: 73-86.
- Tunç, İ., & Göçmen, H. (1994). New greenhouse pests, *Polyphagotarsonemus latus* and *Frankliniella occidentalis* in Turkey. *FAO Plant Protection Bulletin*, 42: 218-220
- Vierbergen, G., Cean, M., Szellér, I.H., Jenser, G., Masten, T., & Simala, M. (2006). Spread of two thrips pests in Europe: *Echinothrips americanus* and *Microcephalothrips abdominalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 41:287-296.
- Zhao, G., Liu, W., Brown, J.M., & Knowles, C.O. (1995). Insecticide resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 88:1164-1170.
- zur Strassen, R. (2003). Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. Anne Bauer Publishing, Keltern, Deutschlands, 271 pp.

## Turunçgil bahçelerinde buprofezin etken maddesinin *Chilocorus bipustulatus* (Col: Coccinellidae)'a karşı yan etkilerinin belirlenmesi

Tuba KAHRAMAN<sup>1</sup> Ali ÖZTOP<sup>1</sup>

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

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: sansurtuba@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-0237-9803

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):154-158  
doi: 10.16882/derim.2019.529790

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 20.02.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 30.10.2019



### Öz

Turunçgil, Akdeniz Bölgesinde üretim alanı ve miktarı açısından yoğun olarak yetiştirilen önemli ihraç ürünlerinden biridir. İklim koşullarının uygun olması nedeniyle doğada çok sayıda turunçgil zararlısı mevcuttur. Aynı zamanda çok sayıda faydalı böcek türü de tespit edilmiştir. Fakat gereğinden fazla kullanılan pestisitler doğal düşman popülasyonuna zarar vermektedir. Turunçgil ekosisteminde; turunçgil kırmızı ve sarı kabuklu biti ve birçok turunçgil zararlısının önemli predatörlerinden *Chilocorus bipustulatus* (Col: Coccinellidae) doğal olarak yer almaktadır. Bu çalışma ile tarla koşullarında buprofezin etken maddeli insektisit *C. bipustulatus*'un ergin ve ergin öncesi dönemlerine karşı yan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, 'Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları (2018)'na göre Antalya ili Serik ve Aksu ilçelerinde olmak üzere iki lokasyonda yürütülmüştür. Deneme sonucu elde edilen sonuçlar IOBC standartlarına göre değerlendirilmiştir. Serik lokasyonunda sınıf değeri 1., 7., 14., ve 28. günde zararsız veya az zararlı olarak hesaplanırken, aynı şekilde Aksu lokasyonunda da sınıf değeri 1., 7., 14. ve 28. günde zararsız veya az zararlı olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Chilocorus bipustulatus*; İnsektisit; Turunçgil; Yan etki

### Determination of the side effects of buprofezin on *Chilocorus bipustulatus* (Col: Coccinellidae) on citrus orchards

#### Abstract

Citrus plants are among the most important export products in the Mediterranean Region of Turkey with regard to high production area and quantity. Due to suitable climate conditions, there are many citrus pests in nature. Many beneficial insect species have also been identified. However over-used of pesticides damage the population of natural enemies. *Chilocorus bipustulatus* L. (Col: Coccinellidae), which is one of the most important predator of red and yellow scales, and many citrus pests, is found naturally in the citrus ecosystem. In this study is determination of the side effect of buprofezin insecticide, on adult and pre-adult stages of *C. bipustulatus* L. in citrus orchards. The experiment was carried out according to 'Side Effect Method of Pesticides on Beneficial Organisms (2018)' in Serik and Aksu districts of Antalya. The results of the experiment were evaluated according to IOBC standards. The results were found as harmless or slightly harmful on the 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> days in Serik location. Similarly, it was found as harmless or slightly harmful on the 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> days in Aksu location.

**Keywords:** *Chilocorus bipustulatus*; Citrus; Insecticide; Side effect

#### 1. Giriş

Turunçgil, Türkiye'deki üretimin büyük bir kısmı ile yaş sebze ve meyve ihracatında önemli bir yere sahip olan Akdeniz Bölgesi'nin önemli tarım ürünlerinin arasında yer almaktadır. Yaş meyve ve sebze ihracatının 2018 yılı içindeki payı %38 olan turunçgil ihracatı 2 milyon ton olup değeri 900 milyon dolara yaklaşmıştır (Anonim, 2018a). Türkiye'de geniş alanlarda üretim yapılan turunçgil bahçelerinde 89 zararlı ve 159 faydalı böcek türü kaydedilmiştir (Uygun

ve Satar, 2007). Turunçgil unlubiti [*Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera:Pseudococcidae)], Turunçgil kırmızı ve sarı kabuklubiti [*Aonidiella aurantii* (Mask.) ve (*Aonidiella citrina* (Coq.) (Hemiptera:Diaspididae)], Akdeniz meyvesineği [*Ceratitis capitata* Wied. (Diptera:Tephritidae)], Turunçgil kırmızıörümceği [*Panonychus citri* McGregor (Acarina: Tetranychidae)], Turunçgil pasböcüsü [*Phyllocoptruta oleivora* Ashm.(Acarina: Eriophyidae)], Harnup güvesi [*Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera:Pyralidae)] ülkemizdeki önemli

turunçgil zararlılarından bazıları iken *Chilocorus bipustulatus* L. (Coc.:Coccinellidae), *Serangium parcesetosum* Sicard (Coc.:Coccinellidae), *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Coc.:Coccinellidae), *Aphytis*, *Stethorus* ve *Scymnus* türlerini faydalı böcekler arasında gösterebiliriz (Anonim, 2017). Faydalı böcekler içinde ise turunçgil bahçelerinde doğal olarak bulunan ve Turunçgil kırmızı kabuklubiti {(*Aonidiella aurantii* (Mask.) ve Turunçgil sarı kabuklubiti (*Aonidiella citrina* (Coq.) (Hemiptera:Diaspididae)} başta olmak üzere aynı zamanda Yumuşak Koşniller {(Gri Yumuşak Koşnil (*Coccus pseudomagnoliarum* (Kuw.) ve (Kahverengi Yumuşak Koşnil (*Coccus hesperidum* L.) (Hemiptera:Coccidae)}, Zeytin karakoşnili (*Saissetia oleae* Bern. (Hemiptera:Coccidae), Turunçgil pamuklu beyazsineği (*Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera:Aleyrodidae) gibi bir çok önemli turunçgil zararlısının da predatörü olan *Chilocorus bipustulatus* L. (Coc.: Coccinellidae) önemli bir yer tutmaktadır. Farklı bölgelerdeki turunçgil alanlarında yapılan çalışmalar sonucu *C.bipustulatus*'un larva ve erginlerinin kabuklubitlerin predatörü olduğu belirlenmiştir (Yinon, 1969). *Chilocorus bipustulatus*'un larva ve erginleri doğada kabuklubitler ile beslenerek zararlının popülasyonunu azaltmaktadır.

Kimyasal mücadele uygulamalarının yapıldığı bahçelerde doğal dengenin korunması amacıyla kullanılacak olan pestisitlerin seçici olması gerekmektedir. Bunun yanında faydalı popülasyonun korunması ve sürekliliği için doğal düşmanlara olan yan etkilerinin bilinmesi son derece önemlidir. Özellikle zengin faydalı faunasına sahip olan Turunçgil bahçelerinde yoğun ilaç kullanımı nedeniyle bu çalışmaların yapılması zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde insektisitlerin ruhsat alması aşamasında yan etki denemelerinin zorunlu tutulması ile faydalılara zararlı etkilerini bilinmesi sağlanmış ve IOBC/WPRS standartlarına göre yan etki çalışmaları sürdürülmüştür (Güven ve Güven, 2003; Şimşek, 2011; Satar vd., 2012; Şimşek ve Uygun, 2013). Buprofezin etken maddesi ülkemizde turunçgil, nar, pamuk, domates, biber, patlıcanda beyaz sinek ve kabuklubitlerde ruhsatlıdır. Böcek büyüme düzenleyici (IGR) olup böceklerde kitin sentezini önleyerek ölüme neden olur.

Bu çalışma ile buprofezin etken maddeli preperatin arazi koşullarında *C. bipustulatus*

L.'a karşı zararlı etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede bahçelerde ve seralarda kullanılan bu insektisit faydalı böceklerle zararlı olup olmadığı belirlenerek üretici bilinçlendirilecektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini bahçede doğal olarak bulunan *Chilocorus bipustulatus* ile Turunçgil kırmızı ve sarı kabuklubiti popülasyonları, buprofezin etken maddeli insektisit, Antalya ili Aksu ve Serik ilçelerinde Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait portakal ve greyfurt bahçeleri, standart toksik madde olarak dimethoate etkili maddeli insektisit, ilaçlama makinası ve sarf malzemeler oluşturmaktadır.

### 2.2. Yöntem

Deneme, TAGEM Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan "Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları (2018)"na göre yürütülmüştür (Anonim 2018b).

#### 2.2.1. Zararlının örneklenmesi

Her parselin merkezindeki 4 ağacın her birinin gövdesinin dört yönünden yaklaşık 20 cm uzunluğundaki 4 taze sürgünde 10 cm<sup>2</sup>'de, yine ağaçların dört yönünden ve merkezden olmak üzere toplam 20 yaprakta 4 cm<sup>2</sup>'de; meyve döneminde dört yönden ve merkezden olmak üzere 5 meyvede 4 cm<sup>2</sup>'de canlı, ölü ve parazitli bireyler sayılmıştır (Karaca ve Uygun, 1992).

#### 2.2.2. Faydalının örneklenmesi

Faydalının örneklenmesinde gözle inceleme ve darbe metodu olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır. Gözle inceleme metodunda parseldeki bütün ağaçlar *C. bipustulatus* varlığı yönünden incelenmiştir. Örnekleme için her parselde ağaç başına 3 dakika süre ile gövde ve ana dallarda yapılacak gözle kontrolde görülen faydalının ergin, larva ve pupaları kaydedilmiştir (McMurty vd., 1969). Darbe metodunda ise Steiner (1962)'in önerdiği darbe metodu kullanılarak her ağacın dallarına bez sarılı bir sopa ile iki kez vurularak uygulanmıştır. Denemenin başlayabilmesi için



gözle incelemede faydalının başlangıç yoğunluğu her iki parselde de 0.5 faydalı/ağaç, darbe yönteminde ise 0.5 faydalı/darbenin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Yiğit vd., 2003).

### 2.2.3. Deneme ünitesi

Deneme 2018 yılında Antalya ilinde farklı iki lokasyon belirlenerek yürütülmüştür. Serik ilçesi Kayaburnu mevkiinde bulunan 30 yaşındaki greyfurt bahçesi ile Aksu ilçesinde 40 yaşındaki portakal bahçesi olarak seçilmiştir. Her iki lokasyonda da bahçelerin toprak, yükseklik, yaş ve kültürel işlemler bakımından homojen olmasına dikkat edilmiştir. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 karakterli, bir parsel 3×3=9 adet ağaç olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup parseller arası 3'er ağaç emniyet şeridi olarak bırakılmıştır. Pestisit uygulaması, zararlı etmenin mücadele dönemi ve doğal düşmanın aktif olduğu dönem esas alınarak bir kez yapılmıştır. Kontrolde sadece su uygulaması yapılmıştır ve standart toksik madde olarak Dimethoate etken maddeli insektisit kullanılmıştır. Uygulamada kullanılan insektisitlerin listesi Çizelge 1'de verilmiştir.

### 2.2.4. Sonuçların değerlendirilmesi

Uygulamadan 1, 7, 14, 28 gün sonra göz ile inceleme ve darbe metodu kullanılarak ölü ve canlı olan *C. bipustulatus* larva ve ergin bireylerinin sayımları yapılmıştır. Test edilen etkili maddenin predatör *C. bipustulatus*'un etki oranları Eşitlik 1'deki Henderson-Tilton (1955) formüllerine göre hesaplanarak Çizelge 2'deki tarla sınıf değerlerine göre değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Uygulamadan 1, 7, 14, 28 gün sonra yapılan sayımlar sonucu, birinci lokasyon ve ikinci lokasyonda Henderson-Tilton (1955) formülüne göre % etki oranları hesaplanmıştır. Çizelge 3

ve Çizelge 4'te % etki oranları ve IOBC sınıf değerleri verilmiştir. Buprofezin etkili maddeli tarım ilacının, turunçgil ekosistemindeki önemli doğal düşmanlardan biri olan *C. bipustulatus*'a yan etkisi; Serik lokasyonunda; 1. günde N (%20.76), 7. günde N (%22.51), 14. günde N (%30.99), 28.günde N (%34.95) olarak hesaplanırken, Aksu lokasyonunda ise 1. günde N (%32.72), 7. günde N (%30.84) 14. günde N (%34.60), 28.günde N (%40.61) sınıf değeri olarak bulunmuştur. Metoda uygun olarak her iki lokasyonda da su uygulanan kontrol parsellerinde, uygulamadan 1, 7, 14 ve 28 gün sonra, gözle kontrol ve darbe yöntemiyle saptanan ortalama birey sayısındaki ölüm oranlarının %30'u geçmediği görülmüştür. Standart toksik maddeye maruz bırakılan birey sayısındaki ölüm oranı ise %40'dan fazla olmuştur. Çalışmada Buprofezin etkili maddesinin arazi şartlarında *C. bipustulatus* L. predatörünün ergin ve ergin öncesi dönemlerine olan yan etkisi değerlendirilmiş ve sonucunda %50'den az bir ölüm oranı tespit edilmiş olup IOBC'ye göre zararsız veya az zararlı sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Mendel vd. (1994), yaptıkları laboratuvar çalışmasında buprofezin, fenoxycarb ve pyriproxyfen uygulamalarının *Rodolia cardinalis* Mulsant (Col.: Coccinellidae) larvalarının hiçbirinin ergin olamadığını, bunun yanında buprofezin ve fenoxycarb uygulamalarının, *C. bipustulatus* yumurtalarının açılmasını önlediğini tespit etmişlerdir. Aynı yıl yapılan başka bir çalışmada ise Erkiliç vd. (1994), meyve bahçelerinde kullanılan bazı tarım ilaçlarının kabuklubitlerin önemli predatörlerinden olan *C. bipustulatus* ve *C. fodori minor* E.Y. (Col: Cybocephalidae) üzerindeki etkilerini laboratuvar koşullarında araştırmış, *C. bipustulatus* larvalarına melhidathion, methidathion+yazlık beyaz yağ, fluvalinate, diflubenzuron ve deltamethrin'in diğer ilaçlara göre çok zehirli olduğunu, bromopropylate, buprofezin, fenoxycarb, pirimicarb'ın ise zararsız olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Uygulamada kullanılan insektisitlerin aktif madde içeriği, formülasyonu ve doz değerleri

Aktif madde	Formülasyon	Doz
400 g L Buprofezin	SC	65 ml 100 L
400 g L Dimethoate	EC	200 ml 100 L
Kontrol	Su	

SC: Süspansiyon konsantre, EC: Emülsiyon konsantre

$$\text{Etki (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{İlaçlıda uygulama sonrası canlı sayısı} \times \text{Kontrolde uygulama öncesi canlı sayısı}}{\text{İlaçlıda uygulama öncesi canlı sayısı} \times \text{Kontrolde uygulama sonrası canlı sayısı}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Çizelge 2. IOBC'ye göre tarla sınıf değerleri

Sınıf değeri	Etki (%)	Zararlılık sınıfı
N	0-50	Zararsız veya az zararlı
M	51-75	Orta derecede zararlı
T	> 75	Zararlı

Çizelge 3. Serik lokasyonunda faydalıya % etki oranları ve IOBC sınıf değerleri

İlaç-Doz	1.gün ölüm oranı (%)	7.gün ölüm oranı (%)	14.gün ölüm oranı(%)	28.gün ölüm oranı(%)	IOBC değerleri
400 g L Bufrofezin (65 ml 100 L su)	20.76	22.51	30.99	34.95	N
400 g L Dimethoate (200 ml 100 L su)	76.49	75.80	76.87	76.43	T
Kontrol	0.00	2.27	0.00	0.00	N

Çizelge 4. Aksu lokasyonunda faydalıya %etki oranları ve IOBC sınıf değerleri

İlaç-Doz	1.gün ölüm oranı (%)	7.gün ölüm oranı (%)	14.gün ölüm oranı(%)	28.gün ölüm oranı(%)	IOBC değerleri
400 g L Bufrofezin (65 ml 100 L su)	32.72	30.84	34.60	40.61	N
400 g L Dimethoate (200 ml 100 L su)	75.21	76.41	77.74	78.06	T
Kontrol	0.00	5.55	0.00	0.00	N

Yaptığımız çalışmada da Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilen değerlerde bufrofezin'in *C. bipustulatus*'a karşı az zararlı ve zararsız olarak belirlenmiştir. Şimşek vd. (2012) tarafından Turunçgil alanlarının önemli predatör ve parazitoitlerine karşı bazı insektisitlerinin laboratuvar koşullarında toksik etkilerinin araştırılması ile ilgili yapılan çalışmalarında Buprofezinin de içinde olduğu bazı IRG grubu insektisitlerin IPM programı kapsamında emniyetle kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Karacaoğlu vd. (2013)'nin yaptıkları çalışmada *C. bipustulatus*'un ergin öncesi dönemlerine spirodiclofen-abamectin'nin, spirodiclofen, fenbutation oxide ve dimethoate'in etkisi araştırılmış ve Abbott'a göre % ölüm oranları sırası ile 24.17; 11.11; 10.56 ve 100 olarak bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada benzer şekilde standart toksik olarak kullanılan dimethoate etken maddesi %75'in üzerinde ölüm oranı göstererek zararlı olarak belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Buprofezin etkili maddesinin turunçgil alanlarının önemli predatörü *C. bipustulatus*'a karşı yan etkisinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda predatörün %50'nin altında ölüm oranı göstermesi ile değerlendirilen etkili madde az

zararlı veya zararsız (N) sınıfına girmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz verilere dayanarak bufrofezin etkili maddesinin turunçgil alanlarında kullanılmasının mümkün olduğu düşünülmektedir. Doğada çok sayıda ve çeşitlilikte bulunan faydalıların korunması önem arz etmekte olup korunmaları amacıyla yan etki çalışmalarının artırılması, insektisitlerin faydalılara karşı yan etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

#### Kaynakça

- Anonim, (2017). Turunçgil Entegre Mücadele Teknik Talimatı. [www.tagem.gov.tr](http://www.tagem.gov.tr). Erişim tarihi: 01 Ağustos 2019.
- Anonim, (2018a). Yaş Meyve ve Sebze Sektörü Türkiye Geneli Değerlendirme Raporu. [www.akib.org.tr](http://www.akib.org.tr). Erişim tarihi: 01 Şubat 2019.
- Anonim, (2018b). Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları. [www.tagem.gov.tr](http://www.tagem.gov.tr). Erişim tarihi: 10 Temmuz 2018.
- Erkiliç L., Uygun, N., Aytaç, M., Tekelioğlu, Z.N., & Karaca, İ. (1994). Bazı tarımsal savaş ilaçlarının *Chilocorus bipustulatus* L. (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Cybocephalus jodori minor* E.Y. (Coleoptera: Cybocephalidae)'a etkileri üzerinde araştırmalar. *Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi*, s:14-18.
- Güven, B., & Göven, M.A. (2003). Side effects of pesticides used in cotton and vineyard areas of Aegean Region on the green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae), in the laboratory. *Pesticides and*

- Beneficial Organisms IOBC/wprs Bulletin*, 26(5):21-24.
- Henderson, C.F., & Tilton, E.W. (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite, *Journal of Economic Entomology*, 48(2):157-161.
- Karaca, I., & Uygun, N. (1992). Kırmızı kabuklubıt, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae)'nin değişik turunęil tür ve çeşitleri üzerinde popülasyon gelişmesi. *Türkiye 2. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, s:9-19.
- Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., Tüfekli, M., Portakaldalı, M., Kütük H., (2013). Turunęil bahęelerinde kullanılacak bazı insektisitlerin *Chilocorus bipustulatus*, *Anagyrus pseudococci*, ve *Amblyseius swirskii*'ye karşı yan etkileri. 1. *Bitki Koruma Ürünleri ve Makinaları Kongresi*, s:163-175.
- Mendel, Z., Blumberg, D. & Ishaaya, I. (1994). Effects of some insect growth regulators on natural enemies of scale insects (Hom.:Coccoidea). *Entomophaga* 39(2):199-209.
- McMurty, J.A., Jonson, E.G., & Scriven, G.T. (1969). Experiments to determine effects of release of *Stethorus picipes* on the Avocado brown mite. *Journal of Economic Entomology*. 62(5):1216-1221.
- Satar, S., Karacaoğlu, M., & Satar, G. (2012). Turunęil bahęelerinde kullanılan bazı ilaçların yaprakbiti parazitoitlerinden *Lysiphlebus confusus* Tremley and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Mars hall) ve *Lysiphlebus testaceipes*'e (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) karşı etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 36(1):83-92.
- Steiner, H. (1962). Methoden zur untersuchung des population dinamik in Obstenlagen. *Entomophaga*, 7(3):207-214.
- şimşek, V.M. (2011). Bazı tarımsal savaş ilaçlarının turunęil ekosistemindeki önemli parazitoit ve predatörlere etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- şimşek, V.M., Uygun, N., & Satar, S. (2012). Investigation of side effects of some pesticides under laboratory conditions on important parasitoids and predators in citrus ecosystem. *28th International Citrus Congress*, November, Spain.
- şimşek, V.M., & Uygun, N. (2013). Bazı tarımsal savaş ilaçlarının turunęil bahęelerindeki önemli parazitoit ve predatörlere etkilerinin laboratuvar koşullarında araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(2):141-154.
- Uygun, N., & Satar, S., (2007). The Current Situation Of Citrus Pest and Their Control Methods in Turkey. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/WPRS*, 38: 2-9.
- Yiğit, A., Canhilal, R., & Ekmekci, U. (2003). Seasonal population fluctuations of *Serangium parcesetosum* (Coleoptera:Coccinellidae), a predatory of citrus whitefly, *Dialeurodes citri* (Homoptera: Aleyrodidae) in Turkey's Eastern Mediterranean citrus groves. *Environmental Entomology*, 32(5):1105-1114.
- Yinon, U. (1969). The natural enemies of the armored scale lady-beetle *Chilocorus bipustulatus* [Col. Coccinellidae]. *Entomophaga*, 14(3):321-328.

## Synthesis of organic-inorganic hybrid nanoflowers using *Trigonella foenum-graecum* seed extract and investigation of their anti-microbial activity

Cevahir ALTINKAYNAK<sup>1</sup> Nilay ILDIZ<sup>2</sup> Ayşe BALDEMİR<sup>3</sup> Nalan ÖZDEMİR<sup>4</sup> Vedat YILMAZ<sup>5</sup>  
İsmail ÖÇSOY<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant and Animal Production, Avanos Vocational School, Nevsehir Haci Bektas Veli University, Nevsehir, Turkey

<sup>2</sup> Department of Pharmaceutical Microbiology, Faculty of Pharmacy, Erciyes University, Kayseri, Turkey

<sup>3</sup> Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Erciyes University, Kayseri, Turkey

<sup>4</sup> Department of Chemistry, Faculty of Science, Erciyes University, Kayseri, Turkey

<sup>5</sup> Department of Analytical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Erciyes University, Kayseri, Turkey

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: caltinkaynak@nevsehir.edu.tr

ORCID: 0000-0003-0082-8521

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):159-167  
doi: 10.16882/derim.2019.549151

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 04.04.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 10.09.2019



### Abstract

Herein we report a green method for the synthesis of organic-inorganic hybrid nanoflowers using a *Trigonella foenum-graecum* L. (TF) (Fenugreek seeds) extracts as an organic part and copper ions acting as an inorganic part. The organic-inorganic hybrid nanoflowers using TF seed extract (TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs) were characterized by SEM, XRD, EDX and FTIR. The morphology of the TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs was quite spherical and monodisperse with ~18µm size. The TF-Cu<sup>2+</sup> hNF exhibited the effective anti-bacterial activity against *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhi* and *Escherichia coli* at 1-10 µg ml<sup>-1</sup> concentrations except against *Pseudomonas aeruginosa* and *Haemophilus influenza*. However, both TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs and free TF extracts showed any antifungal activities against *Candida albicans* or *Candida glabrata*. The study revealed that TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs could be used as a therapeutic agent for microbial infections and has the potential to overcome drug resistance.

**Keywords:** Biomaterials; Organic-inorganic hybrid nanoflowers; Copper; Anti-microbial activity

### Organik-inorganik hibrit nano çiçeklerin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) tohum ekstresi kullanılarak sentezi ve anti-mikrobiyal özelliklerinin araştırılması

#### Öz

Bu çalışmada organik-inorganik hibrit nano çiçek sentezi için organik bileşen olarak çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) otu tohum ekstresi ve inorganik bileşen olarak Cu<sup>2+</sup> iyonları kullanılarak yeşil bir üretim metodu raporlanmıştır. Çemen tohum ekstresi kullanılarak sentezlenmiş organik-inorganik hibrit nano çiçekler (TF-Cu<sup>2+</sup> hNF); taramalı elektron mikroskopu (SEM), Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDX), X-ışını kırınımı (XRD) ve Kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) yöntemleri kullanılarak karakterize edilmiştir. TF-Cu<sup>2+</sup> hNF'lerin elektron mikroskop görüntüsünde morfolojisi oldukça düzgün dağılımlı ve küresel formda olmak üzere yaklaşık 18 µm boyutunda gözlenmiştir. TF-Cu<sup>2+</sup> hNF'ler; *Pseudomonas aeruginosa* and *Haemophilus influenza* dışında *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhi* ve *Escherichia coli* türlerine karşı 1-10 µg ml<sup>-1</sup> aralığında ve kullanılan antibiyotikler ile karşılaştırıldığında yüksek düzeyde anti-mikrobiyal özellik göstermiştir. Ancak hem TF-Cu<sup>2+</sup> hNF'ler hemde serbest TF ekstresi, *Candida albicans* ve *Candida glabrata* türlerine karşı antifungal aktivite göstermemiştir. Yapılan bu çalışma çemen ekstresi içeren organik-inorganik hibrit nano çiçeklerin test edilen patojen suşlar ile gelişen mikrobiyal enfeksiyonlar için terapötik bir ajan olarak kullanılabilmeceğini ve ilaç direncinin üstesinden gelme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomateryal; Organik-inorganik hibrit nano çiçekler; Bakır; Anti-mikrobiyal aktivite

### 1. Introduction

Various hybrid nanostructures with different morphologies are commonly used in the fields

of health care, cosmetic, biomedical, food, environment, health, medicine and biosensor (Ahmed et al., 2016; Lee et al., 2015). These hybrid nanostructures have been developed by

conventional synthesis techniques which are expensive and toxic. However, the development of green synthesis techniques has resulted in simple, cheap, rapid, stable and biocompatible procedures (Ahmed et al., 2016; Nadagouda et al., 2014).

The use of plant extracts has pointed out considerable attention within recent years in the synthesis of nanostructures. (Mittal et al., 2013). This is because plant extract is considered as an important protein source for hybrid nanostructures and plays a significant role in green nanotechnology as potential antimicrobial, and antioxidant agents (Phull et al., 2016). The TF plant, is widely cultivated throughout the world for medicinal uses due to its anti-cancer (Amin et al., 2005), and antimicrobial (Moradi et al., 2013; Aman et al., 2014) properties TF seeds contain 20-30% proteins consisting largely of albumins, globulins, glutelins and prolamines (Feyzi et al., 2015), 45-60% carbohydrates, pyridine alkaloids (0.2-0.38%), fixed oils (5-10%), choline (0.5%), flavonoids, free amino acids, tannic acid, Ca and Fe, saponins (0.6-1.7%), steroidal sapogenins, cholesterol, sitosterol, vitamins A, B1, C and nicotinic acid and volatile oils (0.015%) (Olli et al., 2006; Patel et al., 2013). TF extracts exhibited antibacterial effect on some gram-negative and gram-positive bacteria at concentrations ranging from 250 to 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$  have been shown by Aman et al. (2014). Singh and co-workers have stated that TF seed showed antibacterial activity at 500  $\mu\text{g mL}^{-1}$  concentration against *B. cereus* (Singh et al., 2014). El-Kamali and El-Karim (2009) reported that various TF seed extracts did not show antibacterial properties against bacteria. Various sizes of nanostructures have produced using plant extracts thus far (Karatoprak et al., 2017).

As a new class of hybrid nanostructures, synthesis and characterization of flower-like hybrid nanostructures including organic (protein or enzyme) and inorganic parts were reported by Zare and co-workers for the first time (Ge et al., 2012). They created novel hybrid nanoflowers (hNFs) with much greater enzymatic activity and stability than those obtained with free enzymes. Some researchers have prepared various kinds of organic-inorganic nNFs and used them for different applications (Sun et al., 2014; Liang et

al., 2015; Huang et al., 2015; Somturk et al., 2015; Altinkaynak et al. 2016a; Altinkaynak et al., 2016b; Ariza-Avidad et al., 2016; Thawari et al., 2016; Zhang et al., 2016).

Inspired by the aforementioned works, we presented a green method for the production of organic-inorganic hNFs using an TF extracts as organic part and evaluated their comparative anti-microbial effect of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs against some microorganisms.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Materials

CuSO<sub>4</sub>.5.H<sub>2</sub>O, methanol, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Bovine serum albumin (BSA), and other chemicals were bought from Sigma-Aldrich Products, MO, USA. Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaCl, KCl, HCl, NaOH and Coomassie G-250 were used for buffer solution. The chemicals used in the anti-microbial activity studies were obtained from Sigma-Aldrich, MO, USA except Mueller Hinton Broth (MHB) and Mueller Hinton Agar (MHA) (HiMedia, Mumbai, India), sterile disc (Oxoid, Hampshire, UK), and the standard strains were obtained from the ATCC, VA, USA; *Enterococcus faecium* (ATCC 8459), *Bacillus cereus* (ATCC 11778), *Escherichia coli* (ATCC 35218), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Salmonella typhi* (ATCC 14028), *Haemophilus influenza* (ATCC 49247), *Candida albicans* (ATCC 10231), and *Candida glabrata* (ATCC 90030). RPMI-1640 Medium with L-Glutamine, without sodium bicarbonate added with glucose (0.2%) at pH 0.165 molar morpholinepropanesulfonic acid (MOPS) and is buffered to be 7.0.

### 2.2. Preparation of TF extract

TF seeds registered as Gurarslan cultivar were harvested in field crops of Agricultural Faculty at Erciyes University. The seeds were kept at room temperature until the initiation of the experiments. TF was powdered using blender. 100 g powder was added to 500 mL flask including 250 mL methanol and incubated at room temperature (25°C) under stirring for one day. After incubation, solution was filtered twice Whatman No.1. The extracts were collected and evaporated under vacuum at 40°C.

### 2.3. Production of TF-Cu<sup>2+</sup> hybrid nanoflowers

0.333 mL of 120 mM CuSO<sub>4</sub>.5.H<sub>2</sub>O solution was added to 50 mL of PBS, pH 7.4 with different concentration of TF dissolved extract (0.1 and 0.5 mg mL<sup>-1</sup>) as described in the literature (Ge et al., 2012; Altinkaynak et al., 2016a; Altinkaynak et al., 2016b; Somturk et al., 2015; Ariza-Avidad et al., 2016; Zhang et al., 2016; Thawari et al., 2016; Sun et al., 2014; Liang et al., 2015; Huang et al., 2015). The mixture was vigorously shaken for 30 s and kept without disturbing at +4°C for three days. The blue pellets were collected via centrifugation, and then washed 3 times. The obtained pellets were dried under vacuum at 50°C. The supernatant protein concentration was measured by the Bradford method (Bradford, 1976).

### 2.4. Characterization of TF-Cu<sup>2+</sup> hybrid nanoflowers

The scanning electron microscopy (SEM) was used to generate the images of nanoflower on ZEISS EVO LS10 instrument (Oberkochen, Germany). The energy dispersive X-ray (EDX-ZEISS EVO LS10) technique was employed to analyze the elemental composition of nanoflower. The crystal structure of nanoflower was explained using the X-ray diffraction analysis (XRD-BRUKER AXS D8) (Karlsruhe, Germany). The Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) spectra of nanoflowers were recorded to investigate its chemical structure using FTIR Spectrometer (Perkin Elmer 400 Spotlight 400 Imaging System, Waltham, USA).

### 2.5. Evaluation of anti-microbial activity

The anti-microbial activities of TF extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs compounds were tested by CLSI guidelines using minimum inhibitory concentration (MIC) and disc diffusion methods (CLSI, 2012). The MIC assays were carried out in triplicate assay at a dilution of the tested samples from 2000 µg mL<sup>-1</sup> to 125 µg mL<sup>-1</sup>, and 100 µg mL<sup>-1</sup> to 0.01 µg mL<sup>-1</sup> for extracts and hNFs, respectively. Bacterial suspension (5×10<sup>5</sup> CFU mL<sup>-1</sup>) was added in each well.

Negative control comprised MHB and the positive control was suitable (Ampicillin

(100 mcg), Meropenem (10 mcg), Ciprofloxacin (5 mcg), Bioanalyse/Turkey) for MHB + bacterial suspension and bacteria only. Plates were incubated at 37°C for 16 to 20 h. After incubation, plates were examined for bacterial growth. The MIC was calculated as lowest concentration of the samples inhibiting the visual growth of the microtitre plates. The experiments are done in triplicates. The anti-microbial behavior of the nanoflower compounds was assessed by Kirby Bauer disk diffusion method using MHA according to NCCLS guidelines at determined MIC concentrations for all tested microorganisms (NCCLS, 2000). Because examined extract concentrations had not effective. The bacterial cultures were sub-cultured in MHB and incubated for 14 h at 37°C. The bacterial cultures were sub-cultured in MHB then incubated for 14 h at 37°C. The sterile discs containing 30 µg mL<sup>-1</sup> samples were placed on MHA and plates were incubated after cultures were swabbed onto plates containing MHA. The zones of inhibition of each sample were calculated by measuring the diameter of the inhibition zone around the disc (in mm) including the disc diameter. Each experiment was performed in triplicates. Antifungal activities determined by using broth microdilution and disc diffusion method according to CLSI M27-A3, M44-A2 protocols (CLSI, 2008; CLSI, 2009). Inoculum is prepared in 0.85% NaCl to be 0.5 McFarland. The similar assay used for disc diffusion method by adding agar 1.5%. For each assay 30 µg mL<sup>-1</sup> sample used. Amphotericin B as positive control and DMSO as negative control were used. All experiments were performed in duplicate and repeated three times.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Production and characterization of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs

In our work, we firstly used TF extract as an organic part to form the flower-like structures. The generation mechanism of the organic-inorganic hybrid nanoflowers was reported before (Ge et al., 2012; Altinkaynak et al., 2016a; Altinkaynak et al., 2016b; Somturk et al., 2016; Ariza-Avidad et al., 2016; Zhang et al., 2016; Thawari et al., 2016; Sun et al., 2014; Liang et al., 2015; Huang et al., 2015).

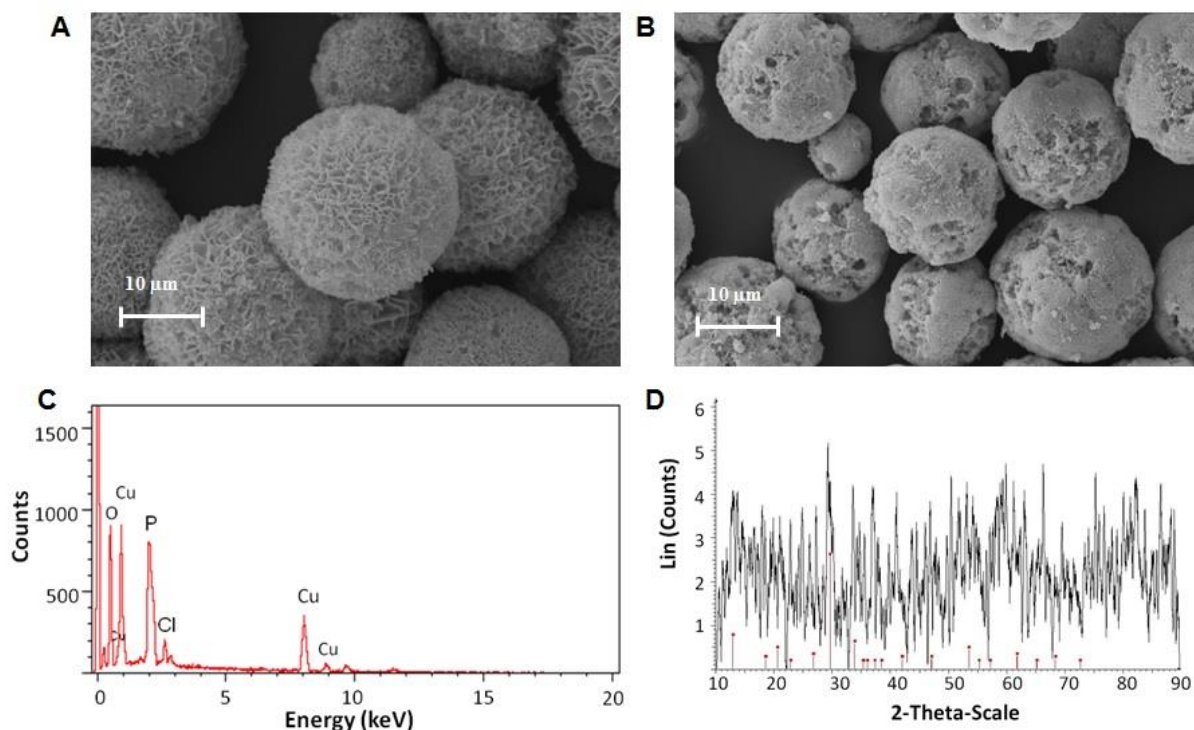


Figure 1. SEM images of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs including (A) 0.1 mg mL<sup>-1</sup> and (B) 0.5 mg mL<sup>-1</sup> TF extract (C) EDX spectra of the hNFs (D) XRD patterns of hNFs in accord the peak position of the Cu<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O (JCPDS card (00-022-0548, red line).

There are three steps in the mechanism: (a) nucleation and formation of primary crystals (b) to form nanoflowers through coordination of between the organic part and Cu<sup>2+</sup> ions (c) complete formation of nanoflowers (Ge et al., 2012; Altinkaynak et al., 2016a; Altinkaynak et al., 2016b; Somturk et al., 2015; Ariza-Avidad et al., 2016; Zhang et al., 2016; Thawari et al., 2016; Sun et al., 2014; Liang et al., 2015; Huang et al., 2015). The amine and diol groups of molecules interact with copper phosphate complex to form TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs. To validate our design, Cu<sup>2+</sup> ions and TF extract were mixed in PBS solution, after incubation for 3 days, blue precipitates were obtained. The impress of TF extract concentrations on the generation of the nanoflowers were investigated. As a result; the encapsulation yield (EY) of TF-Cu<sup>2+</sup>hNFs containing 0.1 and 0.5 mg mL<sup>-1</sup> TF extract were determined as ~75% and ~86%, respectively. There could be a lower number of nucleation sites at lower TF extract concentration (0.1 mg mL<sup>-1</sup>). Concentrations of 0.02, 0.03, and 0.05 mg mL<sup>-1</sup> were also tested but no nanoflower structure was formed at these concentrations (data are not shown). When the extract concentration was increased to

0.5 mg mL<sup>-1</sup>, a greater number of nucleation sites were available therefore the EY of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs may increase. The different morphologies are demonstrated with SEM images in Fig. 1A and 1B. Interestingly, the morphology of TF-Cu<sup>2+</sup>hNF is very much uniform and monodisperse compared to protein-inorganic nanoflowers. When the concentration of extract was increased from 0.1 to 0.5 mg mL<sup>-1</sup>, the spherically shaped nanoflowers produced were more uniform and monodisperse. Although both concentrations of extract resulted in quite uniform and spherical NF (Fig. 1A and 1B), the NF had pores on its surface when extract (0.1 mg mL<sup>-1</sup>) was used (Fig. 1A). When extract (0.5 mg mL<sup>-1</sup>) was used, the pores on surface almost completely disappeared (Fig. 1B). Free extract molecules probably blocked the pores on the surface of the NF during growth process due to high concentration (Fig. 1B). The diameters of the hNFs formed with extract (0.1 mg mL<sup>-1</sup>) were measured as ~22 μm in size. However, as the extract concentration increased (from 0.1 to 0.5 mg mL<sup>-1</sup>), the resulting nanostructures became smaller (~15-18 μm). This can be interpreted as showing that the number of nucleation sites may be

increased, resulting in small-sized NFs. In general, protein-inorganic hNFs including crude protein or enzyme etc. had an average diameter of  $\sim 6\text{--}12\ \mu\text{m}$  particle size. Interestingly, the morphology of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs is much larger compared to that of protein-inorganic NFs. Based on these results, a TF extract concentration of  $0.1\ \text{mg mL}^{-1}$  was chosen for further evaluation. The structure of the hNFs was confirmed by EDX, XRD and FTIR. The EDX technique confirmed the presence of Cu<sup>2+</sup> metals in the hNFs. Fig. 1C clearly demonstrated Cu<sup>2+</sup> metal peaks on the EDX spectrum. The peak positions and relative intensities of the nanocrystals appeared on the XRD spectrum (Fig. 1D). Most of the diffraction peaks of Cu<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> nanocrystals in the hNFs were consistent with the JCPDS card number 00-022-0548. The strong peaks confirmed that the TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs were well crystallized.

The chemical structures of extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs were characterized using FT-IR for identification of functional groups. TF extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs powder were dried at 70°C prior to typical sample preparation for FTIR. Simply, each powder was separately mixed with IR grade K Br and pressed into tablet form. The characteristic peaks of TF extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs were analyzed on the FTIR spectra, respectively (Fig. 2A and 2B).

O P O groups showed very weak bending vibration at  $\sim 532\ \text{cm}^{-1}$ , while the same vibration in very strong form appeared at  $\sim 558\ \text{cm}^{-1}$  (Yin et al., 2015; Wu et al., 2014). We assume that a high concentration of TF extract was packed in a nanoscale area of NF, which may have caused a very intense vibration peak. The vibration bands of the NH<sub>2</sub> groups of TF extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs appeared at  $\sim 1609\ \text{cm}^{-1}$  and  $\sim 1626\ \text{cm}^{-1}$ , respectively (Wu et al., 2014; Yu et al., 2015). Finally, its stretching bands of it at  $2800\text{--}3000\ \text{cm}^{-1}$  were attributed to the CH<sub>3</sub> and CH<sub>2</sub> groups of TF extract and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs.

### 3.2. Determination of anti-microbial activities

The anti-microbial activity of TF extract ( $2000\text{--}125\ \mu\text{g mL}^{-1}$ ) and TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs ( $100\text{--}0.01\ \mu\text{g mL}^{-1}$ ) was investigated against various pathogenic microorganisms. The diameter of inhibition zones (mm) around each well containing TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs is presented in Table 1 and imaged in Fig. 3. In this study, the anti-microbial properties of the liquid copper sulphate and phosphate buffer solution were also checked  $0.8\ \text{mM}$  and  $10\ \text{mM}$  concentrations, respectively and it was seen that these substances did not have significant activity against tested microorganisms.

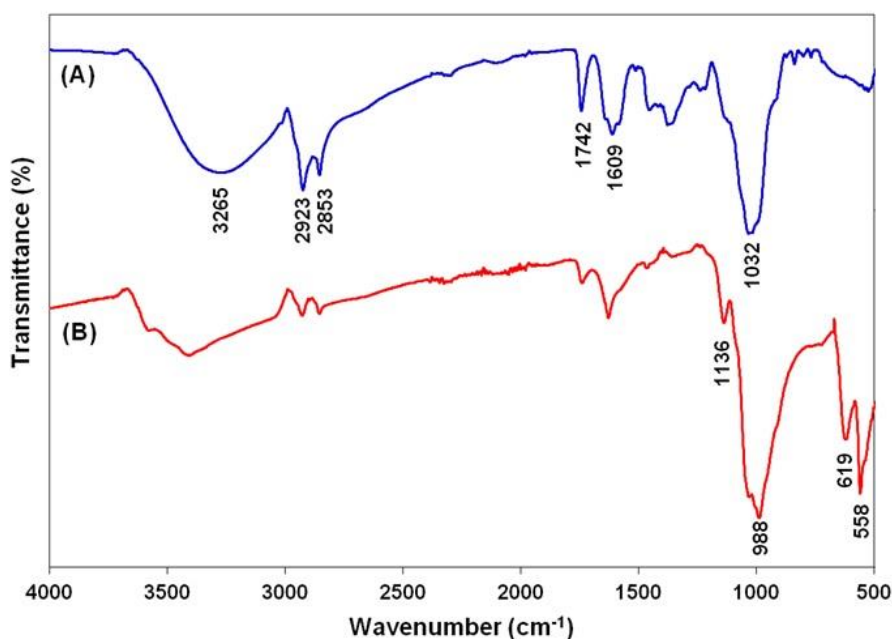


Figure 2. (A) FTIR analysis of TF extract and (B) FTIR analysis of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs formed with  $0.1\ \text{mg mL}^{-1}$  TF extract



Table 1. Anti-microbial activity of TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs

Microbial strains	MIC ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )	Inhibition zone (mm)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 35218	10	24.625 $\pm$ 0.88
<i>Salmonella typhi</i> ATCC 14028	1	29.15 $\pm$ 1.62
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	-	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	10	22.105 $\pm$ 0.15
<i>Enterococcus faecium</i> ATCC 8459	10	22.61 $\pm$ 0.86
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	10	22.115 $\pm$ 1.57
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	-	NI
<i>Candida glabrata</i> ATCC 90030	-	NI
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	10	20.6 $\pm$ 0.84
<i>Haemophilus influenzae</i> ATCC 49247	-	NI

Values (mean  $\pm$  SE) are average of three samples of hybrid nanoflower, analyzed in triplicate. NI: None Inhibition. TF extract was not effective any of all tested microorganisms (data not presented in Table 1).

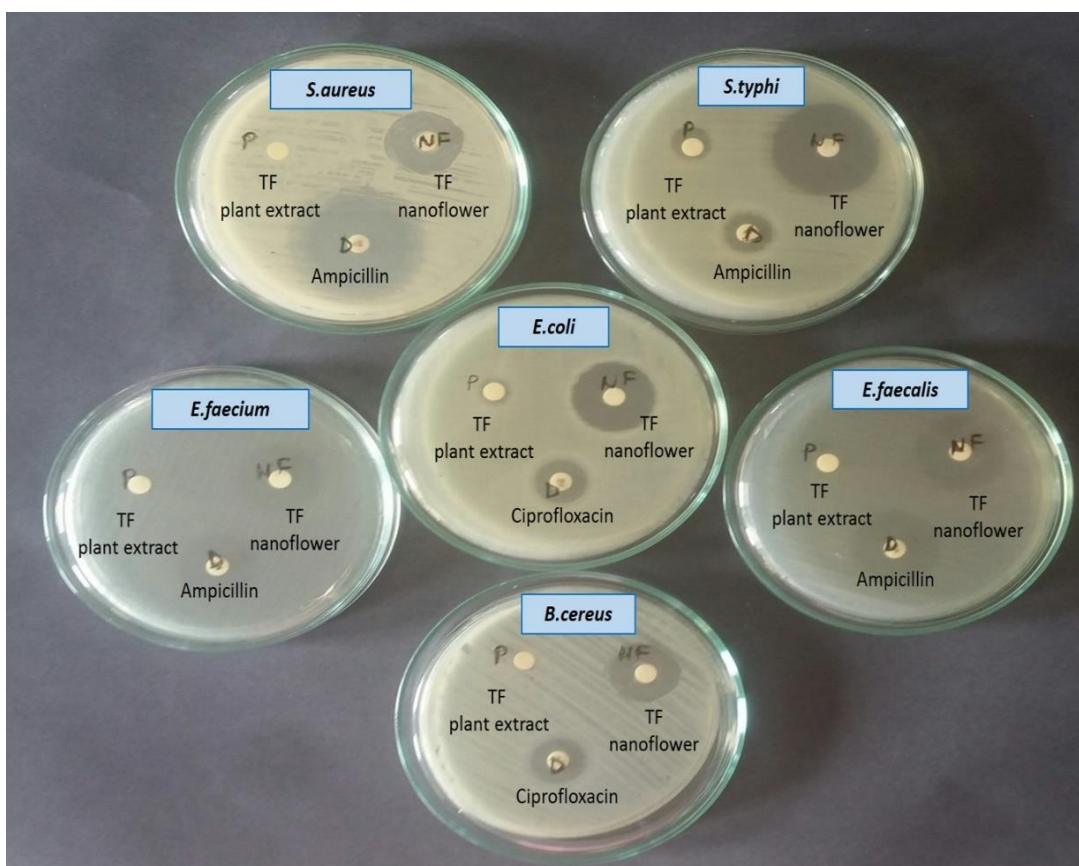


Figure 3. Disc diffusion results image of TF extract, TF-Cu<sup>2+</sup> hybrid nanoflower and drug (appropriate antibiotic disc)

The TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs were found to have the highest anti-microbial activity against *S. typhi* (29.15  $\pm$  1.62), while the least anti-microbial activity was found against *B. cereus* (20.6  $\pm$  0.84) by using disc diffusion method. TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs exhibited good antibacterial activity against both Gram-positive and Gram-negative microorganisms except *P. aeruginosa* and *H.*

*influenzae*. In addition, TF extract was not effective against any of the tested microorganisms in the 2000-125  $\mu\text{g mL}^{-1}$  concentration range. Additionally, TF-Cu<sup>2+</sup> hNFs and TF extract were not observed to display any antifungal activities against the tested yeasts. El-Kamali and El-Karim (2009) were reported TF seed extracts did not effective

against *S. aureus*-ATCC 25923, *B. subtilis*-NCTC 8236, *E. coli*-ATCC 25922, *P. vulgaris*-ATCC 6380, *P. aeruginosa*-ATCC 27853 and *K. pneumonia*-ATCC 1312. Singh et al. (2014) reported that TF seed extract; showed antibacterial activity at 500  $\mu\text{g mL}^{-1}$  against *B.cereus* that only tested bacteria. We did not observe any effect against *B.cereus*. In contrast to our work, Aman et al. (2014) said that TF extracts had antibacterial effect on *S.aureus*, *B.subtilis*, *E.faecalis*, *L.monocytogenes*, *E.coli*, *P.aeruginosa*, *S.typhi* and *S.dysenteriae* at concentrations ranging from 250 to 1000  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . In another work done by the same group, the snowball like hybrid nano structures comprising *Viburnum opulus L.* extract called "nanosnowball" (NSBs) were synthesized (Ildiz et al., 2017). The NSBs exhibited effective antimicrobial activity against *E.coli*, *S.typhi*, *E.faecium*, *E.faecalis*, *B.cereus*, *S.aureus*, except *P.aeruginosa* and *H.influenza* and *C.albicans*, *C.glabrata*, respectively. Also Baldemir et al. (2017) used *Camellia sinensis* (L.) Kuntze extracts incorporated  $\text{Cu}^{2+}$  ions nanoflowers and demonstrated their high catalytic activities and anti-microbial activities against against *S.aureus* (ATCC 25923), *E.coli* (ATCC 25922) and *C.albicans* (ATCC 90028) with broth microdilution and short time-kill assay.

Subhapiya and Gomathipriya were reported that biosynthesis of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles ( $\text{TiO}_2\text{NPs}$ ) using the aqueous leaf extract of *Trigonella foenum-graecum*. These nanoparticles that are to be 20–90 nm showed significant anti-microbial activity against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Yersinia enterocolitica* and fungus *Candida albicans* (Subhapiya and Gomathipriya, 2018). In contrast to our study, they synthesized nano-sized materials using titanium metal and extract from the leaf of *Trigonella foenum-graecum*. Goyal et al. (2018) had been reported a simple and eco-friendly method for the synthesis of silver nanoparticles using *Trigonella foenum-graecum* seed extract. They were investigated several parameters that dictated the biosynthesis of these nanoparticles such as reaction time, temperature,  $\text{AgNO}_3$  concentration, and amount of *Trigonella foenum-graecum* seed extract. Physicochemical characterization of these

nanoparticles was performed on Dynamic light scattering (DLS) field emission electron microscopy and energy distributor X-ray spectroscopy, X-ray diffraction and Fourier transform infrared spectroscopy. The size determination studies using DLS revealed of nanoparticles size between 95 and 110 nm. The antibacterial activities were studied against *E. coli*, *P. vulgaris*, *P. aeruginosa* and methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). The synthesized AgNPs were reported to show fewer efficacies against microorganisms as compared to the ones obtained via green synthesis. Also gram-positive microorganisms had shown more antibacterial activity than gram-negatives when compared our study.

The mechanism of  $\text{TF-Cu}^{2+}$  hNFs interaction with bacteria is not well known yet, but various hypotheses may be proposed to explain it. The positively charged copper ions play a vital role in the anti-microbial activity (Kruk et al., 2015). The bacterial cells may be accumulated inside the NFS' petals due to the size differential and here the mechanism of anti-microbial activities may occur from the electrostatic attraction between NFs containing positively charged copper ions and negatively charged bacterial cells (Ahmed et al., 2016). Copper ions may be released slowly into the cells. Therefore, copper ions may lead to a break in the permeability of outer membrane and cause the leakage of cellular materials. Additionally, gram-positive and gram-negative bacteria have different membrane structures. The gram-positive bacteria cell wall has a thicker peptidoglycan layer that of gram-negative bacteria (Banerjee et al., 2011). The layer of peptidoglycan consisting of linear cross-linked polysaccharide chains is negatively charged, on the other hand, copper ions are positively charged. Although gram-positive bacteria are more sensitive to the anti-microbial activities of copper ions than gram-negative bacteria are,  $\text{TF-Cu}^{2+}$  hNFs showed the strongest anti-microbial activity against gram-negative bacteria rather than against gram-positive bacteria. *C. albicans* and *C. glabrata* were not affected by  $\text{TF-Cu}^{2+}$  hNFs. This difference may be due to cell wall differences because, fungi are eukaryotic cells and bacteria are prokaryotic. The differences in cell wall structure can be attributed to the abundance of the functional groups on the cell surface of the different microorganisms.

#### 4. Conclusion

In summary, we reported a green synthesis method of organic-inorganic hybrid NFs by using *Trigonella foenum graecum* extract and  $\text{Cu}^{2+}$  ions. The obtained NFs were well dispersed, uniform and spherical. The TF extract amount affected the size of the NFs. The pores on the NFs' surface almost completely disappeared when the TF extract amount was increased during the synthesis protocol, which is simple and economic. Our hNFs exhibited higher anti-microbial activity than TF extract against some Gram-positive and Gram-negative bacteria. Neither TF- $\text{Cu}^{2+}$  hNFs nor TF extract demonstrated any anticandidal activities against *C. albicans* or *C. glabrata*. Hence, the TF- $\text{Cu}^{2+}$  hNFs have potential applications due to their ability to overcome the drug resistance and can be used as a therapeutic agent in human health to overcome increased antibiotic resistance against pathogenic microorganisms.

#### Acknowledgements

The authors would like to thank Ph.D. Erman Beyzi from Agricultural Faculty, Erciyes University for the supply of *Trigonella* seeds.

#### References

- Altinkaynak, C., Yilmaz, I., Koksak, Z., Özdemir, H., Ocsoy, I., & Özdemir, N. (2016a). Preparation of lactoperoxidase incorporated hybrid nanoflower and its excellent activity and stability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 84:402-409.
- Altinkaynak, C., Tavlasoglu, S., Özdemir, N., & Ocsoy, I. (2016b). A new generation approach in enzyme immobilization: organic-inorganic hybrid nanoflowers with enhanced catalytic activity and stability. *Enzyme and Microbial Technology*, 93-94:105-112.
- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B.L., & Ikram, S. (2016). A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. *Journal of Advanced Research*, 7(1):17-28.
- Aman, S., Naim, A., Siddiqi, R., & Naz, S. (2014). Antimicrobial polyphenols from small tropical fruits, tea and spice oilseeds. *Food Science and Technology International*, 20(4):241-51.
- Amin, A., Alkaabi, A., Al-Falasi, S., & Daoud, S.A. (2005). Chemopreventive activities of *Trigonella foenum graecum* (Fenugreek) against breast cancer. *Cell Biology International*, 29:687-694.
- Ariza-Avidad, M., Salinas-Castillo, A., & Capitán-Vallvey, L.F. (2016). A 3D mPAD based on a multi-enzyme organic-inorganic hybrid nanoflower reactor. *Biosensors and Bioelectronics*, 77:51-55.
- Baldemir, A., Kose, N.B., Ildiz, N., İlgün, S., Yusufbeyoğlu, S., Yılmaz, V., & Ocsoy, I. (2017). Synthesis and characterization of green tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) extract and its major components-based nanoflowers: a new strategy to enhance antimicrobial activity. *RSC Advances*, 7:44303-44308.
- Banerjee, M., Sharma, S., Chattopadhyay, A., & Ghosh, S.S. (2011). Enhanced antibacterial activity of bimetallic gold-silver core-shell nanoparticles at low silver concentration. *Nanoscale*, 3(11):5120-5125.
- Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-254.
- CLSI (2008). Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts; approved standard-third ed. CLSI document M27-A3. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA.
- CLSI (2009). Method for antifungal disk diffusion susceptibility testing of yeasts; approved guideline- second ed. CLSI document M44- A2. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA.
- CLSI (2012). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Twenty-second informational supplement ed. CLSI document M100-S22. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA.
- El-Kamali, H.H., & El-Karim, E.M.A. (2009). Evaluation of antibacterial activity of some medicinal plants used in Sudanese traditional medicine for treatment of wound infections. *Academic Journal of Plant Sciences*, 2(4):246-251.
- Feyzi, S., Varidi, M., Zare, F., & Varidi, M.J. (2015). Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seed protein isolate: extraction optimization, amino acid composition, thermo and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(15):3165-3176.
- Ge, J., Lei, J., & Zare, R.N. (2012). Protein-inorganic hybrid nanoflowers. *Nature Nanotechnology*, 7:428-432.
- Goyal, S., Gupta, N., Kumar, A., Chatterjee, S., & Nimesh, S. (2018). Antibacterial, anticancer and antioxidant potential of silver nanoparticles engineered using *Trigonella foenum-graecum* seed extract. *IET nanobiotechnology*, 12(4):526-533.
- Huang, Y., Ran, X., Lin, Y., Ren, J., & Qu, X. (2015). Self-assembly of an organic-inorganic hybrid nanoflower as an efficient biomimetic catalyst for self-activated tandem reactions. *Chemistry Communication*, 51(21):4386-4389.
- Ildiz, N., Baldemir, A., Altinkaynak, C., Özdemir, N., Yılmaz, V., & Ocsoy, I., (2017). Self-assembled

- snowball-like hybrid nanostructures comprising *Viburnum opulus* L. extract and metal ions for antimicrobial and catalytic applications. *Enzyme and Microbial Technology*, 102:60-66.
- Karatoprak, G.Ş., Aydın, G., Altinsoy, B., Altinkaynak, C., Koşar, M., & Ocsoy, I. (2017). The effect of *Pelargonium endlicherianum* Fenzl. root extracts on formation of nanoparticles and their antimicrobial activities. *Enzyme and Microbial Technology*, 97:21-26.
- Kruk, T., Szczepanowicz, K., Stefanska, J., Socha, R.P., & Warszynski, P. (2015). Synthesis and antimicrobial activity of monodisperse copper nanoparticles. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 128:17-22.
- Lee, S. W., Cheon, S.A., Kim, M.I., & Park, T.J. (2015). Organic-inorganic hybrid nanoflowers: types, characteristics, and future prospects. *Journal of Nanobiotechnology*, 13:54.
- Liang, L., Fei, X., Li, Y., Tian, J., Xu, L., Wang, X., & Wang, Y. (2015). Hierarchical assembly of enzyme-inorganic composite materials with extremely high enzyme activity. *RSC Advances*, 5(117):96997-97002.
- Mittal, A.K., Chisti, Y., & Banerjee, U.C. (2013). Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnology Advances*, 31(2):346-356.
- Moradi Kor, N., Bagher Didarshetaban, M., & Saeid Pour, H.R. (2013). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a valuable medicinal plant. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(8):922-931.
- Nadagouda, M.N., Iyanna, N., Lalley, J., Han, C., Dionysiou, D.D., & Varma, R.S. (2014). Synthesis of silver and gold nanoparticles using antioxidants from blackberry, blueberry, pomegranate, and turmeric extracts. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2(7):1717-1723.
- NCCLS (2000). Approved Standard: M7-A5. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, 5th Ed., National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, USA.
- Olli, S., & Kirti, P.B. (2006). Cloning, characterization and antifungal activity of defensin Tfgd1 from *Trigonella foenum-graecum* L., *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 39(3):278-283.
- Patel, D.K., & Dhanabal, S.P. (2013). Development and optimization of bioanalytical parameters for the standardization of *Trigonella foenum-graecum*, *Journal of Acute Disease*, 2(2):137-139.
- Phull, A.R., Abbas, Q., Ali, A., Raza, H., Kim, S.J., Zia, M., & Haq, I. (2016). Antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities of green synthesized silver nanoparticles from crude extract of *Bergenia ciliata*. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(1):31-36.
- Singh, P., Vishwakarma, S.P., & Singh, R.L. (2014). Antioxidant, oxidative DNA damage protective and antimicrobial activities of the plant *Trigonella foenum-graecum*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(12):2497-2504.
- Somturk, B., Hancer, M., Ocsoy, I., & Özdemir, N. (2015). Synthesis of copper ion incorporated horseradish peroxidase-based hybrid nanoflowers for enhanced catalytic activity and stability. *Dalton Transactions*, 44:13845-13852.
- Somturk, B., Yilmaz, I., Altinkaynak, C., Karatepe, A., Ozdemir, N., & Ocsoy, I. (2016). Synthesis of urease hybrid nanoflowers and their enhanced catalytic properties. *Enzyme and Microbial Technology*, 86:134-142.
- Subhapiya, S. & Gomathipriya, P. (2018). Green synthesis of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) nanoparticles by *Trigonella foenum-graecum* extract and its antimicrobial properties. *Microbial Pathogenesis*, 116:215-220.
- Sun, J., Ge, J., Liu, W., Lan, M., Zhang, H., Wang, P., Wang, Y., & Niu, Z. (2014). Multi-enzyme co-embedded organic-inorganic hybrid nanoflowers: synthesis and application as a colorimetric sensor. *Nanoscale*, 6:255-262.
- Thawari, A.G., & Rao, C.P. (2016) Peroxidase-like catalytic activity of copper-mediated protein-inorganic hybrid nanoflowers and nanofibers of  $\beta$ -lactoglobulin and  $\alpha$ -lactalbumin: synthesis, spectral characterization, microscopic features, and catalytic activity. *ACS Applied Material & Interfaces*, 8(16):10392-10402.
- Wu, Z., Li, X., Li, F., Yue, H., He, C., Xie, F., & Wang, Z. (2014). Enantioselective transesterification of (R, S)-2-pentanol catalyzed by a new flower-like nanobioreactor. *RSC Advances*, 4:33998-34002.
- Yin, Y., Xiao, Y., Lin, G., Xiao, Q., Lin, Z., & Cai, Z. (2015). An enzyme-inorganic hybrid nanoflower based immobilized enzyme reactor with enhanced enzymatic activity. *Journal of Materials Chemistry B*, 3:2295-2300.
- Yu, Y., Fei, X., Tian, J., Xu, L., Wang, X., & Wang, Y. (2015). Self-assembled enzyme-inorganic hybrid nanoflowers and their application to enzyme purification. *Colloids and Surfaces B Biointerfaces*, 130:299-304.
- Zhang, B., Li, P., Zhang, H., Li, X., Tian, L., Wang, H., Chen, X., Ali, N., Ali, Z., & Zhang, Q. (2016). Red-blood-cell-like BSA/Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> hybrid particles: Preparation and application to adsorption of heavy metal ions. *Applied Surface Science*, 366:328-338.

## Farklı kurutma yöntemlerinin 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşenleri üzerine etkisi

Mustafa KAPLAN<sup>1</sup> Okan LEVENT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya

<sup>2</sup> İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: kaplanmustafa@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-1027-2806

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):168-176  
doi:10.16882/derim.2019.526936

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 14.02.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 10.10.2019



### Öz

Malatya kayısı tıbbi ve aromatik yönüyle önemli bir meyvedir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin orijini Malatya olup, sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir. Beslenme fizyolojisi açısından önem arzeden kayısı, temel beslenme öğelerini içermesinin ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde sağlık ve hastalıkların oluşmasını önlemede ilave faydalar sağlamaktadır. İnsan beslenmesinde kayısı gibi antioksidan kapasitesi yüksek gıdaların kullanılması özendirilmektedir. Malatya dünya taze kayısı üretiminde %12 ve kuru kayısı üretiminde ise yaklaşık %65'lik bir paya sahiptir. Bu çalışmada, farklı kurutma yöntemlerinin (güneşte kurutma, kükürtleme işleminden sonra güneşte kurutma ve fırın kurutucuda kurutma) 12-Kadioğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşik profili üzerine etkisi incelenmiştir. Kurutma ve kükürtleme işlemi uçucu organik bileşikler üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. Kükürt uygulaması ve miktarına bağlı olarak uçucu organik bileşiklerin miktarının azaldığı belirlenmiştir. Uçucu organik bileşik miktarlarındaki değişim üzerinde farklı kurutma yöntemlerinin istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Farklı kurutma yöntemi; 12-Kadioğlu kayısı çeşidi; Malatya kayısı; Uçucu organik bileşikler

### Effects of different drying methods on volatile organic compounds of 12-Kadioğlu apricot cultivar

#### Abstract

Malatya apricot is an important plant fruit with medicinal and aromatic uses. The origin of the 12-Kadioğlu apricot variety is Malatya and evaluated as fresh and dried form. Apricot, provides additional benefits in preventing health and illnesses on human physiology and metabolic functions beyond the inclusion of essential nutritional elements. In human nutrition, usage of food with high antioxidant capacity like apricot is being encouraged. Malatya has a share of 12% in world fresh apricot production and 65% in dried apricot production. In this study, the effects of different drying methods (sun drying, sun drying then sulfurization and oven drying) on the volatile organic compound profile of 12-Kadioğlu apricot variety were investigated. The drying and sulphuring process has been significantly effective on volatile organic compounds. It has been determined that the amount of volatile organic compounds decreased due to sulphur application and its amount. The different drying methods significantly influenced the volatile organic compounds ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Different drying methods; 12-Kadioğlu apricots cultivar; Malatya apricots; Volatile organic compounds

#### 1. Giriş

Aroma, tat ve kokunun birleşiminden oluşmaktadır. Tadı uçucu olmayan bileşenler, kokuyu ise uçucu bileşenler oluşturmaktadır. Meyve aromasında koku kısmından sorumlu uçucu bileşenlerdir. Ayrıca meyveler arasındaki duyuşsal farklılığı gösteren en belirgin faktör olan aroma bileşenleri, meyve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Gomez vd., 1993; Kerler ve Winkel 2002; Reineccius, 2006). Aroma maddelerinin oluşumu dinamik bir prosestir. Çoğu meyvenin kendine özgü

aroması olgunlaşma sırasında meydana gelir. Olgunlaşma aşaması süresince meyve metabolizmasında birçok değişim meydana gelir ve bu aşamada meyvenin bileşiminde bulunan yağ asitleri, amino asitler, şekerler, polifenoller, karotenoidlerden biyokimyasal yollarla aroma maddeleri oluşur (Buttery, 1981; Kerler ve Winkel, 2002). Kayısı aroma maddeleri açısından oldukça zengin bir meyvedir. Aroma maddeleri meyvelerde diğer bileşenlere göre çok düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen meyvenin kendine özgü duyuşsal özelliğini belirlerler (Buttery, 1981).

Uçucu bileşiklerin konsantrasyonunu etkileyen başlıca faktörler çeşit, iklim koşulları, olgunlaşma, bölge ve işleme tekniğidir. Kayıslarda aroma maddeleri aldehitler, ketonlar, alkoller, esterler, uçucu asitler, çeşitli bileşikler ve terpenler gibi çeşitli kompleks gruplardan oluşur (Aubert ve Chanforan, 2007; Riu-Aumatel vd., 2004). Çoğunluğu çiçeksi ve bazıları meyvensi kokulardan sorumlu terpen grubu bileşikler kayısının önemli aroma maddeleri arasında yer almaktadır (Gomez vd., 1993). Roshchina (1993) tarafından yapılan çalışmada linalol uçucu bileşenin, kayısı kokusuna çiçeksi karakter kazandıran, kayısı için özel bir aroma maddesi olduğu, bunun yanısıra kayıslarda asetik, butanoik, 2-metilbutanoik ve hekzanoik asit gibi asitler ile birlikte  $\beta$ -iyonon,  $\gamma$ -dekalakton, hekzanal, 2-hekzanal ve geraniol önemli uçucu bileşenler bulunduğu vurgulanmıştır. Aldehitler, meyve ve çimen kokusu duyuşsal hissini oluşturan önemli uçucu bileşik gurubudur (Azodanlou vd., 2003). Kayıslardaki aroma profilinin tüketici beğenisinde oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır (Gökbulut ve Karabulut, 2012). Özellikle benzaldehit, linalol ve esterler kayısların karakteristik aromasını oluşturan uçucu bileşenlerdir (Komes vd., 2005). Kurutma sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu yüksek seviyelerde furan, furfuran, imidazol gibi arzu edilmeyen bileşikler oluşmaktadır (Kerler ve Winkel, 2002). Meyvelere ısı işlem uygulandığında çoğu kez

meyveye özgü uçucu bileşenler azalmaktayken aynı zamanda doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonu ve termal bozulmanın yanında esmerleşme reaksiyonları veya karamelizasyon sonucunda yeni bileşenler oluşmaktadır. Örneğin Maillard reaksiyonu kurutulmuş ürünlerin aromasını olumsuz etkilemekteyken, lezzeti zenginleştiren iyonon,  $\gamma$ -dekalakton ve butil asetat gibi bazı doğal bileşenlerin oluşması nedeniyle arzu edilebilmektedir (Göğüş vd., 2007).

Bu çalışmada 12-Kadioğlu yaş kayısının (YK); güneşte gün kurusu (GK), kükürtleme işleminden sonra güneşte kurutma (KK) ve fırın kurutucuda kurutma (FK) yöntemlerinin kayısının uçucu organik bileşenlerine etkileri araştırılmıştır. Uçucu organik bileşenleri kuru kayıslarda da kaliteyi etkileyen önemli bir unsurdur. Ancak bugüne kadar ülkemizde üretilen kayıslardan sadece Şekerpare'nin farklı yöntemlerle kurutulması işleminin aroma üzerindeki etkisini incelemişlerdir (Cabaroğlu vd., 2009).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü Ülkesel Gen Kaynakları Parsellerinde bulunan kayısı örneği materyal olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kurutuma yöntemleri sonucu kurutulmuş 12-Kadioğlu kayısı çeşidi

1970'li yılların sonunda Zir. Yük. Müh. Ruhi Kadioğlu tarafından Malatya Battalgazi ilçesinde İsmail Kadioğlu isimli üreticinin bahçesinde bulunan 12-Kadioğlu kurutmalık kayısı çeşidi materyal olarak belirlenmiştir. Bu çeşidin ağaçları yayvan şekilli olup orta kuvvette büyür. Meyvesi oval şekilli, 30-40 g ağırlığında, meyve karın çizgisi belirgin ve simetrik. Meyve kabuk ve et rengi sarıdır. Meyve tatlı sert dokuludur. Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı %23-25, pH 4.0-4.4 ve toplam asitlik %0.45-0.70 arasında değişir. Çekirdek oval, 2.3-2.7 g ağırlığında, serbest ve tohumları tatlıdır. Malatya şartlarında Temmuz'un birinci haftasında olgunlaşır (Asma, 2011).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Hasat

Bu çalışmada kullanılan 12-Kadioğlu taze kayısının (YK) olgunlaşma zamanı da dikkate alınarak aynı ağaçlardan üç gün arayla yüzey rengi, asitlik ve suda çözünen kuru madde miktarı açısından kurutmalık ürün kalitesinde örnekler seçilerek hasat edilmiştir. Analizler için her tekerrürde 1000 g kayısı olacak şekilde, 3 tekerrürlü olarak, her çeşitten 3000 g kayısı toplanmıştır. Analizler iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Plastik saratlarda tartım işlemi yapıldıktan sonra kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Uçucu organik bileşen analizi yapılmaya kadar tüm örnekler -20°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir.

### 2.2.2. Güneşte kurutma (GK)

Kayısılar tartım işleminden sonra plastik saratlara dizilmiştir. Güneşte 2-3 gün süreyle kurutma işleminden sonra, el ile pırtlatma şeklinde çekirdekleri çıkarılmış ve el ile şekil verilerek düzeltilmiştir. Nem oranı %20'nin altına ininceye kadar güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 1).

### 2.2.3. Kükürtleme işleminden sonar güneşte kurutma (KK)

Kayısılar tartım işlemi yapılarak plastik saratlara dizildikten sonra kükürtleme odasına alınarak 100 kg kayısı için 180-200 g toz kükürt kullanılarak 12 saat kükürtleme işlemine tabi tutulduktan sonra 2-3 gün süreyle güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. El ile

pırtlatma şeklinde çekirdekleri çıkarıldıktan sonra yine el ile şekil verilerek düzeltme işlemi uygulanmış ve tekrar nem oranı %20'nin altına ininceye kadar güneşte kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır (Şekil 1).

### 2.2.4. Laboratuvar tipi fırın (yapay) kurutucu (FK)

Fırın kurutmada 10 kg yaş kayısılar teflon tepsilere dizilerek 8 saat kurutma işlemine tabi tutularak nem oranı %50'ye kadar düşürüldükten sonra çekirdek çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çekirdek çıkarma işleminden sonra elle şekil verme (patik) işlemi yapıldıktan sonra 7-8 saat aralığında nem oranı %20'nin altına düşünceye kadar fırın kurutmada kurutulma işlemine devam edilmiştir (Şekil1). Kurutucu cihaz koşullarında kurutma sıcaklığı 60-62°C, tepsi hızı 5 dev dk<sup>-1</sup> ve hava hızı 1 m s<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

### 2.2.5. Uçucu organik bileşenlerinin analizi

Uçucu organik bileşenlerinin ekstraksiyonunda katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemi uygulanmıştır (Gökbulut ve Karabulut, 2012). Bunun için örnekler homojen hale getirildikten sonra 3 g tartılarak 20 ml'lik SPME viallerine konulmuştur. Örneklerin her birine iç standart olarak 10 µL metanolde hazırlanmış 2-metil-3-heptanon çözeltilisinden eklenmiştir. Ekstraksiyon için 2 cm DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane; 50/30 µm coating thickness; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) fiber kullanılmıştır. Isıtıcı üzerinde vialer 40°C'de 30 dakika tepe boşluğuna (headspace) tutulduktan sonra fiberi vialin içerisine enjekte ederek 30 dakika adsorpsiyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uçucu organik bileşiklerin miktarının tayini ve tanımlanması DB-WAX kapiler kolon (60 m x 0.250 mm x 0.25 µm, J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık programı için kolon sıcaklığı 40°C'de 2 dk beklemeden sonra dakikada 5°C artarak 240°C'ye çıkarılmış ve burada 6 dk bekletilerek analiz tamamlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmış ve Helyumun akış hızı 1.0 ml dk<sup>-1</sup> olup detektör ve enjektör sıcaklıkları 250°C'de tutulmuştur. Kütle spektrometresi ile 1 saniye aralıklarla 33-450 kütle yük<sup>-1</sup> (m/z) arasında tarama yapılmıştır. Örneklerdeki uçucu organik bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu GC-

2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sisteminden yararlanılmıştır. Piklerin tanısı, kütle spektrometrenin hafızasındaki kütüphanelerin (NIST ve WILEY) karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanımlanmasından sonra uçucu bileşiklerin miktarları, sisteme örnekle birlikte verilen iç standardın (2-methyl-3-heptanone) pik alanına göre  $\mu\text{g kg}^{-1}$  kuru örnek olarak verilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen uçucu bileşenler; aldehit ve ketonlar, esterler, terpenler, asitler, alkoller ve çeşitli bileşikler olmak üzere 6 grupta toplanmıştır. Çizelge 1 ve Şekil 2'de uçucu bileşik grupları ile 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinde kurutma sonucu bulunan uçucu bileşikler verilmiştir.

Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi için SPSS 16.0 (SPSS Inc. A.B.D.) yazılım programı kullanılmıştır. Sonuçlar  $P < 0.05$  önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toplam uçucu organik bileşen miktarları ve bileşen sayıları

Kurutma yöntemlerinden, güneşte kurutma GK  $82.00 \mu\text{g kg}^{-1}$  uçucu bileşen miktarı ve 35 adet bileşen, kükürtlü kurutma KK  $47.82 \mu\text{g kg}^{-1}$  uçucu bileşen miktarı ve 33 adet bileşen, fırın kurutma yönteminde FK  $40.66 \mu\text{g kg}^{-1}$  uçucu bileşen miktarı ve 32 adet bileşen saptanmıştır. En yüksek değeri  $27.80 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile terpenler,

$13.45 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile uçucu asitler ve  $6.49 \mu\text{g kg}^{-1}$  miktarı ile çeşitli bileşik guruplarında saptanmış ve Çizelge 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

#### 3.2. Aldehit ve ketonlar

Yapılan çalışmada Bütanal, benzaldehit, 2-heptanal ve  $\beta$ -iyonon bileşiklerindeki değişimler, kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) düzeyinde önemli değilken, diğer aldehit ve keton bileşiklerindeki değişim, kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. 3-Hidroksi-2-bütanon GK örneğinde  $10.83 \mu\text{g kg}^{-1}$  miktar ile en fazla bulunan bileşen olarak saptanmıştır. Dihidro- $\beta$ -iyonon,  $\beta$ -iyonon, heksanal ve 2-heksanal kayısının anahtar bileşenleridir. 2-pentanon, 3-Hidroksi-2-bütanon ve nonanal kurutma etkisiyle oluşan yeni bileşenlerdir. Aldehit ve keton bileşenleri ile ilgili veriler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

#### 3.3. Esterler

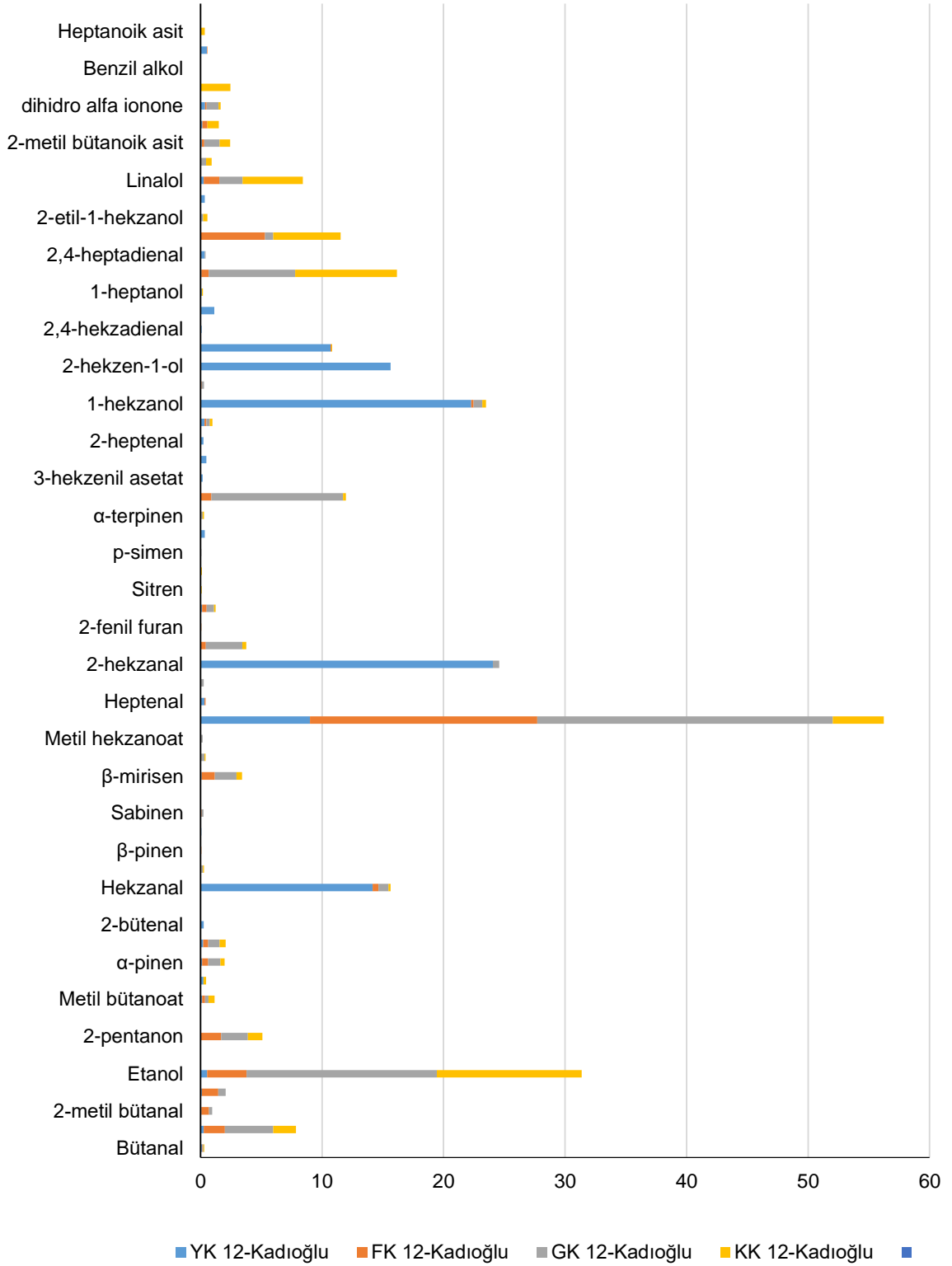
Yapılan çalışmada ester bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. Ester bileşiği en fazla  $4.44 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK örneğinde, en düşük  $1.98 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile FK örneğinde saptanmıştır. Etil asetat sırasıyla;  $3.98 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK,  $1.87 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile KK,  $1.73 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile FK örneğinde en fazla bulunan bileşen olarak belirlenmiştir. Etil asetat bileşeni, kurutma yöntemlerine göre kurutulan örneklerde artış meydana gelmiştir. Ester bileşenleri ile ilgili veriler Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinde uçucu organik bileşen grupları, miktarı ve sayısı

Bileşen grupları	Kurutma yöntemleri		
	KK	GK	FK
Aldehit ve ketonlar ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	2.12	16.85	5.54
Adet	6.00	11.00	11.00
Esterler ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	2.36	4.44	1.98
Adet	2.00	3.00	2.00
Alkoller ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	18.26	22.34	5.59
Adet	9.00	7.00	6.00
Terpenler ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	5.14	27.80	20.48
Adet	5.00	8.00	6.00
Asitler ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	13.45	8.83	1.23
Adet	6.00	3.00	3.00
Çeşitli bileşikler ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	6.49	1.74	5.84
Adet	5.00	3.00	4.00
<b>Toplam bileşen miktarı (<math>\mu\text{g kg}^{-1}</math>)</b>	<b>47.82</b>	<b>82.00</b>	<b>40.66</b>
<b>Toplam bileşen sayısı (adet)</b>	<b>33.00</b>	<b>35.00</b>	<b>32.00</b>

KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı





Şekil 2. Kurutma yöntemleri sonucunda 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde bulunan uçucu bileşenler ve miktarları ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) YK: Yaş kayısı, KK: Kükürlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı

Çizelge 2. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde aldehit ve keton bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Aldehit ve ketonlar	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
Bütanal	829	0.09±0.02	0.05±0.00	0.05±0.01	ÖD
2-Metilbütanal	880	TE	0.25±0.11	0.63±0.10	*
3-Metilbütanal	906	TE	0.62±0.27	1.34±0.01	*
Hekzanal	1073	0.19±0.04	0.81±0.35	0.48±0.02	*
3-Hidroksi-2-bütanon	1303	0.25±0.00	10.83±2.21	0.89±0.16	*
6-Metil-5-Hepten-2-one	1337	0.23±0.04	0.28±0.04	0.14±0.01	*
Benzaldehit	1545	TE	TE	TE	ÖD
Dihidro- $\beta$ -iyonon	1849	0.16±0.07	1.00±0.19	0.11±0.03	*
2-Bütanal	1037	TE	TE	TE	*
4-Pentanal	1129	TE	TE	TE	*
2-Hekzanal	1202	TE	0.54±0.13	TE	*
Heptanal	1184	TE	TE	0.09±0.01	*
2-Oktenal	1436	TE	TE	TE	*
2-Heptanal	1326	TE	TE	TE	ÖD
$\beta$ -iyonon	1964	TE	TE	0.03±0.04	ÖD
2,4-Hekzadienal	1420	TE	TE	TE	*
2,4 Heptadienal	1477	TE	0.07±0.02	TE	*
2-Metil-3-oktanon	1320	TE	TE	TE	*
2-Pentanon	957	1.20±0.22	2.21±1.04	1.69±0.14	*
Nonanal	1392	TE	0.19±0.05	0.09±0.02	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	2.12	16.85	5.54	(p <0.05)	

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 3. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde ester bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Esterler	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
3- Hekzenil asetat	1311	TE	TE	TE	*
Etil asetat	859	1.87±0.09	3.98±0.97	1.73±0.07	*
Metil bütanoat	963	0.49±0.13	0.28±0.03	0.25±0.04	*
Hekzil asetat	1264	TE	TE	TE	*
Metil hekzanoat	1176	TE	0.18±0.04	TE	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )		2.36	4.44	1.98	(p <0.05)

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 4. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde terpen bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Terpenler	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
$\alpha$ -Pinen	1008	0.35±0.08	1.01±0.32	0.49±0.22	*
$\alpha$ -Terpinen	1265	0.10±0.04	0.12±0.04	0.06±0.01	*
$\beta$ -Pinen	1084	TE	TE	0.07±0.01	*
Sabinen	1131	TE	0.17±0.04	0.08±0.01	*
$\beta$ -Mirisen	1141	0.45±0.11	1.79±0.46	1.07±0.26	*
Limonen	1180	4.19±1.61	24.31±0.83	18.71±5.69	*
$\beta$ -Fellandren	1193	TE	0.27±0.05	TE	*
Sitren	1255	0.05±0.01	0.06±0.01	TE	*
p- Simen	1260	TE	0.07±0.01	TE	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	5.14	27.8	20.48	(p <0.05)	

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p <0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

### 3.4. Terpenler

Terpen bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak (p <0.05) düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Terpen bileşenlerinden limonen bileşiği en fazla 24.31  $\mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK örneğinde saptanmıştır. Limonen bileşeni miktarında KK örneğinde

azalma saptanırken, GK ve FK örneklerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Terpen bileşenlerinde, tüm örneklerde en fazla limonen bileşiği tespit edilmiştir.  $\alpha$ -terpinen,  $\beta$ -pinen, sabinen  $\beta$ -fellandren, sitren ve p-simen bileşenleri kurutmanın etkisiyle oluşan yeni bileşikler olarak ortaya çıkmaktadır.  $\beta$ -Fellandren ve p-simen KK yöntemi sonucunda

kükürtten oluşan yeni bileşenler olarak saptanmıştır.

### 3.5. Asitler

Yapılan çalışmada tüm örneklerde asit bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla asit bileşiği  $13.45 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile KK örneğinde saptanmıştır. Asetik asit bileşeni miktarı sırasıyla;  $8.39 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile KK,  $7.11 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK ve  $0.63 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile FK örneğinde en fazla bulunan bileşen olarak belirlenmiştir. Bütanoik asit, hekzanoik asit ve heptanoik asit bileşenleri kurutmanın etkisiyle oluşan bileşikler olup, hekzanoik asit ve heptanoik asit bileşenleri KK örneğinde kükürtlü bileşiklerin sonucu oluştuğu saptanmıştır. Roshchina (1993) kayıslarda bulunan önemli asitlerin; asetik, butanoik, 2-metilbutanoik ve hekzanoik asit olduğunu bildirilmiştir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde asit bileşenleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.

### 3.6. Çeşitli bileşenler

Yapılan çalışmada Dekan ve Tert-butyl benzen bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) düzeyinde önemli değilken, diğer çeşitli bileşiklerdeki değişimler kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla çeşitli bileşenler

$6.49 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile KK yönteminde saptanmıştır. En az çeşitli bileşenler ise  $1.74 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK yönteminde tespit edilmiştir. Kurutma yöntemleri sonucunda furfural, 2-fenil furan, tert-butyl benzen ve undekan gibi yeni bileşikler saptanmıştır. Furfural bileşiği KK ve FK yöntemlerinde en fazla tespit edilen bileşiktir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde çeşitli bileşenler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

### 3.7. Alkoller

Yapılan çalışmada 1-Heptanol ve 2-Etil-1-hekzanoil bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) düzeyinde önemli değilken, diğer alkol bileşiklerindeki değişimler kurutma yöntemleri için istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) düzeyinde önemli bulunmuştur. Örnekler içerisinde en fazla alkol bileşiği  $22.34 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK örneğinde, en düşük alkol bileşiği  $5.59 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile FK yönteminde saptanmıştır. Etanol bileşiği sırasıyla  $15.67 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile GK,  $11.92 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile KK ve  $3.25 \mu\text{g kg}^{-1}$  ile FK yöntemlerinde en fazla bileşen olarak tespit edilmiştir. 1-Butanol ve 3-Metil-1-bütanol kurutmanın etkisiyle oluşan bileşikler olarak saptanmıştır. Linalool bileşeni tüm örneklerde tespit edilirken, kayısıda anahtar bileşeni olarak kabul edilen linalool kurutma yöntemleri ile yapılan kurutma sonucunda artış göstermiştir. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde alkol bileşenleri Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde asit bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Uçucu organik asit bileşenleri	RI	KK	GK	FK	Kurutma yöntemi
2-Metilbutanoik asit	1653	0.87±0.08	1.26±0.13	0.20±0.00	*
2-Metilpentanoik asit	1747	0.94±0.09	TE	0.41±0.10	*
Asetik asit	1471	8.39±1.12	7.11±0.44	0.62±0.20	*
Bütanoik asit	1640	0.46±0.01	0.46±0.08		*
Hekzanoik asit	1859	2.45±0.43	TE	TE	*
Heptanoik asit	1966	0.34±0.05	TE	TE	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	13.45	8.83	1.23	( $p < 0.05$ )	

RI: Retention index (Alikonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı,  $p<0.05$  düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 6. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde çeşitli bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Çeşitli uçucu organik bileşenler	RI	KK	GK	FK	Kurutma Yöntemi
Dekan	976	0.23±0.13	TE	TE	ÖD
Toluen	1025	0.51±0.09	0.93±0.05	0.41±0.07	*
Undekan	1078	0.09±0.02	0.13±0.01	0.06±0.00	*
Tert-butyl benzen	1259	0.10±0.01	TE	TE	ÖD
Furfural	1479	5.56±1.06	0.68±0.05	5.30±0.62	*
2-Fenil-furan	1237	TE	TE	0.07±0.00	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )		6.49	1.74	5.84	( $p < 0.05$ )

RI: Retention index (Alikonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulan kayısı, GK: Güneşte kurutulan kayısı, FK: Fırında kurutulan kayısı,  $p<0.05$  düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

Çizelge 7. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde alkol bileşenleri ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Alkol bileşenleri	RI	KK	GK	FK	Kurutma Yöntemi
1-Butanol	1144	0.09±0.03	0.32±0.12	TE	*
Etanol	913	11.92±0.94	15.67±3.43	3.25±0.45	*
3-Metil-1-Butanol	1205	0.33±0.03	3.01±0.47	0.42±0.06	*
1-Pentanol	1247	0.14±0.03	0.59±0.02	0.38±0.04	*
1-Hekzanol	1352	0.32±0.02	0.71±0.04	0.20±0.01	*
2-Hekzen-1-ol	1406	0.07±0.01	TE	TE	*
3-Hekzen-1-ol	1417	TE	TE	0.06±0.00	*
1-Heptanol	1453	0.08±0.02	TE	TE	ÖD
2-Etil-1-hekzanol	1487	0.35±0.05	0.12±0.05	TE	ÖD
Linalol	1546	4.96±0.04	1.92±0.08	1.28±0.05	*
Toplam ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )		18.26	22.34	5.59	(p<0.05)

RI: Retention index (Alıkonma indeksi), TE: Tespit edilemedi, KK: Kükürtlü kurutulmuş kayısı, GK: Güneşte kurutulmuş kayısı, FK: Fırında kurutulmuş kayısı, p<0.05 düzeyi İstatistiksel olarak: \*Önemli, ÖD: Önemli değil

#### 4. Sonuç

12-Kadioğlu kayısı çeşidindeki uçucu organik bileşik sayısında kurutma yöntemlerinin etkisiyle azalmakta olduğu saptanmıştır. Cabaroğlu (2009) tarafından yapılan çalışmada, kontrol örneği Hacihaliloğlu yaş kayısı çeşidinde 2007 yılında 33 adet, 2008 yılında 36 adet aroma bileşiği tespit etmiştir. Solis-Solis vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada iklim, çevre ve hasat koşullarına bağlı olarak aroma miktarlarında değişimler olabileceğini ifade etmişlerdir. Gomez vd. (1993) ise, çoğunluğu çiçeksi ve bazıları meyvemsi kokulardan sorumlu terpen grubu bileşikler kayısının önemli aroma maddeleri arasında yer aldığını ifade etmişlerdir. Terpen ve uçucu asit bileşenlerinde ise kurutmanın etkisiyle bileşen sayısında artışlar olduğu saptanmıştır. Kurutma ve kükürtleme işlemi uçucu organik bileşenler üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. Kükürt uygulaması ve dozuna bağlı olarak aroma maddesi miktarında düşüş olduğu belirlenmiştir Kurutma yöntemleri, istatistiksel olarak (p<0.05) düzeyinde uçucu aroma bileşen grupları için önemli bulunmuştur. 12-Kadioğlu kayısı çeşidinde lezzeti zenginleştiren  $\beta$ -ionon ve dihidro- $\beta$ -ionon, gibi bileşenlerin kurutmanın etkisiyle azaldığı saptanmıştır. Komes vd. (2005) ise, kurutmanın etkisiyle 2-pentanon, 3-hidroksi-2-bütanon ve nanonal, metil hekzanoat,  $\alpha$ -terpinen,  $\beta$ -pinen, sabinen  $\beta$ -fellandren, sitren, p-simen.  $\beta$ -fellandren, p-simen, bütanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, furfural, 2-fenil furan, tert-butil benzen, undekan 1-bütanol ve 3-metil-1-bütanol bileşikleri oluştuğunu saptamıştır. Kerler ve Winkel (2002) ise, Kurutma yöntemleri sırasında gerçekleşen maillard reaksiyonu sonucu furfural, 2-fenil furan, tert bütıl benzen ve undekan gibi arzu edilmeyen bileşikler tespit

etmiştir. KK yönteminde ise hekzanoik asit, heptanoik, furufural,  $\beta$ -fellandren ve p-simen bileşenleri kükürt bileşikleri sonucunda oluşan yeni bileşenler olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre farklı kurutma yöntemleri uçucu bileşik profilini etkilemiştir (Dragovic-Uzelac vd., 2005; Gomez ve Ledbetter, 1997; Göğüş vd., 2007).

#### Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve 2017 yılında sonuçlanan "Ülkesel Kayısı Gen Kaynaklarında Kurutmaya Uygun Tip ve Çeşitlerin Belirlenerek, Kurutma Kriterleri, Antioksidan Kapasiteleri ve Aroma Profilleri Açısından Değerlendirilmesi" projesidir. 2-4 Ekim 2018 tarihinde İzmir'de düzenlenen 4.Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu'nda poster bildiri olarak sunulmuştur. Bu projeye destek veren TAGEM'e teşekkür ederim.

#### Kaynakça

- Asma, B.M. (2011). Her Yönüyle Kayısı. İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Malatya, 20-23 s.
- Aubert, C., & Chanforan, C. (2007). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.) characterization of 28 cultivars. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(8):3074-3082.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., & Amado, R. (2003). Development of a model for quality assessment of tomatoes and apricots. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36(2):223-233.
- Buttery, R.G. (1981). Vegetable And Fruit Flavours. In: R, Teranishi, RA, Flath, and H, Sugisawa (eds.). *Flavour Research: Recent Advances*, Marcel Dekker, New York, pp:175.

- Cabaroğlu, T., Selli, S., & Asma, B.M. (2009). Malatya'da yetiştirilen bazı yerli kayısı çeşitlerinde GC-MS-Olfaktometri yöntemleri ile aroma maddelerinin belirlenmesi ve kurutma işleminin aroma maddeleri üzerindeki etkisinin araştırılması. Proje No: 107 O 552, TÜBİTAK, Ankara.
- Dragovic-Uzelac, V. Delonga, Levaj, B., Djakovic, S., & Pospisil, J. (2005). Phenolic profiles of raw apricots, pumpkins, and their purees in the evaluation of apricot nectar and jam authenticity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53(12):4836-4842.
- Gomez, E., Ledbetter, C.A. & Hartsell, P.L. (1993). Volatile compounds in apricot, plum, and their interspecific hybrids. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41(10):1669-1676.
- Gomez, E., & Ledbetter, C.A. (1997). Development of volatile compounds during fruit maturation: characterization of apricot and plum×apricot hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74(4):541-546.
- Gökbulut, İ., & Karabulut, İ. (2012). SPME–GC–MS detection of volatile compounds in apricot varieties. *Food Chemistry*, 132(2):1098-1102.
- Göğüş, F., Özel, M.Z., & Lewis, A.C. (2007). The effect of various drying techniques on apricot volatiles analysed using direct thermal desorption-GC–TOF/MS. *Talanta*, 73(2):321-325.
- Kerler, J., & Winkel, C. (2002). The basic chemistry and process conditions underpinning reaction flavour production (p. 302). In: Taylor, A.J. (Ed.), *Food Flavour Technology*, Sheffield Publ., Sheffield, U.K.
- Komes, D., Lovric, T., Kovacevic, G., Gajdos, K., & Banavic, M. (2005). Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(4):425-435.
- Reineccius, G. (2006). Flavor Chemistry and Technology. CRC Press, Florida, USA, pp. 73-160.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., E. Lopez-Tamames, Galassi, S., & Buxaderas, S. (2004). Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87(4):627-637
- Roshchina V. V., & Roshchina V. D. (1993). The excretory function of higher plants. Springer, Berlin Heidelberg New York, USA. 145 p.
- Solis-Solis, H.M. Calderon-Santoyo, M., Schorr-Galindo, S., Luna-Solano, G., & Ragazzo-Sanchez, J.A. (2007). Characterization of aroma potential of apricot varieties using different extraction techniques. *Food Chemistry*, 105(2):829-837.

## Türkiye piyasasında satışı sunulmuş olan bitkisel yağlar ve tereyağlarında polisiklik aromatik hidrokarbon miktarının tespit edilmesi

S. Sezer KIRALAN<sup>1</sup> İsra TOPTANCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Balıkesir

<sup>2</sup> İstanbul İl Kontrol Laboratuvarı, İstanbul

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: sezerkiralan@balikesir.edu.tr

ORCID: 0000-0003-1522-064X

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):177-182

doi: 10.16882/derim.2019.580858

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 21.06.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 02.10.2019



### Öz

Bu çalışma, Türkiye piyasasında satışı sunulan tereyağları ve bitkisel yağların (zeytinyağı, palm yağı, ayçiçek yağı, badem yağı, fındık yağı ve kahve yağı) PAH4 (benz[a]antrasen, krisen, benzo[b]fluoranthene ve benzo[a]piren) miktarlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada marketlerden temin edilen 15 adet bitkisel yağ ve tereyağı analiz edilmiştir. Analiz edilen bitkisel yağ örneklerinde en yüksek PAH4 miktarı ( $20.76 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) ayçiçek yağında tespit edilmiş olup, bunu sırasıyla zeytinyağı ( $9.51 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), palm yağı ( $6.05 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), kahve yağı ( $5.25 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) ve badem yağı ( $1.95 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) izlemiştir. Analiz edilen tereyağlarında PAH miktarı tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, Türkiye piyasasında yer alan çeşitli bitkisel yağlarda farklı miktarlarda PAH4 bulunabilmektedir ve ayçiçek yağı dışındaki örneklerin PAH4 miktarları Türk Gıda Kodeksi limit değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** PAH4; Tereyağı; Bitkisel yağ; Pazar araştırması

### Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in butter and vegetable oils available in Turkish markets

#### Abstract

This study was conducted to determine the content of PAH4 (benz[a]anthracene, chrysene, benzo[b]fluoranthene and benzo[a]pyrene) in butters and vegetable oils (olive oil, palm oil, sunflower oil, almond oil, hazelnut oil and coffee oil) sold in Turkish local markets. A series of 15 vegetable oils and butters collected from markets were analyzed in the study. Among vegetable oils, sunflower oil presented highest amount of PAH4 ( $20.76 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) followed by olive oil ( $9.51 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), palm oil ( $6.05 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), coffee oil ( $5.25 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) and almond oil ( $1.95 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), respectively. PAH4 was not detected for butters among analysed samples. As a result, PAH4 can occur in various vegetable oils at different levels and PAH4 levels detected in all oil samples except sunflower oil were below the Turkish Food Codex.

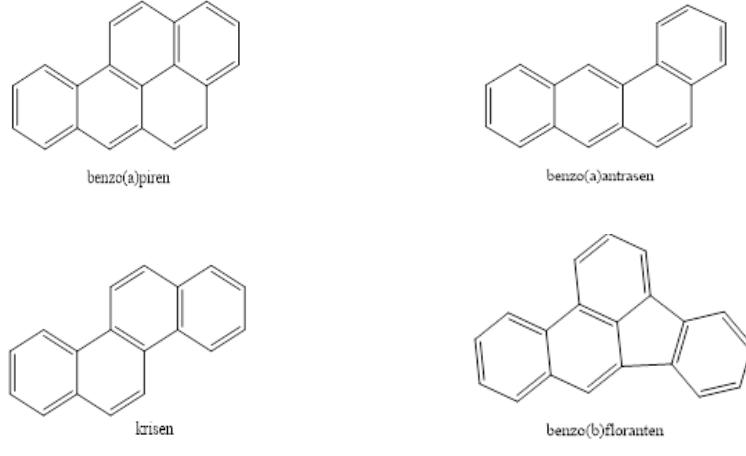
**Keywords:** PAH4; Butter; Vegetable oil; Market survey

### 1. Giriş

Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) bileşikleri iki veya daha fazla benzen halkasının bir araya gelmesi sonucu oluşan organik yapıli toksik maddelerdir (Şekil 1). PAH'lar organik materyalin yanması sonucu oluşurlar. Bu bileşikler, orman yangınları, volkanik patlamalar (Martorell vd., 2010; Hu vd., 2014; Olsson vd., 2014; Petridis vd., 2014) petrol rafineleri, motorlu taşıtlar, asfalt üretimi, fosil yakıtlar (Jira, 2004) gibi doğal ve insan kaynaklı olarak çevrede bulunmaktadır. Yapılarında bulunan benzen halkasına bağlı olarak hafif PAH (dörtten az benzen halkası olanlar) ve ağır PAH (dört ve daha fazla benzen halkası olanlar)

olarak adlandırılırlar (Moret vd., 2005). Gıda maddeleri PAH bileşiklerinin insan vücuduna alınmasında en önemli unsurlardan bir tanesidir.

PAH bileşikleri endüstriyel üretim yapılan bölgelerde hava, su ve toprak yoluyla bitkisel ürünlere bulaşabilirler. Bu bileşikler gıdalarda çevresel bulaşmanın yanında kavurma, tüksüleme, izgara gibi ısıl işlemler sonucunda da oluşmaktadır (Jira, 2004; Viegas vd., 2014). Lipofilik özellikte olan PAH'lar bitkisel yağlarda yüksek miktarlarda bulunurlar. Bitkisel yağlarda PAH kontaminasyonu, tohumların toprak, su ve hava ile teması, yağ ekstraksiyonu sırasında kullanılan çözücü ile olurken, yağlı tohumların



Şekil 1. PAH4 (benz[a]antrasen, krisen, benzo[b]fluoranthene ve benzo[a]piren)'ün kimyasal yapıları

kurutulması sırasında uygulanan yüksek sıcaklık yağlarda PAH oluşumuna neden olmaktadır (Miao vd., 2013; Kıralan vd., 2017). Yağlar rafine (degumming, nötralizasyon, ağartma, deodorizasyon) edildiğinde PAH bileşiklerinin azaldığı yapılan çalışmalarda görülmektedir (Cejpek vd., 1998; Teixeira vd., 2007; Kıralan vd., 2019). Rafinasyonun ağartma aşamasında ağır PAH bileşikleri yağdan uzaklaştırılırken, deodorizasyon aşamasında hafif PAH bileşikleri yağdan uzaklaştırılmaktadır. Deodorizasyon işlemi sırasında yüksek sıcaklık derecelerine ulaşılmasına rağmen bu işlemin düşük basınç altında gerçekleşmesi PAH oluşumunu önlemektedir (Kıralan vd., 2019).

Doğada 100'ün üzerinde PAH bileşiğinin olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Gıda Bilimsel Komitesi (SFC, 2002) benzo(a)pirenin gıdalardaki PAH'ların kanserojenik etkisini belirlemede kullanılacağını belirtmişlerdir. Benzo(a)pirenin su ve gıda kaynaklarında bulunması gıdanın PAH ile bulaştığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Van Der Wielen vd., 2006). Ancak Avrupa gıda güvenliği birliği (EFSA) yaptıkları 1881/2006 sayılı düzenlemede sadece benzo(a)pirenin gıdalarda kanserojenik PAH varlığını belirlemede yetersiz olduğunu kabul ederek PAH4 (benzo(a)piren, benzo[a]antrasen, benzo[b]floranten, krisen) birleşiminin kullanılması gerektiğini ortaya koymuşlardır (EFSA, 2006). Yapılan bu düzenlemede PAH4 birleşiminin yağlarda toplam miktarının  $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ 'in altında olması gerektiği kabul edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nin katı ve sıvı yağlar

için belirlediği PAH4 (benzo(a)piren, benzo[a]antrasen, benzo[b]floranten, krisen) toplamının en yüksek limiti de aynı şekilde  $10 \mu\text{g kg}^{-1}$  olarak kabul edilmiştir (TGK, 2011). Bu çalışmada, Türkiye'de pazara sunulan farklı yağ guruplarının Türk Gıda Kodeksi tarafından önemli görülen PAH4 (benzo(a)piren, benzo[a]antrasen, benzo[b]floranten, krisen) toplamının yüzde olarak değişimi ve farklı yağların PAH4 içerikleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Araştırma materyali olarak kullanılan yağlar 2015 ve 2017 yılları arasında piyasadan temin edilmiştir. Zeytinyağı (Z1, Z2, Z3), palm yağı (P1, P2, P3), tereyağı (T1, T2, T3) ve ayçiçek (A1, A2, A3) yağlarının her biri için 3 farklı markada analizler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan PAH standartları (asenaftelen, antrasen, benzo[a]antrasen, benzo[a]piren, benzo[b]floranten, benzo[k]floranten, benzo[g,h,i]perilen, dibenzo[a,h]antrasen, fenantren, floranten, floren, indeno[1,2,3-cd]piren, krisen, naftalin, piren) Dr. Ehrenstorfer GmbH (Augsburg, Germany) firmasından temin edilirken, PAH analizinde kullanılan tüm kimyasallar HPLC saflığındadır ve Sigma-Aldrich (St. Louis, Mo, ABD), firmasından temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. PAH tayini

PAH tayini Moret ve Conte (2002)'ye göre yapılmıştır. Yağ örneklerinden 0.25 g alınarak 10 mL hekzan ile homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Vakum manifoldunda şartlanan kartuşa 1 mL örnek yüklenmiştir. Kartuşa 70:30 (hacimsel) oranında n-hekzan:diklorometan çözeltisinden 6 mL ilave edilerek saniyede 1 damla akış hızında örnek biriktirilmiştir. Vakum manifolduna ait tüpte biriktirilen örnek çözelti karışımı azot gazı altında uçurulmuştur. Uçurulan kısım 1 mL asetonitrilde çözülerek HPLC'de floresans dedektör kullanılarak analiz edilmiştir (Çizelge 1).

Analizlerde kullanılan HPLC cihazı Agilent marka olup PAH analizleri Florasans dedektörde yapılmıştır. Çalışmada Zorbax Eclipse PAH (4.6x50mm 1.8-micron 600 bar) kolon kullanılmıştır. Çalışma dalga boyu 1 (yayınım: 260 nm; uyarım: 375 nm) ve dalga boyu 2 (yayınım: 260; uyarım: 460) olmak üzere belirlenen dalga boylarında gerçekleştirilmiştir. PAH analizleri iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde ifade edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı markalara ait zeytinyağı, palm yağı, ayçiçek yağı, tereyağı, badem yağı, fındık yağı ve kahve yağlarına ait toplam PAH4 miktarları ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) Çizelge 2'de verilmiştir. Katı ve sıvı yağlarda Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'nin açıklanan kabul edilebilir sınır değeri  $10 \mu\text{g kg}^{-1}$  olup ve sonuçlarımız bu değer dikkate alınarak değerlendirilmiştir (TGK, 2011).

Son yıllarda gıda güvenliğine artan ilgi PAH bileşikleriyle ilgili yapılan çalışmaların artmasını sağlamıştır. Yapılan bu çalışmalar yağ örneklerinde PAH miktarının değişen oranlarda olduğunu ortaya koymaktadır (Fromberg vd., 2007; Welling ve Kaandorp, 1986; Zhao vd., 2011). Zeytin yağlarında yaptığımız PAH4 analiz sonuçları incelendiğinde, bu

değerin  $0-9.51 \mu\text{g kg}^{-1}$  aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler Türk Gıda Kodeksinde yer alan PAH4 sınır miktarının altında olduğunu göstermektedir. Ergönül ve Sánchez (2013) Türkiye ve İspanya piyasasından temin ettikleri farklı zeytinyağı çeşitlerinin PAH miktarlarını incelemişlerdir. Türkiye'den temin edilen natürel sızma zeytin yağlarına ait PAH4 miktarları  $0.95-1.37 \mu\text{g kg}^{-1}$  aralığında olduğunu tespit etmişlerdir ve elde edilen bu değerlerin limit değerlerin altında olduğu görülmektedir. Baloğlu ve Bayrak (2006), piyasadan temin ettikleri naturel sızma zeytin yağlarına ait benzo(a)piren miktarının  $0-0.87 \mu\text{g kg}^{-1}$  aralığında değiştiğini bildirmişlerdir ve bu değerlerin Türk Gıda Kodeksi tarafından benzo(a)piren için belirlenen limit değerinin altında olduğu bildirilmiştir.

Palm yağlarının PAH4 miktarları incelendiğinde, bu değerlerin  $0-6.05 \mu\text{g kg}^{-1}$  aralığında değiştiği belirlenmiştir. Barranco vd. (2003) yaptıkları çalışmada palm yağına ait PAH4 miktarını  $1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. İncelenen palm yağlarına ait PAH4 miktarı belirlenen yasal limitin altında olduğu görülmüştür ve elde edilen sonuçların yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Türkiye piyasasından temin ettiğimiz tereyağlarının PAH4 içeriğinin tespit edilemeyecek kadar düşük olduğu görülmüştür. Birçok ülkede tereyağlarının PAH içeriği incelenmiştir ve yaptığımız çalışma ile uyumlu olarak tereyağının PAH içeriğinin düşük olduğu görülmüştür (Hopia vd., 1986; Dennis vd., 1991; Alomirah vd., 2010). Alomirah vd. (2010) Kuveyt piyasasından topladıkları farklı yağ örneklerinin PAH içeriklerini incelemişlerdir ve tereyağlarına ait PAH içeriklerinin yasal limitlerin altında olduğunu bildirmişlerdir. Bitkisel yağların PAH içeriğinin tereyağına göre yüksek olması, yağ elde edilen yağlı tohumların ve yağlı meyvelerin yağ çıkarma işleminden önce yüksek sıcaklıkta kurutulmalarından kaynaklanmaktadır (Miao vd., 2013; Kıralan vd., 2017).

Çizelge 1. PAH analizi için kullanılan elüsyon programı

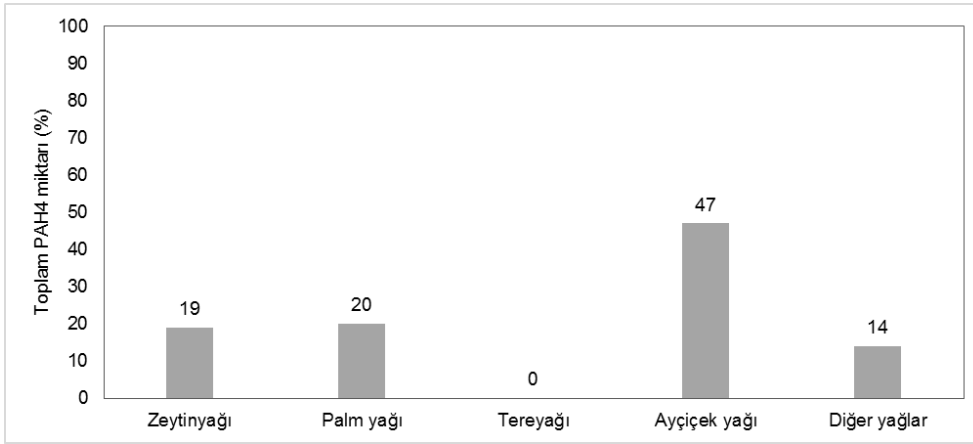
Zaman (dak)	Asetonitril (%)	Su (%)
0	60	40
3	60	40
14	90	10
26	100	0
28	60	40
30	60	40
34	60	40



Çizelge 2. Yağların PAH4 (benz[a]antrasen, krisen, benzo[b]fluoranthene, benzo[a]piren) miktarları ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Yağ grubu	Örnek ismi	PAH4 miktarı ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
Zeytinyağı	Z1	9.51±0.05
	Z2	TE*
	Z3	TE
Palm yağı	P1	TE
	P2	6.05±0.07
	P3	4.33±0.11
Tereyağı	T1	TE
	T2	TE
	T3	TE
Ayçiçek yağı	A1	3.72±0.05
	A2	20.76±0.16
	A3	TE
Diğer yağlar	B	1.95±0.05
	F	TE
	K	5.25±0.13

\*tespit edilememiştir; (Zeytinyağı: Z; Palm yağı: P; Tereyağı: T; Ayçiçek yağı: A; Badem yağı: B; Fındık yağı: F; Kahve yağı: K)



Şekil 2. Analiz edilen her bir yağ grubu için PAH içeren örnek oranı (%)

Türkiye’de sıklıkla tüketilen yağlardan bir tanesi olan ayçiçek yağının PAH4 içeriğinin 0-20.76  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan bir tanesi yasal limitin üzerinde belirlenirken, diğer iki sonuç yasal limitlerin altında olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuç ayçiçek yağının PAH4 miktarının yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğunu göstermektedir (Fromberg vd., 2007; Welling ve Kaandorp, 1986; Teixeira vd., 2007). Welling ve Kaandorp (1986) yaptıkları çalışmada Alman marketlerinden temin ettikleri ayçiçek yağlarının PAH içeriklerini incelemişlerdir ve bu örneklerin PAH4 miktarının 1.7-8.3  $\mu\text{g kg}^{-1}$  aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Fındık, badem ve kahve yağlarına ait PAH4 miktarı sırasıyla 0, 1.95 ve 5.25  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur ve elde edilen sonuçların Türk Gıda Kodeksinde belirlenen limit değerlerin altında olduğu görülmektedir. Çalışma yapılan fındık yağı örneklerinde PAH4 miktarı tespit

edilememiştir. Ancak Şekeroğlu vd. (2006) Gaziantep ili piyasasına ait marketlerden temin ettikleri fındık yağlarında 1.18-4.82  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında değişen değerlerde benzo[a]piren bileşiğine rastlamışlardır. Badem ve kahve gibi yağlı tohumların yağları çıkarılmadan önce kavurma işlemine tabi tutulmaktadır. Yapılan çalışmalar, kavurma ve kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın yağlarda PAH bileşiklerinin oluşmasına neden olduğunu göstermektedir (Kıralan vd., 2017; Potočnik vd., 2017).

Farklı yağ gruplarının PAH4 dağılımı (%) Şekil 2’de verilmiştir. Yağlar, zeytinyağı, palm yağı, tereyağı, ayçiçek yağı ve diğer yağlar olarak 5 gruba ayrılmıştır. Ayçiçek yağının toplam yağlar içerisinde içerdiği PAH4 oranı %47 ile en yüksek değeri almıştır. Palm ve diğer yağlar (fındık, badem ve kahve yağı) gruplarının PAH4 oranı %20 ve %14 olarak belirlenmiştir. Zeytinyağı grubunda bu oran %19

olarak belirlenmiştir. Tereyağlarında yapılan PAH analizlerinde PAH4 bileşikleri tespit edilememiştir ve bu gruba ait PAH4 oranı %0 olarak bulunmuştur ve bu sonuç tereyağı örneklerinin analiz edilen diğer yağlar içerisinde en düşük PAH4 (%) grubu olduğunu göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye piyasasında satışı sunulmuş olan bitkisel yağlar ve tereyağlarının toplam PAH4 miktarları araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler farklı yağ gruplarının PAH4 içeriklerinin değişiklik gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Ayçiçeği yağı dışındaki diğer tüm yağ gruplarının PAH4 içeriğinin Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen yasal limitin altında olduğu bulunmuştur. Çeşitli yağ gruplarının PAH4 miktarları arasındaki bu farkın, yağlı tohumların ve yağ hammaddelerinin yağa işlenmeden önce ısıtılma işlemine bağlı PAH oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### Kaynakça

- Alomirah, H., Al-Zenki, S., Husain, A., Sawaya, W., Ahmed, N., Gevao, B., & Kannan, K. (2010). Benzo [a] pyrene and total polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) levels in vegetable oils and fats do not reflect the occurrence of the eight genotoxic PAHs. *Food Additives & Contaminants*, 27(6):869-878.
- Baloğlu, Z., & Bayrak, A. (2006). Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH)'lardan benzo (A) pirenin sızma, riviera ve prina zeytinyağlarında belirlenmesi. *Gıda*, 31(5): 239-251.
- Barranco, A., Alonso-Salces, R.M., Bakkali, A., Berrueta, L.A., Gallo, B., Vicente, F., & Sarobe, M. (2003). Solid-phase clean-up in the liquid chromatographic determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils. *Journal of Chromatography A*, 988(1):33-40.
- Cejpek, K., Hajšlová, J., Kocourek, V., Tomaniova, M., & Cmolik, J. (1998). Changes in PAH levels during production of rapeseed oil. *Food Additives & Contaminants*, 15(5):563-574.
- Dennis, M. J., Massey, R. C., Cripps, G., Venn, I., Howarth, N., & Lee, G. (1991). Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Additives & Contaminants*, 8(4):517-530.
- EFSA (2006). Setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024>. Erişim tarihi:20.06.2019.
- Ergönül, P.G., & Sánchez, S. (2013). Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons content in different types of olive and olive pomace oils produced in Turkey and Spain. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(9):1078-1084.
- Fromberg, A., Højgård, A., & Duedahl-Olesen, L. (2007). Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils combining gel permeation chromatography with solid-phase extraction clean-up. *Food Additives & Contaminants*, 24(7):758-767.
- Hu, C., He, M., Chen, B., Zhong, C., & Hu, B. (2014). Sorptive extraction using polydimethylsiloxane/metal-organic framework coated stir bars coupled with high performance liquid chromatography-fluorescence detection for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental water samples. *Journal of Chromatography A*, 1356: 45-53.
- Hopia, A., Pyysalo, H., & Wickström, K. (1986). Margarines, butter and vegetable oils as sources of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 63(7):889-893.
- Jira, W. (2004). A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products and liquid smokes. *European Food Research and Technology*, 218(2):208-212.
- Kıralan, S.S., Erdogdu, F., & Tekin, A. (2017). Reducing polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) formation in olive pomace oil using microwave pre-heating of olive pomace. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(1):600241.
- Kıralan, S.S., Toptancı, İ., & Tekin, A. (2019). Further evidence on the removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during refining of olive pomace oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(4):1800381.
- Martorell, I., Perelló, G., Martí-Cid, R., Castell, V., Llobet, J.M., & Domingo, J. L. (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: temporal trend. *Environment International*, 36(5):424-432.
- Miao, J., Che, K., Xi, R., He, L., Chen, X., Guan, X., Zhuang, X., Wen, X. & Cao, Y. (2013). Characterization and benzo [a] pyrene content analysis of camellia seed oil extracted by a novel subcritical fluid extraction. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(10):1503-1508.
- Moret, S., & Conte, L. S. (2002). A rapid method for polycyclic aromatic hydrocarbon determination in vegetable oils. *Journal of Separation Science*, 25(1-2):96-100.
- Moret, S., Purcaro, G., & Conte, L.S. (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable

- oils from canned foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(7-8):488-496.
- Olsson, P., Sadiktsis, I., Holmbäck, J., & Westerholm, R. (2014). Class separation of lipids and polycyclic aromatic hydrocarbons in normal phase high performance liquid chromatography– A prospect for analysis of aromatics in edible vegetable oils and biodiesel exhaust particulates. *Journal of Chromatography A*, 1360:39-46.
- Petridis, N.P., Sakkas, V.A., & Albanis, T.A. (2014). Chemometric optimization of dispersive suspended microextraction followed by gas chromatography–mass spectrometry for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in natural waters. *Journal of Chromatography A*, 1355:46-52.
- Potočník, T., & Košir, I.J. (2017). Influence of roasting temperature of pumpkin seed on PAH and aroma formation. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(3):1500593.
- SFC (2002): Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food. [http://www.ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scf\\_out153\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out153_en.pdf). Erişim tarihi: 20.06.2019.
- Şekeroğlu, G., Fadiloğlu, S., & Göğüş, F. (2006). Bitkisel yağlarda benzo (a) piren miktarının yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile belirlenmesi. *Türkiye*, 9:24-26.
- Teixeira, V.H., Casal, S., & Oliveira, M.B.P. (2007). PAHs content in sunflower, soybean and virgin olive oils: Evaluation in commercial samples and during refining process. *Food Chemistry*, 104(1):106-112.
- TGK (2011). Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/11/20161125M1-1.htm>. Erişim Tarihi: 20.06.2019
- Van Der Wielen, J.C.A., Jansen, J.T.A., Martena, M.J., De Groot, H.N., & In't Veld, P.H. (2006). Determination of the level of benzo [a] pyrene in fatty foods and food supplements. *Food Additives and Contaminants*, 23(7):709-714.
- Viegas, O., Yebra-Pimentel, I., Martínez-Carballo, E., Simal-Gandara, J., & Ferreira, I.M. (2014). Effect of beer marinades on formation of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(12):2638-2643.
- Welling, P., & Kaandorp, B. (1986). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in edible vegetable oils by liquid chromatography and programmed fluorescence detection comparison of caffeine complexation and XAD-2 chromatography sample clean-up. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 183(2):111-115.
- Zhao, Q., Wei, F., Luo, Y. B., Ding, J., Xiao, N., & Feng, Y. Q. (2011). Rapid magnetic solid-phase extraction based on magnetic multiwalled carbon nanotubes for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24):12794-12800.

## Harran ovasında sulama, drenaj ve toprak tuzluluğu etkileşimi

Barış BAHÇECİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: baris\_bahceci@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-9693-0653

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):183-191  
doi: 10.16882/derim.2019.552382

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 11.04.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2019



### Öz

Bu çalışmada, Harran ovasında drenaj sularının sulamada kullanılmasının toprakta su ve tuz dengesi üzerine olası etkileri irdelenmiştir. Ovadaki açık drenaj kanal sularının, yüzeyaltı drenaj sularına göre daha az tuz içerdiği ve mevsim sonuna doğru tuz içeriklerinin azaldığı görülmüştür. Drenaj sistemleri kurulu alanlarda sulama mevsiminde, su tablası düzeyi genellikle 140-160 cm derinlikte seyretmektedir. Bu koşullarda SaltMod bilgisayar modeli, kök bölgesi tuzluluğunun, 3 yıl içinde 7.0'den 3.0 dSm<sup>-1</sup>'ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dSm<sup>-1</sup>'ye düşeceğini, ayrıca tuzluluğu EC=1.5 dSm<sup>-1</sup>'ye kadar olan sularla yapılan sulamaların toprak tuzluluğunda azalışa, EC=2.5-3.0 dS m<sup>-1</sup> ve daha fazla olanların ise toprak tuzluluğunda artışa neden olacağını öngörmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama; Drenaj; Tuzluluk; Tuz dengesi; Harran Ovası

### Interaction of irrigation, drainage and soil salinity in Harran Plain

#### Abstract

In this study, the possible effects of the use of drainage waters for irrigation to water and salt balance on the soil were investigated in Harran plain. It was observed that open drainage channel waters in the plain had less salt content than subsurface collector drain pipe waters and EC values decreased towards the end of the season. Field observations have shown that existing drainage systems allowed the water table remain at 140-160 cm deep during the irrigation season. In these conditions, the SaltMod computer simulation model predicted the salinity level of the root zone would decrease from 7.0 dS m<sup>-1</sup> to 3.0 dS m<sup>-1</sup> in 3 years and to 1.5 dS m<sup>-1</sup> within 10 years. The model also showed that irrigation waters with an EC value of 1.5 dSm<sup>-1</sup> would not cause a change in soil salinity, while irrigation waters with 2.5-3.0 dSm<sup>-1</sup>, and more would cause an increase in soil salinity.

**Keywords:** Irrigation; Drainage; Salinity; Salt balance; Harran Plain

### 1. Giriş

Tarımsal sürdürülebilirlik bakımından bazı olumsuzluklar taşısına da, sulu tarım alanlarının artması ve küresel ısınma nedeniyle, dünyanın birçok yerinde tuzlu sular ve drenaj suları sulamada kullanılmaktadır (Rhoades, 1998; Rhoades, 1999). De-Malach vd. (1978) Tunus, Hindistan ve İsrail'de tuzlu yeraltı sularının, uzun zamandan beri kullanıldığını, Sing ve Narain (1980), buğday ekili alanlarda, elektriksel iletkenliği 8.0 dS m<sup>-1</sup> olan sularla sulama yapıldığında, verimdeki azalmaların önemsiz olduğunu, Gupta ve Pawha (1981), mevsimlik yıkamalar sayesinde tuzlu suların toprakta aşırı tuz biriktirmeden, sulamada uzun süre kullanılmasını sağladığını bildirmiştir. Boumans vd. (1988), Hindistan'ın Haryana Eyaletinde elektriksel iletkenliği, 8.0 dSm<sup>-1</sup>'ye kadar ulaşan sularla yaklaşık 100 000 ha alanın

yıllardır sulandığını, Bahçeci (1993), Konya Ovası'nda drenaj suları ile yapılan sulamaların, toprak geçirgenliğinin iyi ve su tablasının derin olması halinde önemli bir tuz birikimine neden olmadığını belirtmektedirler. Ayrıca, Mısır'da tuzlu drenaj sularının tuz içeriklerine bağlı olarak Nil Nehri sularıyla karıştırılarak kullanılmasının önerildiği, İsrail de yıllardır tuzlu sularla sulama yapıldığı bilinmektedir (FAO, 1992).

Kijne (2005), aşırı sulamanın, yüksek su tablasına, kurak ve yarı kurak arazilerin doğal tuz kalıntılarının taşınmasına yol açacağını belirtmektedir. Bu yüzden, sulanan alanlarda tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için, tuzlar bitki köklerinin ulaşamayacağı bir derinlikte tutulmalıdır. Sharma (1999), sulu tarım alanlarında çevresel sürdürülebilirlik için sulama ve drenaj yönetim faaliyetlerinin bölgesel

ölçekte planlanması gerektiğini, bu amaçla su ve tuz dengesi modellerinin sorunları anlamada, seçenek planların yapılmasına ve en uygun yatırım kararlarının alınmasına katkı sağlayacağını bildirmiştir.

Harran Ovası'nda sulama sistemlerinin hizmete girmesiyle, birçok yerde drenaj suları geri dönüşüm kanalları ile tekrar sulama sistemine verilmektedir. Bu işlem su kalitesinde bir miktar bozulmalara neden olsa da, sulama suyunun kalitesi, karışım oranlarına ve karıştırılan drenaj suyunun tuzluluğuna göre değişiklik göstermektedir. Nitekim, *Libutti vd. (2008)*'ye göre; toprak tuzlanması hızlı bir süreç olup, sulama suyu kalitesi ve mevsimlik sulama suyu miktarına bağlı olarak sadece bir sulama mevsiminde, toprakta üretimi sınırlayacak düzeye ulaşabilir. Harran Ovası'nda, şimdiye kadar yapılan izleme ve değerlendirme çalışmaları, drenaj sularının sisteme verilmesinin toprak tuzlanması bakımından önemli bir sorun yaratmadığını, aksine sulama suyu yeterliliği bakımından olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Nitekim, Harran ovasında SaltMod bilgisayar modeli ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, mevcut sulama ve drenaj uygulamalarının devam etmesi halinde toprakta tuzlanma olmayacağı, aksine tuzluluğun giderek azalacağı belirlenmiştir (*Bahçeci vd., 2005*). Sulamaya açılan alanlarda taban suyunun yükselerek zamanla sorunlara neden olması, tuzlu toprakların oluşması beklenir. Ancak Harran Ovası'nda, sulamanın başlamasıyla birlikte tuzlanma sorunlarının hemen başlamasına, mevcut sulama sistemi ile ilgili bazı yanlış uygulamaların neden olduğu ortaya konulmuştur. Bu uygulamaların başında sulama randımanlarının düşüklüğü, aşırı su kullanımı ve zayıf su yönetimi gelmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, toprakta uygun su ve tuz dengesi sağlandığında, tuzlu sularla sürdürülebilir bir tarımsal üretim yapıldığına ilişkin dünyada çok sayıda örnek bulunmaktadır (*De-Malach vd. 1978; Sing ve Narain, 1980; Gupta ve Pawha, 1981; Boumans vd., 1988*). Ovadaki yüksek eğim, drenaj sularının, enerjiye gerek duymadan sulama kanallarına verilme olanağını yaratmaktadır. Bu uygulama, tuzlu suların seyreltilmesini sağlamakta, sulama etkinliğini artırmakta ve aynı zamanda drenaj suyu miktarını azaltmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim için, bu uygulamanın toprak

tuzluluğu üzerine olası etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Onun için, bu çalışma GAP Bölgesinin en önemli sulama alanlarından biri olan Harran ovasında, sürdürülebilir bir tarımsal üretim için uygulanacak sulama stratejilerine veri sağlamak, marjinal suların sulamada kullanılmasının kök bölgesi tuzluluğu üzerine olası etkilerini irdelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Araştırma yeri

Çalışma alanı, Harran Ovası olup, ova Kuzeyinde Şanlıurfa ve Germüş dağları, Güneyinde Türkiye-Suriye devlet sınırı, Doğusunda Tektek Dağları, Batısında Fatik Dağları ile çevrilmiştir. En geniş yeri güneyde 60 km, en dar yeri ortada, Tektek Dağları ile Fatik Dağları arasında 30 km, uzunluğu kuzey-güney yönünde yaklaşık 65 km'dir. Topoğrafik yapı yönünden genel olarak düz ya da düze yakındır. Eğim %0-2 arasında olup, yaklaşık 500 m yüksekliğinden, Suriye sınırına doğru 335 m'ye kadar düşmektedir. Toplam alanı 225 000 ha olup (Şekil 1), öngörülen sulama alanı 151 000 ha'dır (*DSİ, 2004*).

#### 2.1.2. İklim özellikleri

Harran Ovası, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 365 mm, ortalama sıcaklık 17.2°C ve açık su yüzeyinden buharlaşması 1850 mm'dir. Yağışların %56'sı kış, %30'u ilkbahar, %13'ü sonbahar ve %1'i ise yaz mevsiminde düşmektedir, Çok yıllık iklim verilerine göre bölgede yıllık sıcaklık ortalaması 18.3°C'dir. Yazları sıcak ve kurak geçen bölgenin yıllık en yüksek sıcaklık ortalaması 46.8°C ve en sıcak ayın (Temmuz) sıcaklık ortalaması 38.6°C olarak ölçülmüştür (*DMİ, 2012*). Harran Ovası, alüvyal ana materyale, düz ve düze yakın eğime, derin topraklara sahiptir. Tipik kırmızı profilli ve kil bünyelidir. Tüm profil çok kireçli olup, aşağılara doğru artan yoğunlukta kireç cepleri içermektedir. Organik madde içeriği düşük, katyon değişim kapasitesi kil içeriğine bağlı olarak alt katmanlara doğru artmaktadır (*Dinç vd., 1988*). Ova topraklarının infiltrasyon hızları 12-116 mm h<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, genellikle yüksektir (*Karaata, 1991*).

### 2.1.3. Drenaj sisteminin özellikleri

Ovada emici drenler 40-60 m aralıklarla, yaklaşık 200-400 m uzunlukta, 100 mm çapında, kıvrımlı PVC borular 1.5-1.60 m derinliğe, kum-çakıl ve jeotekstil zarfla sarılı olarak, %0.1 eğimle döşenmiştir.

### 2.2.Yöntem

Çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bir kısım veriler arazide bizzat gözlenip ve ölçülürken, diğer veriler geçmiş çalışmalardan derlenmiştir. Bu veriler; (i) Sulama birliklerinden, ekim deseni, sulama sayıları, bitki su tüketimi ve sulama randımanlarına ilişkin bilgiler; (ii) Bir sulama mevsimi boyunca 15 noktada (Şekil 1) drenaj sularının EC değerleri ve (iii) Drenaj sistemi kurulu alanlarda bir sulama mevsimi boyunca yapılan günlük su tablası gözlemleri grafikleridir. Elde edilen veriler SaltMod bilgisayar simülasyon modeli tahmin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

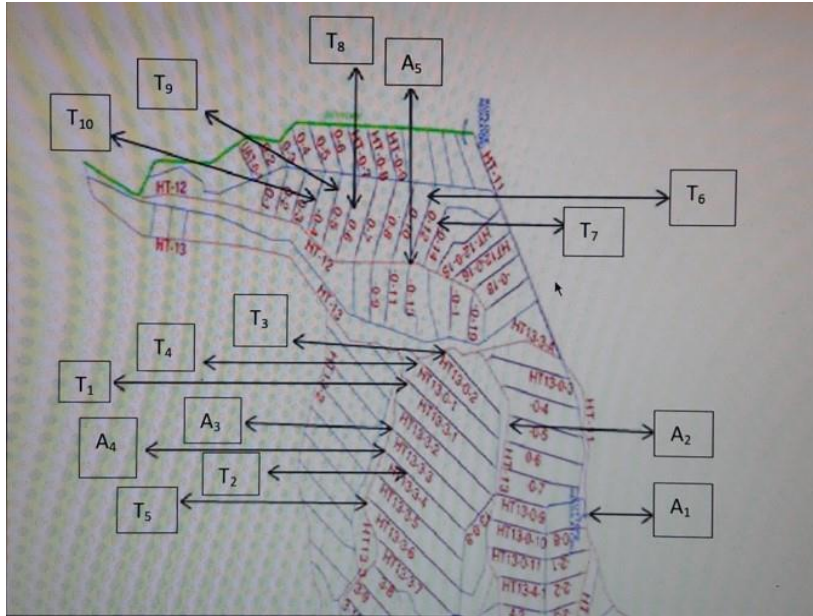
### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Harran Ovası ve sulamalar

Mevcut sulama sistemi memba denetimli, açık beton kanal ve kanaletlerden oluşmaktadır. Memba denetimli sistemlerde su bir kez sisteme verildiğinde, geri dönülmez bir şekilde kullanılmak, derine sızmak veya drenaj

sistemine karışmak zorundadır. Çünkü, sulama sisteminin mansabında suyu depolayan veya denetleyen yapılar yoktur. Bu tip sistemlerde kaçınılmaz olarak su kayıpları daha fazladır. Sistem bütünüyle tasarıma uygun bir şekilde inşa edilse bile, su miktarında belli düzeylerde kayıplar kaçınılmazdır. Ayrıca bu sistemde, inşaat ve su yönetim hatalarının kayıpları artırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Sulama sisteminin 1995'te devreye girmesiyle birlikte sulanan alanlar hızla artarak 2002 yılında ovanın tamamı sulanmaya başlamıştır. Bu arada dünyadaki ürün fiyatlarına bağlı olarak ekim deseni pamuk lehine gelişmiş ve bazı yıllar pamuğun ekiliş alanı %90'ın üzerine çıkmıştır (Çizelge 1). Sulama birliklerinden elde edilen verilere göre, ovada yüksek su tüketimine sahip bitkiler ekilmektedir. Sulama sayıları 9-10, sulama randımanları %44-71 arasındadır. Sulama sırasında büyük oranlarda su kaybı olmaktadır. Saptırılan suyun yaklaşık yarısı drenaj suyuna karışmaktadır. Sulama mevsiminde yol kenarlarının ve tarla başı hendeklerinin su ile dolu olması, başı boş akan sular, taşkın suları ve dolu akan drenaj kanalları, zayıf su yönetiminin göstergeleri sayılabilir (Şekil 2). Sözü edilen nedenlerin hepsi su gereksinimini artırmaktadır. Aşırı su kullanımı, özellikle sulama sisteminin mansabında su yetersizliğine ve bu yüzden drenaj sularının sulamada kullanılmasına neden olmaktadır.



Şekil 1. Drenaj suyu örneklem noktalarının konumları (Bilgiç ve Bahçeci, 2014)

Çizelge 1. Harran Ovası bazı sulama birlik alanlarında 2012 yılı ekim deseni, sulama sayıları ve sulama randımanları

Sulama birliğinin adı	Birlik sulama alanı (ha)	Ekim deseni (%)		Ortalama sulama sayısı (adet)	Bitki su tüketimi (mm)	Sulama randımanı (%)
		Pamuk	Mısır			
İmambakır	5125	92	8	10	1197	50
Bereket	4235	78	15	9	1116	46
Reha	5750	90	10	10	1309	44
Reha-2	3913	91	9	9	1026	68
Kıyas	3604	83	-	9	1125	71



Şekil 2. Harran ovasında yapılan hatalı sulamalara ilişkin bazı örnekler

### 3.2. Sulama ve bazı sulama performans parametreleri

Harran Ovası'nda sulama randımanlarının düşük olmasının bir nedeni de, arazinin sulamaya yeterince hazırlanmamasıdır. Ovada tarla boyunca eğimlerin %3-0.2 arasında değiştiği ve yer yer ters eğimlerin olduğu belirlenmiştir. Bu durum tarla hazırlığının yetersiz olduğuna ilişkin en açık göstergelerden biridir. Ekimler tarlanın doğal zemin eğimi ile yapılmaktadır. Arazi düzeltimi için kullanılan en gelişmiş ekipman tesviye küreğidir. Aslında tesviye küreği kullanan çiftçi sayısı da çok azdır.

Su ücretlerinin bitki ve alan esaslı olması, su kullanımını artırıcı etki yapmaktadır. Su ücretleri kullanılan su miktarına göre değil, ekilen bitkiye göre belirlendiğinden, aşırı su kullanma eğilimi artmaktadır. Ayrıca, fazla su ile daha yüksek verim alınacağı kanaati yaygındır. Dolayısıyla aşırı su kullanılmakta, özellikle gece sulamalarında kuyruk suları drenaj kanallarına akmakta ve sulama randımanları daha da

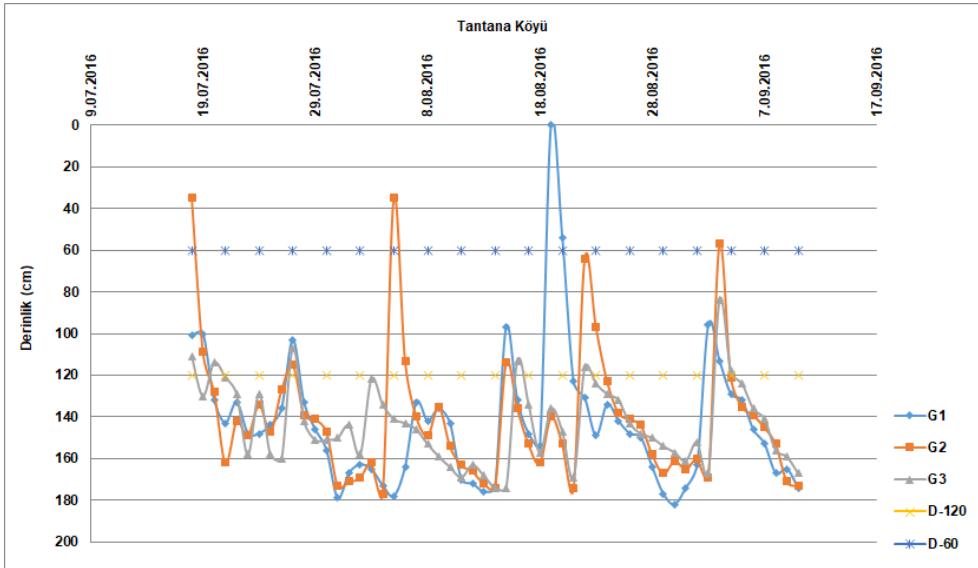
düşmektedir. Çiftçi sulamalarının gerçek niteliğini belirlemek için yapılan izleme çalışmaları, en büyük eksiklik olarak yetersiz tarla hazırlığı, yetersiz ekipman ve yanlış sulama uzunluğu ile denetimsiz gece sulamaları olduğunu göstermiştir.

Karık ve tava uzunlukları tarla boyutlarına göre değişmektedir. Sulama uzunluğu, genellikle tarlanın eğim yönündeki boyu kadardır. İzlenen sulamalarda akış uzunluklarının 108 m ile 570 m arasında değiştiği görülmüştür. Sulamalar kapalı karık ve tava yöntemiyle yapılmaktadır. Su önü, karık ve tava sonuna ulaştığında sulamaya son verilmektedir. Akış debileri, sulamacının deneyimine bağlı olarak, göz kararı ile belirlenmektedir. Sifon ve tüp kullanımı yaygın değildir. Dolayısıyla, akış debilerinde sürekli değişkenlikler olmaktadır. Ayrıca, gece sulamalarında tarla sonlarından drenaj kanallarına aşırı erozyona neden olacak akışlar olmaktadır. Sulamalarda fasıllı karık, azaltılmış debili karık, döngülü karık ve delikli borulu karık gibi su kazanımına yönelik uygulamalar çok az veya hiç yoktur.

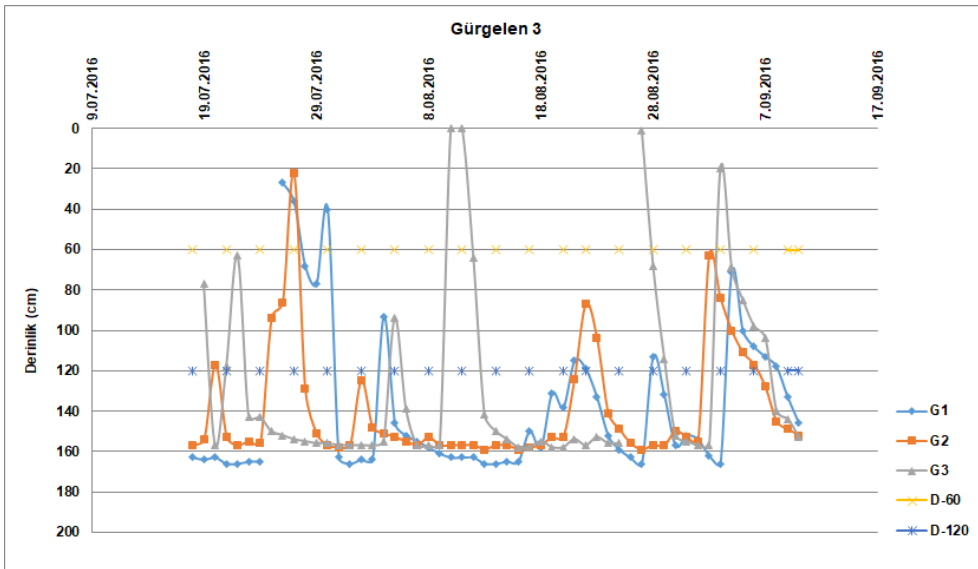
### 3.3. Drenaj sistemi ve tabansuyu derinliğinin değişimi

Harran Ovası Kuzey-Güney yönünde eğimli olup yaklaşık 50 kilometrelik mesafede 120 m yükseklik farkı bulunmaktadır. Ayrıca Doğu ve Batı kısımlarındaki dağlık alanların eteklerinden ova ortasına doğru yüzey akışları olmaktadır. Bu durum yer altı suyunun ovanın ortasına doğru ve Kuzey-Güney yönünde hareketine neden olmaktadır. Böylece kuzey kısımlarda oldukça derinlerde olan taban suyu düzeyleri orta kısımlarda ve Akçakale çevresinde toprak yüzeyine yaklaşmaktadır (DSİ, 2014). Ortaya

çıkan bu drenaj problemini çözmek için 70 000-80 000 ha alanda yüzeyaltı borulu drenaj sistemleri kurulmuştur. Drenaj sistemi kurulu 10 noktada, dren orta noktalarında yapılan su tablası ölçümlerine ilişkin sonuçlar Şekil 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Görüldüğü gibi, yaklaşık 100 gün, su tablası hidrografı (alçalıp-yükselme) gözlenmiştir. Gözlem yapılan alanlar pamuk ekili olup, gözlem süresince 6-7 defa sulanmıştır. Sulamalardan sonra su tablası, yer yer toprak yüzeyine kadar yaklaşmakta, ortalama 3-4 günde kök bölgesi altına düşmekte ve genellikle 160 cm derinlikte seyretmektedir.

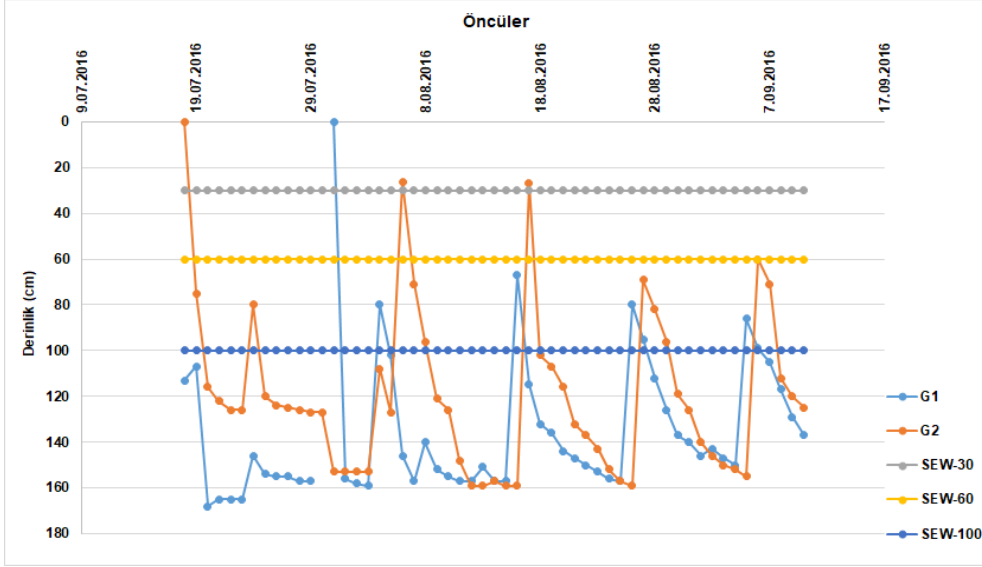


Şekil 3. Tantana Köyü'nde kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları

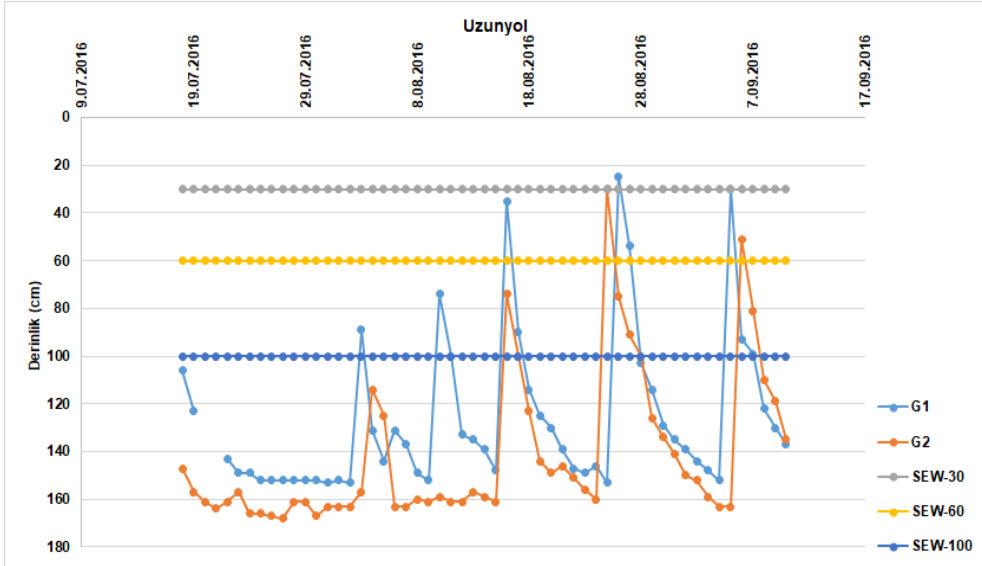


Şekil 4. Gürgelen 3'de kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları





Şekil 5. Öncüler'de kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları



Şekil 6. Uzunyol'da kurulu yüzeyaltı drenaj sistemine ait su tablası hidrografları

### 3.4. Drenaj sularının tuz içerikleri ve sulamada kullanılması

Aşırı su kayıpları nedeniyle drenaj kanallarında biriken suların bir kısmı geri dönüşüm kanallarıyla yeniden sulama sistemine verilmesine karşın, sulama suyunun yaklaşık %15-20'si ( $1.94 \times 10^8 \text{ m}^3$ ) tahliye edilmektedir (DSİ, 2014).

Ovadaki drenaj sularının tuz içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan bir izleme çalışması ile Çizelge 2'deki değerler elde edilmiştir. İzlenen toplayıcı drenlerin toplam alanı yaklaşık 5 340 ha olup Harran Ovası'nın

%10'luk kısmını temsil etmektedir. Sulama mevsiminde drenaj sularının tuz içeriklerinin oldukça değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Açık drenaj kanal suları, kapalı toplayıcı dren borularındaki drenaj sularına göre daha az tuz içermektedir. Drenaj kanallarından 5 noktada 2014 yılı Nisan ve Ağustos arasında, her ay alınan su örneklerinin, ortalama EC değerlerinin  $1.11-4.15 \text{ dS m}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulama yapılmadığı dönemlerde toplayıcı dren borularında akış olmadığından, su örneklemeleri yapılamamıştır. Örneklenen aylarda kapalı toplayıcı drenlerdeki drenaj sularının ortalama EC değerleri  $3.87-11.98 \text{ dS m}^{-1}$  arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Harran ovasındaki drenaj sularının 2014 yılı EC değerleri (EC, dS m<sup>-1</sup>) (Bilgiç ve Bahçeci, 2014)

Örnekleme noktası	18.04	02.05	16.05	27.06	11.07	25.07	08.08	Ort.
*A <sub>1</sub>	1.09	1.26	0.99	0.99	0.98	1.21	1.25	1.11
A <sub>2</sub>	1.19	2.21	0.12	1.35	2.71	2.29	2.27	1.73
A <sub>3</sub>	2.86	4.03	0.68	3.36	0.61	0.78	1.18	1.93
A <sub>4</sub>	2.69	0.79	-	2.54	0.78	2.02	2.29	1.85
A <sub>5</sub>	8.24	7.77	2.63	3.33	2.16	2.27	2.67	4.15
**T <sub>1</sub>	9.49	13.08	-	6.51	2.49	1.98	2.39	5.99
T <sub>2</sub>	2.81	12.65	-	8.75	0.61	0.68	-	5.10
T <sub>3</sub>	11.01	14.30	-	-	0.55	0.54	0.63	5.41
T <sub>4</sub>	11.05	14.09	-	-	0.92	0.65	1.70	5.68
T <sub>5</sub>	11.02	-	-	3.37	0.51	0.56	-	3.87
T <sub>6</sub>	13.06	24.7	-	-	-	2.93	4.13	11.21
T <sub>7</sub>	13.13	21.8	-	-	-	-	1.02	11.98
T <sub>8</sub>	9.92	-	-	-	16.72	-	4.07	10.24
T <sub>9</sub>	10.03	-	-	-	15.22	-	4.14	9.80
T <sub>10</sub>	9.90	-	-	-	15.19	-	4.19	9.76

A: Açık drenaj kanalı, T: kapalı toplayıcı dren borusu, - Akış yok

Ovada sulamanın olmadığı Nisan ve Mayıs aylarında kapalı toplayıcıların tuz içerikleri 20 dS m<sup>-1</sup>'nin üzerinde ölçülmüştür. Sulama öncesi 10 toplayıcının 9'unda EC değerleri 10 dS m<sup>-1</sup> dolayında ölçülürken, sulama başladıktan sonra 6 toplayıcıda 0.50 dS m<sup>-1</sup> değerlerine kadar düşmüştür. Dört boru kolektörün çıkışında ise tuz değerleri, 15-16 dS m<sup>-1</sup> dolaylarında iken; Ağustos ayında alınan örneklerde tuz içerikleri ise 0.63 dS m<sup>-1</sup>'e kadar düşmüştür (Çizelge 2).

Kapalı dren boru-kolektörlerdeki EC değerleri, açık kanal sularını EC değerlerinden daha yüksek olup, değişkenlikleri fazladır. Bu durumun, drenlerin beslendikleri alanların tuz içeriklerinin farklı olmasına, örnekleme zamanı ile sulama zamanının çakışmasına ve yüzey sularının boru drenlere karışmasına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir (Çizelge 2).

### 3.5. Drenaj sularının toprak tuzluluğu üzerine etkilerinin kestirimi

Faklı tuz içeriğine sahip suların, ova topraklarında yaratacağı tuz dengesi, Bahçeci ve Nacar (2007) tarafından SaltMod bilgisayar programı ile belirlenmiştir. SaltMod değişik su yönetim koşullarında toprakta tuzluluğun değişimini dönemsel olarak tahmin etmektedir. Modelin geliştirilmesindeki yaklaşım, uzun dönemli tahminlerin kısa dönemlerdeki tahminlerden daha güvenilir olmasına dayanmaktadır. SaltMod günlük verileri göz önüne almamaktadır. Çünkü, günlük veriler çok değişkendir ve toplamak zordur. Günlük verilerdeki yüksek değişkenlikten dolayı uzun

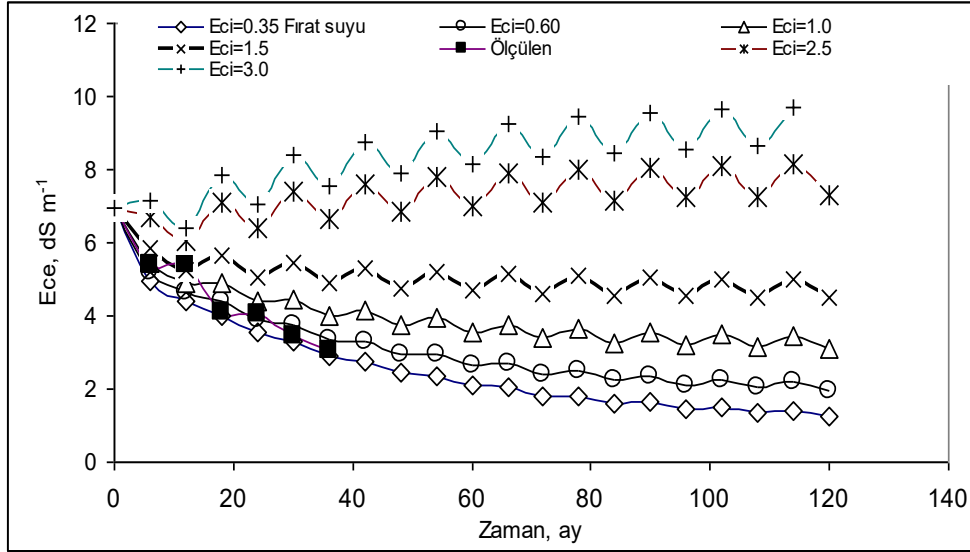
dönemli veriler daha güvenilirlerdir (Oosterbaan, 1988; Oosterbaan ve Abu Senna, 1990).

Elde edilen sonuçlara göre, etkin çalışan bir drenaj sisteminin varlığında, sulamada Fırat suyu kullanıldığında, kök bölgesi tuzluluğu 3 yıl içinde 7 dS m<sup>-1</sup> den, 3 dS m<sup>-1</sup> ye, 10 yıl içinde ise 1.5 dS m<sup>-1</sup> ye düşeceği belirlenmiştir. Tuzluluğu EC=1.5 dS m<sup>-1</sup> ye kadar olan suların kullanılması halinde ise, toprak tuzluluğu azalma eğilimi gösterirken, sulama suyunun tuz içeriğinin EC=2.5-3.0 dS m<sup>-1</sup> olması halinde toprak tuzluluğu artma eğilimine girmektedir.

Model sonuçları, EC değeri 2.5 dS m<sup>-1</sup> olan su ile yapılan sulamaların toprak tuzlanmasında bir değişiklik yaratmayacağını, ancak EC değeri 3 dS m<sup>-1</sup> olduğunda ise kök bölgesi tuzluluğunda artışın, 10 yılda EC=9.5-10 dS m<sup>-1</sup> olacağını ve artış eğiliminin devam edeceğini göstermektedir (Şekil 7).

## 4. Sonuç

Harran Ovası'nda sulama ve su yönetimi sorunlu bir şekilde sürdürülmektedir. Yetersiz tarla hazırlığı, sulamada kullanılan ekipmanların yetersizliği, denetimsiz gece sulamaları, bitki alan esaslı su ücretlendirmesi ve sulama birliklerinin sorunlu yönetimi aşırı su kayıplarının başlıca nedenleri arasındadır. Ovada açık drenaj kanal suları, yüzeyaltı kapalı toplayıcı dren boru sularına göre daha az tuz içermektedir. Drenaj sularının EC değerleri, sulama mevsimi ilerledikçe azalmaktadır.



Şekil 7. Farklı tuz içeriklerine sahip sularla yapılan sulamaların kök bölgesi tuz içeriğine etkisinin arazi gözlemleri ve SaltMod ile kestirimi (Bahçeci ve Nacar, 2007).

Açık drenaj kanallarındaki suların tuz değerlerinin azalması, sulama sularının doğrudan drenaj kanallarına karışmasından ileri gelmektedir. Arazi gözlemleri ve model değerlendirme sonuçları, sulamada Fırat suyu kullanıldığında ve tabansuyu derinliğinin 120 cm olduğu koşullarda, kök bölgesi tuzluluğunun, 3 yıl içinde  $7 \text{ dS m}^{-1}$ 'den  $3 \text{ dS m}^{-1}$ 'ye, 10 yıl içinde ise  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$ 'ye düşeceğini göstermiştir. Ayrıca, yüzeyaltı drenaj sistemi varlığında, tuzluluğu  $EC=1.5 \text{ dS m}^{-1}$ 'ye kadar olan suların toprak profilinde tuz yıkanmasına,  $EC=2.5 \text{ dS m}^{-1}$  ve daha yüksek olan suların ise toprakta tuz birikimine neden olacağını göstermektedir. Drenaj suları sulama kullanılacaksa veya sulama suları ile karıştırılacaksa, karışımın tuz içeriğinin  $2.5 \text{ dS m}^{-1}$  değerini aşmamasına özen gösterilmelidir. Bunu başarmak için, drenaj sularının sürekli izlenmesi ve sulama suyu ile drenaj suyu karıştırma işlemleri, ölçülen tuz değerlerine göre yapılmalıdır. Sulama birlikleri bu konuda eğitilmeli ve konu uzmanı elemanların sulama birliklerinde görevlendirilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

#### Kaynakça

- Bahçeci İ., & Nacar, A.S. (2007). Estimation of root zone salinity, using SaltMod, in the arid region of Turkey. *Irrigation and Drainage*, 56(5):601-614.
- Bahçeci, İ. (1993). Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı Suyunun Kalitesi ve Sulamada Kullanılma

Olanakları. Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayın No: 159, Konya.

- Bahçeci, İ. (2007). Değişik su kalitesi ve drenaj yönetimleri altında Harran Ovası'nda tuzluluğun SaltMod model çalışmalarıyla tahmin edilmesi. *V. GAP Tarım Kongresi*, s:367-375.
- Bahçeci, İ. Nacar, A.S., & Berakatoğlu K. (2005). GAP Bölgesi Harran Ovası'nda su ve tuz dengesi. *Dünyada Kalkınma için Su Sempozyumu*, s:335-342.
- Bilgiç, C., & Bahçeci, İ. (2014). Harran Ovası serbest akışlı drenaj sistemlerinde bazı bitki besin element kayıplarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Boumans, J.H., van Hoorn, J.W., & Tanwar B.S. (1988). Water table control, reuse and disposal of drainage water in Haryana. *Agricultural Water Management*, 14(1-4):537-545.
- De-Malach, Y., Pasternak, D., Twersk, M., & Borovis, I. (1978). Irrigation of sugarbeet with brackish waters. *Itasedeh*, 59:418-424
- Diñç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M.Ş., Yeğingil, İ., Sarı, M., Kaya, Z., Aydın, M., Kettaş, F., Berkman, A., Çolak, A.K., Yılmaz, K., Tunçgöğüs, B., Özbek, H., Gülüt, K.Y., Karaman, C., Öztürk, N., & Kara, E.E. (1988). Harran Ovası Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. TÜBİTAK-TOAG 534 Nolu Proje, Adana.
- DMİ. (2012). Meteorolojik veriler. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ. (2004). Şanlıurfa Harran Ovası Sulama Drenaj İzleme Raporu. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- DSİ. (2014). Şanlıurfa Harran Ovası Drenaj ve Tuzluluk Sorunları İnceleme Raporu. DSİ XIV. Bölge Müdürlüğü, Şanlıurfa

- FAO. (1992). The Use of Saline Waters for Crop Production. Food and Agriculture Organisation of The United Nations Rome (Edit by Rhoades, J.D., Kandiah, A., Mashall, A.M.) Irrigation and Drainage 133 p., Rome.
- Gupta, I.C., & Pawha, K.N. (1981). Century of Soil Salinity Research in India Annotated Bibliography 1963-1967, 400 p., New Delhi.
- Karaata, H. (1991). Urfa-Harran Ovası Sulama Rehberi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, KHGM Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 10, Rapor Yayın No: 8, Şanlıurfa.
- Kijne, J.W. (2005). Maintaining salt balance on irrigated land. Water Encyclopedia: *Agricultural Water*, John Wiley & Sons, Inc., DOI: 10.1002/047147844X.aw291.
- Libutti, A., Florio M., Monteleone M., Disciglio G., & Tarantino, E. (2008). Hydro-salinity balance to monitor soil salinity at field scale due to brackish irrigation water. Department of Agro-Environmental Science, *Chemistry and Plant Protection* Agriculture University of Foggia, Italy.
- Oosterbaan, R.J. (1988). Agricultural drainage criteria for drainage: a systems analysis. *Agricultural Water Management*, 14(1-4):79-88.
- Oosterbaan, R.J., & Abu Senna, M. (1990). Using SaltMod to predict drainage for salinity control. Towards Integration of Irrigation and Drainage Management. Proceedings of the Jubilee symposium at the occasion of the 40<sup>th</sup> anniversary of ILRI, p: 43-49, Wageningen, The Netherlands.
- Rhoades, J.D. (1998). Use of saline and brackish water for irrigation. Implications and role in increasing food production, conserving water, sustaining irrigation and controlling soil and water degradation. In Proceedings of the International Workshop on Use of Saline and Brackish Water for Irrigation. July, Bali, Indonesia.
- Rhoades, J.D. (1999). Use of saline drainage water for irrigation. p. 615-658. In R.W. Skaggs J. van Schilfgaarde (ed.) *Agricultural Drainage*. Agron. Monogr. 38, Madison, WI.
- Sharma, B.R. (1999). Regional salt and water-balance modelling for sustainable irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 40(1999):129-134
- Sing, B., & Narain, P. (1980). Effect of the salinity of irrigation water on wheat yield and soil properties. *Indian Journal of Agricultural Science*, 50(3):422-429.

## Orta Karadeniz Bölgesi illerine ait toprak sıcaklıklarının yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi

Filiz KARA<sup>1</sup> Bilal CEMEK<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: filiz.kara@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-0902-475X

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):192-198  
doi:10.16882/derim.2019.539794

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 14.03.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 23.10.2019



### Öz

Toprakta suyun bulunuşu, hareketi, buharlaşması ve hava kapasitesi, ayrışması olayları, mikrobiyolojik faaliyet, kök solunumu ve vejetatif faaliyet gibi olayların tümü toprak sıcaklığının etkisi altındadır. Bu çalışmada toprak sıcaklık değerlerinin Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Orta Karadeniz bölümü illerine ait farklı toprak katmanlarındaki (5, 10, 20, 50 ve 100 cm) aylık ortalama toprak sıcaklık değerleri ve diğer meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 1971-2015 yılları için temin edilmiştir. Üç katmanlı ileri beslemeli bir YSA yapısı oluşturularak YSA'nın öğrenmesi için Levenberg-Marquardt (LM) algoritması uygulanmıştır. 1971-1990 yılları arası aylık meteorolojik veriler eğitim verisi, 1991-2000 yılları arası aylık veriler test verisi, 2001-2015 yılları arası aylık veriler validasyon verisi olarak kullanılmıştır. İklim verileri ve toprak katmanı göz önüne alınarak 10 farklı YSA Modeli oluşturulmuştur. Tüm istasyonlarda farklı derinliklerde elde edilen sonuçlar için belirleme katsayısı ( $R^2$ ) 0.85-0.99 arasında, tahmin hatasının standart sapması (RMSE) 0.24-3.74 arasında ve ortalama mutlak hata (MAE) 0.01-2.33 arasında değişmektedir. Çalışma sonucu YSA modellerinin Orta Karadeniz İleri aylık toprak sıcaklık hesaplamalarında başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak Sıcaklığı; Yapay sinir ağları; Model

### Estimation of soil temperatures by using artificial neural networks for the provinces of Middle Black Sea Region

#### Abstract

The presence of water in the soil, movement, evaporation and air capacity, decomposition events, microbiological activity, root respiration and vegetative activity are all under the influence of soil temperature. In this study, it is aimed to estimate the soil temperature values using Artificial Neural Networks (ANN) method. Monthly average soil temperature values and other meteorological data in different soil layers (5, 10, 20, 50 and 100 cm) of the Central Black Sea region provinces were obtained from the General Directorate of Meteorology for the years 1971-2015. A three-layer feed-forward ANN structure was created and the Levenberg-Marquardt (LM) algorithm was applied for ANN learning. Monthly meteorological data education data, monthly data test data from 1991-2000, monthly data between 2001-2015 were used as validation data. Based on climate data and soil layer, 10 different ANN models were created. For the results obtained at different depths in all stations, the coefficient of determination ( $R^2$ ) is between 0.85-0.99, the standard deviation of the estimation error (RMSE) is between 0.24-3.74 and the mean absolute error (MAE) is between 0.01-2.33. As a result of the study, it was observed that ANN models yielded successful results in the monthly soil temperature calculations of Middle Black Sea Provinces.

**Keywords:** Soil temperature; Artificial neural network; Model

### 1. Giriş

Toprak sıcaklığı toprak içerisinde bitkisel üretimi etkileyen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyeti etkilemektedir (Öztek in vd., 2008). Toprakta suyun bulunuşu, hareketi, buharlaşması ve hava kapasitesi, ayrışması olayları, mikrobiyolojik faaliyet, kök solunumu ve vejetatif faaliyet gibi olayların tümü toprak

sıcaklığının etkisi altındadır (Özkan, 1985; Karaman vd., 2007). Toprak profilinde sıcaklık günlük, aylık veya yıllık olarak değişim göstermektedir. Bu değişim bir gün veya bir yıl olmak üzere zamanın periyodik fonksiyonları şeklindedir. Toprak yüzeyinde sıcaklık değişimi fazla olup, aşağı katmanlara doğru inildikçe azalmaktadır. Toprağın 35-100 cm derinliğinde ise sıcaklığın günlük değişimi pratik olarak sabit

değerlere ulaşmaktadır (Ekberli vd., 2005). Toprak sıcaklığının değişimi toprak rutubetinin değişimine ve toprakta su dengesinin oluşumuna önemli etki yapmaktadır. Toprakta suyun taşınım potansiyeli, toprak sıcaklığı ve rutubetinin bir fonksiyonudur. Gözenekli bir yapıya sahip olan toprakta suyun buharlaşarak taşınımı sıcaklık değişimi sonucunda oluşmaktadır. Toprak profilindeki su buharı geceleri alt katmanlardan daha soğuk olan üst katmanlara doğru hareket etmektedir. Toprak nemi ve sıcaklık değişimleri arasındaki nicel bağımlılık, topraklar arasında farklılık göstermektedir (Gerayzade, 1989). 1995 yılında IPCC'nin (ülkeler arası iklim değişikliği paneli) iklim modelleri ile yapılan kestirimine göre; 2030 yılına kadar Türkiye'nin büyük bir kısmının oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği, sıcaklıkların kışın 2°C, yazın ise 2°C ile 3°C artacağı öngörülmektedir (Kadioğlu, 2009). Bölgedeki tarımsal üretimde ürün kalitesini ve verimliliği arttırmak, ürün kayıplarını en aza indirmek, bölgenin doğal yapısını korumak, tarımsal üretimde uygun ürün çeşidini belirlemek, bölgede olası iklim değişikliğinde bölge şartlarına uygun ağaç cinslerini belirlemek ve toprağın mevcut özelliklerini korumak ve geliştirmek için toprak sıcaklıklarının bilinmesi gerekir. Bölgenin değişik topografik yapısı içerisinde her noktada sıcaklık ölçme imkânı olmadığından toprak sıcaklıklarının tahmin edilerek belirlenmesi önemlidir. Ayrıca, bölgede toprak sıcaklıklarının

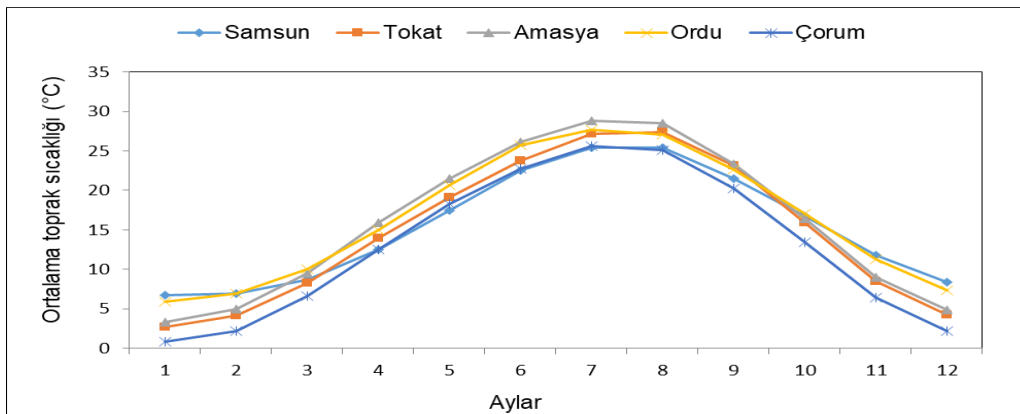
belirlenmesi ısı kazancı ve ısı kaybı hesaplarında net sonuçların ortaya çıkarılması açısından da büyük önem taşımaktadır (Bilgili vd., 2011). Bu çalışmanın amacı geçmiş yıllara ait aylık ortalama hava sıcaklık değerleri, derinlik ve ay bilgilerini kullanarak gelecek yıla ve yıllara ait 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliğindeki aylık ortalama toprak sıcaklığı değerlerini tahmin etmek üzere YSA tabanlı bir model geliştirmektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan toprak sıcaklık verileri 1971-2015 yıllarına ait olup DMİ tarafından kurulmuş olan Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi illeri olan Samsun, Tokat, Amasya, Ordu ve Çorum istasyonlarında ve farklı toprak derinlikleri 5, 10, 20, 50 ve 100 cm ölçülmüştür. Bu istasyonların koordinatları ve deniz seviyesinden yükseklikleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. İllere ait aylık ortalama toprak sıcaklıkları 5 cm derinlik için Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere tüm istasyonların aylık ortalama toprak sıcaklık değerleri birbirine göre aynı eğilimi göstermektedir. Ayrıca maksimum aylık ortalama toprak sıcaklık değeri Ağustos ayında olurken, minimum sıcaklık ise Ocak ayında olmaktadır. Sıcaklıkların yıl içerisinde en düşük 0.77°C ile Çorum ili iken en yüksek 28.87°C ile Amasya ili olmuştur (Şekil 1).

Çizelge 1. Meteoroloji istasyonlarının kodları, konumları ve yükseklik değerleri

İl adı	İstasyon kodu	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)
Samsun	17030	41° 34' K	36° 25' D	4
Tokat	17086	40° 33' K	36° 55' D	611
Amasya	17085	40° 66' K	35° 83' D	409
Çorum	17084	40° 54' K	34° 93' D	776
Ordu	17033	40° 98' K	37° 88' D	5



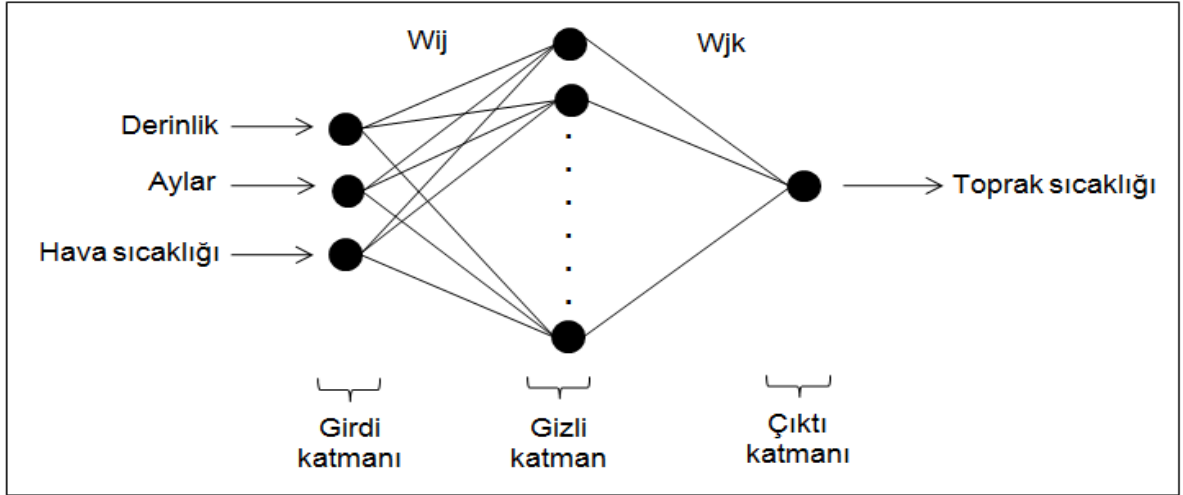
Şekil 1. İstasyonların 1971 ve 2015 yılları arasında 5 cm toprak derinliğindeki aylık ortalama toprak sıcaklıkları

## 2.1. Yapay sinir ağları

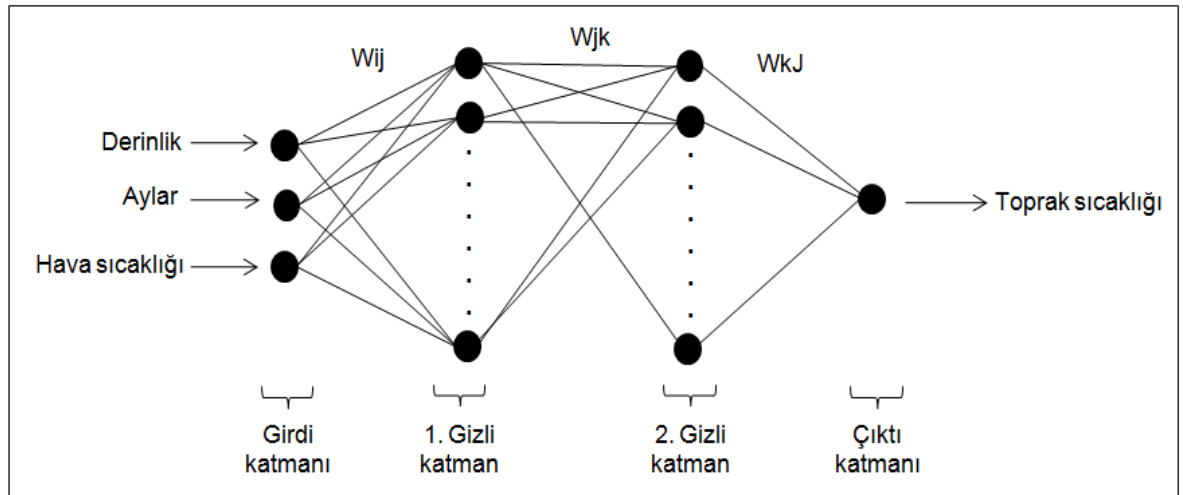
Sekundur vd. (2018) çalışmalarında belirttiği üzere Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Yapay Sinir Ağları, insanlar tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri (gerçek beyin fonksiyonunun ürünü olan örnekleri) kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üretileceğini belirleyebilen bilgisayar sistemleridir. İnsan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde; öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme ve optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde

uygulanmaktadırlar. Yapay Sinir Ağlarında en yaygın mimari; verilerin yapay sinir ağına girdi verisi olarak sunulduğu giriş katmanı, verilerin işlendiği gizli katman ve sunulan girdi verilerine karşılık sonucun elde edildiği çıkış katmanından oluşmaktadır. Bu tip YSA'lara çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) denilmektedir (Fausset, 1994).

Toprak sıcaklık değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılan YSA mimarisi Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir. Burada tek gizli katmanlı ÇKA'da;  $W_{ij}$  ve  $W_{jk}$  sırasıyla, giriş katmanı ile gizli katman ve gizli katmanla çıkış katmanı arasında kullanılan ağırlık değerlerini temsil etmektedir. Çift gizli katmanlı ÇKA'da;  $W_{ij}$  giriş katmanı ile gizli katman,  $W_{jk}$  gizli katmanlar arasında ve  $W_{kj}$  gizli katman ile çıkış katmanı arasında kullanılan ağırlık değerlerini temsil etmektedir.



Şekil 2. Tek gizli katmanlı çok katmanlı algılayıcı



Şekil 3. Çift gizli katmanlı çok katmanlı algılayıcı

## 2.2. Levenberg-Marquardt (LM) algoritması

Levenberg-Marquardt, temel olarak maksimum komşuluk üzerine kurulmuş en küçük kareler hesaplama metodudur. Bu algoritma Gauss-Newton ve gradient-descent algoritmalarının en iyi özelliklerinden oluşur ve bu iki metodun kısıtlamalarını kaldırır. Levenberg-Marquardt algoritması optimizasyon, tahminleme vs. problemlerinde diğer birçok algoritmaya göre daha hızlıdır (Haykin, 2001). Yapay sinir ağlarında giriş verisi-çıkış verisi eşleşmesini eğitim veri seti ile modelleyebilmek için genellikle geriye yayılım algoritması tercih edilmektedir (Wilamowski vd., 2010). Dinamik öğrenme oranı geriye yayılım algoritmasının hızını, momentum da yakınsama hızını artırabilir (Wilamowski vd., 2010; Ferrari ve Jensenius, 2008). Newton, Levenberg-Marquardt (LM) gibi ikinci dereceden türev gerektiren algoritmalar öğrenme hızını belirgin bir şekilde artırmaktadır. LM algoritması bilhassa doğrusal olmayan parametrelerin modellenmesinde günümüzde ağ eğitiminde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Dohnal, 2004; Khosravi vd., 2006).

## 2.3. Uygulama

Çalışmada giriş veri değeri olarak aylık ortalama hava sıcaklığı, derinlik ve aylar kullanılmıştır; çıkış olarak aylık ortalama toprak sıcaklık değerleri ayrı ayrı 5, 10, 20, 50 ve 100 cm için tahmin edilmiştir. Kullanılan istasyon sayısı 5 (Samsun, Amasya, Tokat, Ordu, Çorum) olup kullanılan veri sayısı 540'dır. Kullanılan veriler öncelikle [0,1] arasında aşağıdaki Eşitlik 1 kullanılarak normalize edilmiştir. YSA modeli için 1971-1990 yılları arasındaki veri değerleri kullanılarak ağ eğitilmiştir. Eğitim sonucunda elde edilen sonuçlar, 1991-2000 yılları arasındaki test verileri ile karşılaştırılmıştır. Validasyon işlemi için ise 2001-2015 yılları arasındaki veri seti kullanılmıştır.

$$X_n = \frac{(X_g - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (1)$$

Burada  $x_n$ ,  $x_g$ ,  $x_{\min}$  ve  $x_{\max}$  ifadeleri sırasıyla normalize edilmiş, gerçek, minimum ve maksimum x değişkenleridir.

Değişkenlere ait minimum ve maksimum değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çok değişkenli bir YSA modelinde, modeli oluştururken özellikle gizli katman sayısı, gizli katmanda yer alacak işlem elemanı sayısı, gizli katmanda ve girdi katmanında yer alacak aktivasyon fonksiyonları ile öğrenme algoritması gibi parametrelerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Ancak bu parametrelerin belirlenmesi için kesin bir önerme olmaması nedeniyle (Kaastra vd., 1996) parametreler deneme yanılma yoluyla elde edilir. Modelde bir ve iki gizli katman kullanılmıştır. Bir gizli katmana ait modelde işlem eleman sayısı (nöron) 2'den 6'ya kadar denenmiş, iki gizli katmana ait modelin ilk katmanında işlem eleman sayısı iki olarak sabit tutulmuş olup ikinci katmanda işlem eleman sayısı 2'den 6'ya kadar denenerek ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasında hata analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada 1 ilin 1 derinliği için 10 farklı YSA mimarisi denenmiştir. 5 Ayrı ilin 5 derinliğinde toplamda 250 YSA mimarisi oluşturulmuştur. Öğrenme algoritması olarak, LM algoritması uygulanmıştır. Aktivasyon fonksiyonu olarak ağın gizli ve çıkış katmanlarında sırasıyla tansing ve purelin transfer fonksiyonları tercih edilmiştir. Oluşturulan en iyi YSA modelleri ve bu modellere ait performans değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

## 2.4. İstatistik analiz

Modellerin değerlendirilmesi dört farklı istatistiksel ölçüt ile yapılmıştır. Belirleme katsayısı ( $R^2$ ) Eşitlik 2, tahmin hatasının standart sapması (RMSE) Eşitlik 3, ortalama mutlak hata (MAE) Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_1^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}} \quad (3)$$

$$MAE = \frac{\sum_1^N |y_i - \hat{y}_i|}{N} \quad (4)$$

Eşitliklerde  $y_i$ ; ölçülen toprak sıcaklığı değerleri ( $^{\circ}C$ ),  $\hat{y}_i$ ; tahmin edilen toprak sıcaklık değerleri ( $^{\circ}C$ ),  $\bar{y}$ ; ölçülen toprak sıcaklığı ortalaması değerleri ( $^{\circ}C$ ), N: gözlem sayısı



Çizelge 2. Girdi ve çıktı parametrelerinin istatistik değerleri

İstasyon	Toprak sıcaklığı (°C)		Hava sıcaklığı (°C)		Standart sapma	Çarpıklık	Basıklık
	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>			
Samsun	2.7	33.7	3.0	27.0	7.736	0.108	-1.467
Tokat	-1.4	33.8	-5.6	26.4	8.988	0.046	-1.370
Amasya	-0.5	35.2	-4.2	28.0	9.496	0.033	-1.394
Ordu	2.6	31.1	3.0	26.7	8.032	0.104	-1.373
Çorum	-2.3	30.1	-6.3	25.7	9.113	0.032	-1.388

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, Samsun için en iyi performans gösteren modellerin  $R^2$  0.864-0.994, RMSE 0.240-2.631 ve MAE 0.011-1.758 değerleri arasında hesaplanmıştır. Tokat için farklı derinliklerde en iyi performans gösteren modellerin  $R^2$  0.854-0.991, RMSE 0.729-2.305 ve MAE değerleri 0.548-1.721 arasında olduğu belirlenmiştir. Amasya ili için en iyi performans gösteren modellerin  $R^2$  0.877-0.990, RMSE 0.759-3.478 ve MAE 0.569-1.708 değerleri olarak hesaplanmıştır. Ordu iline ait en iyi performans gösteren modellerin  $R^2$  0.879-0.993, RMSE 0.612-3.745 ve MAE değerleri 0.479-2.333 arasında hesaplanmıştır. Çorum ili için en iyi performans gösteren modellerin ise  $R^2$  0.926-0.989, RMSE 0.655-2.347 ve MAE değerleri 0.508-1.286 arasında olduğu Çizelge 3'te görülmektedir.

Türkiye'de yürütülen bir çalışmada 1970-2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler ile beş farklı YSA modelleri oluşturulmuş ve farklı katman derinlikleri (5, 10, 20, 50 ve 100 cm) için toprak sıcaklık değerleri tahmin edilmiştir. En iyi sonuç veren modelde  $R^2$  değerleri 0.994-0.990 ve ortalama karesel hata (OKH) değerleri 0.001-0.002 elde edilmiştir (Aslay vd., 2013). Bilgili vd. (2010) yürüttüğü bir çalışmada Ege Bölgesi'nde bulunan sekiz lokasyonun 2000-2006 yılları arası enlem, boylam, yükseklik, derinlik ve ay verilerini LM çok katmanlı YSA modelinde giriş verisi olarak kullanmış ve  $R^2$  0.994-0.999 istatistik değerlerini bulmuştur. Bilgili vd., (2010) yapmış oldukları diğer bir çalışmada ise farklı Ege Bölgesi'nde bulunan sekiz lokasyonun 2000-2006 yıllarına ait farklı meteorolojik veri kombinasyonlarını kullanarak oluşturdukları YSA modellerinden en iyi sonuç meteorolojik parametrelerin hepsinin dahil edildiği modelde  $R^2$  0.998 elde etmişlerdir.

Irak'ta yürütülen benzer bir çalışmada araştırmacılar çeşitli derinliklerde ve farklı ölçüm zamanlarında, toprak yüzey sıcaklığı açısından toprak sıcaklıklarını tahmin etmek

için YSA modelinin uygulanması yapılmıştır. Elde ettikleri en iyi sonuca göre  $R^2$  0.95-0.99 elde etmişlerdir (Mohammed vd., 2014). Yukarıdaki çalışmalarla kıyaslandığında yürüttüğümüz çalışmanın sonucunda elde edilen istatistik sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür. Çalışma sonucu YSA modellerinin Orta Karadeniz İlleri aylık toprak sıcaklık hesaplamalarında başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

### 4. Sonuç

Bu çalışmada önceki aylara ait bazı meteorolojik değişkenler kullanarak şu anki ayın 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerdeki ortalama toprak sıcaklık değerlerini tahmin etmek için YSA modeli geliştirilmiştir. Modelin girdi katmanında derinlik, hava sıcaklığı ve ay bilgileri kullanılmıştır. Modelin gizli katmanında ise bir ve iki katman kullanılmıştır. Bir gizli katmana ait modelde işlem eleman sayısı (nöron) 2'den 6'ya kadar denenmiş, iki gizli katmana ait modelin ilk katmanında işlem eleman sayısı iki olarak sabit tutulmuş olup ikinci katmanda işlem eleman sayısı 2'den 6'ya kadar denenecek ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasında hata analizi yapılmıştır. Çıktı katmanında ise aylık ortalama toprak sıcaklık değerleri yer almıştır. Hesaplanan hata değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. Geliştirilen bu modelin avantajı, farklı derinliklerdeki ortalama toprak sıcaklık değerleri az girdi kullanılarak hızlı ve az hata ile tahmin edilebilir olmasıdır.

Modelin dezavantajı; ağırlık eğitilebilmesi için örnek sayısının fazla olması gerekmektedir. Aksi durumda yanlış eğitime (ezberleme-overfitting) ortaya çıkmaktadır. Ayrıca çalışma ile araştırmacının ilk aşamasının gerçekleştirildiği ve sonraki aşamalarda daha fazla parametre ve farklı zaman çizelgeleri dikkate alınarak toprak sıcaklığının tahmini için YSA'nın gelecekteki kullanımı sürdürülebilir.

Çizelge 3.İllerin katmanlarına ait en iyi model ve modellerin performans değerleri

Samsun					
Veri seti	Derinlik (cm)	En iyi YSA mimarisi	R <sup>2</sup>	RMSE	MAE
Eğitim	5	(3-6-1)	0.994	0.605	0.478
Test	5	(3-4-1)	0.993	1.057	0.798
Validasyon	5	(3-2-6-1)	0.864	0.240	0.011
Eğitim	10	(3-4-1)	0.989	0.775	0.524
Test	10	(3-5-1)	0.993	0.997	0.792
Validasyon	10	(3-2-4-1)	0.902	2.631	1.758
Eğitim	20	(3-2-5-1)	0.987	0.813	0.598
Test	20	(3-6-1)	0.992	1.094	0.879
Validasyon	20	(3-2-6-1)	0.942	2.000	1.236
Eğitim	50	(3-6-1)	0.976	0.726	0.603
Test	50	(3-5-1)	0.980	1.166	0.994
Validasyon	50	(3-2-2-1)	0.979	0.956	0.776
Eğitim	100	(3-6-1)	0.974	0.748	0.612
Test	100	(3-2-4-1)	0.966	1.231	0.992
Validasyon	100	(3-2-5-1)	0.968	1.050	0.834
Tokat					
Eğitim	5	(3-6-1)	0.988	1.057	0.819
Test	5	(3-5-1)	0.988	1.079	0.879
Validasyon	5	(3-5-1)	0.984	1.216	0.947
Eğitim	10	(3-5-1)	0.989	0.905	0.687
Test	10	(3-5-1)	0.989	1.023	0.833
Validasyon	10	(3-6-1)	0.984	1.191	0.910
Eğitim	20	(3-2-5-1)	0.987	0.949	0.761
Test	20	(3-6-1)	0.987	1.353	1.115
Validasyon	20	(3-4-1)	0.985	1.431	1.169
Eğitim	50	(3-4-1)	0.902	1.695	1.225
Test	50	(3-2-4-1)	0.976	1.104	0.888
Validasyon	50	(3-2-1)	0.854	2.305	1.567
Eğitim	100	(3-6-1)	0.991	0.729	0.548
Test	100	(3-4-1)	0.990	0.853	0.663
Validasyon	100	(3-4-1)	0.941	2.004	1.191
Amasya					
Eğitim	5	(3-2-6-1)	0.990	0.914	0.712
Test	5	(3-2-6-1)	0.986	1.354	1.136
Validasyon	5	(3-2-6-1)	0.880	3.433	1.708
Eğitim	10	(3-2-3-1)	0.989	0.942	0.733
Test	10	(3-5-1)	0.987	1.320	1.101
Validasyon	10	(3-2-4-1)	0.879	3.454	1.683
Eğitim	20	(3-6-1)	0.989	0.888	0.674
Test	20	(3-2-6-1)	0.987	1.192	0.992
Validasyon	20	(3-6-1)	0.883	3.222	1.661
Eğitim	50	(3-6-1)	0.989	0.759	0.569
Test	50	(3-2-5-1)	0.986	1.021	0.841
Validasyon	50	(3-4-1)	0.990	1.277	1.064
Eğitim	100	(3-2-4-1)	0.989	0.959	0.768
Test	100	(3-2-6-1)	0.986	1.098	0.893
Validasyon	100	(3-2-6-1)	0.927	2.532	1.353
Ordu					
Eğitim	5	(3-2-5-1)	0.992	0.727	0.561
Test	5	(3-2-6-1)	0.990	0.812	0.637
Validasyon	5	(3-5-1)	0.941	1.992	1.171
Eğitim	10	(3-2-6-1)	0.993	0.612	0.479
Test	10	(3-5-1)	0.990	0.740	0.583
Validasyon	10	(3-2-5-1)	0.935	1.933	0.993
Eğitim	20	(3-5-1)	0.992	0.625	0.488
Test	20	(3-2-6-1)	0.990	0.748	0.594
Validasyon	20	(3-2-4-1)	0.935	1.927	1.008
Eğitim	50	(3-4-1)	0.978	0.655	0.500
Test	50	(3-2-1)	0.976	0.751	0.611
Validasyon	50	(3-4-1)	0.973	0.951	0.755
Eğitim	100	(3-5-1)	0.988	1.012	0.764
Test	100	(3-6-1)	0.986	1.457	1.230
Validasyon	100	(3-2-4-1)	0.877	3.514	1.777

Çizelge 3.İllerin katmanlarına ait en iyi model ve modellerin performans değerleri (devamı)

Veri seti	Derinlik (cm)	En iyi YSA mimarisi	Çorum		
			R <sup>2</sup>	RMSE	MAE
Eğitim	5	(3-5-1)	0.989	0.949	0.755
Test	5	(3-5-1)	0.986	1.080	0.873
Validasyon	5	(3-5-1)	0.928	2.347	1.250
Eğitim	10	(3-6-1)	0.989	0.894	0.720
Test	10	(3-2-4-1)	0.987	1.026	0.825
Validasyon	10	(3-2-4-1)	0.925	2.291	1.227
Eğitim	20	(3-6-1)	0.944	0.866	0.684
Test	20	(3-2-6-1)	0.985	1.026	0.830
Validasyon	20	(3-5-1)	0.926	2.068	1.137
Eğitim	50	(3-5-1)	0.944	0.778	0.598
Test	50	(3-2-6-1)	0.985	0.904	0.733
Validasyon	50	(3-2-5-1)	0.926	0.884	0.719
Eğitim	100	(3-5-1)	0.944	0.655	0.508
Test	100	(3-2-3-1)	0.985	0.750	0.600
Validasyon	100	(3-2-6-1)	0.926	0.906	0.734

### Kaynakça

- Aslay, F., & Özen Ü. (2013). Meteorolojik parametreler kullanılarak yapay sinir ağları ile toprak sıcaklığının tahmini. *Politeknik Dergisi*, 16(4):139-145.
- Bilgili, M. (2011). The use of artificial neural networks for forecasting the monthly mean soil temperatures in Adana, Turkey. *Tubitak Journal of Agriculture and Forestry*, 35(5):83-93.
- Bilgili, M., Şimşek, E., & Şahin, B. (2010). Ege Bölgesi'ndeki toprak sıcaklıklarının yapay sinir ağları yöntemi ile belirlenmesi. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 30(1):121-132.
- Dohnal, J. (2004). Using of Levenberg-Marquardt method in identification by neural Networks. Student EEICT 2004. Brno: Ing. Zdeněk Novotný CSc, pp. 361-365, ISBN 80-214-2636-5.
- Ekberli, İ., Gülser, Ç., & Özdemir, N. (2005). Toprakların termo-fiziksel özellikleri ve ısısal yayılım katsayısının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):85-91.
- Fausset, L.V. (1994). Fundamentals of neural networks architectures, algorithms and applications. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Ferrari, S., & Jensenius, M. (2008). A constrained optimization approach to preserving prior knowledge during incremental training. *IEEE Trans. Neural Network*, 19(6):996-1009.
- Gerayzade, A.P. (1989). Toprak bitki atmosfer sisteminde enerji döngüsü. *Baku, Elm*, 158 s.
- Haykin, S. (2001). Neural networks -a comprehensive foundation. 2<sup>nd</sup> Edition, Pearson Education, India.
- Kaastra, I., & Boyd, M. (1996). Designing a neural network for forecasting financial and economic time series. *Neurocomputing*, 10(2):215-236.
- Kadioğlu, M. (2009). Küresel iklim değişimi ve Türkiye. *Engineer & the Machinery Magazine*, 593:15-25.
- Karaman, M.Ş., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., & Zengin, M. (2007). Sürdürülebilir toprak verimliliği. Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No:1.
- Khosravi, Z.M.H., Barghinia, S., & Ansarimehr, P. (2006). New momentum adjustment technique for Levenberg-Marquardt neural network used in short term load forecasting. 21<sup>st</sup> International Power System Conference (PSC 2006), Tehran, Iran.
- Mohammed, E.M., Alwahab, S.A., & Warttan, H.A. (2014). Modeling Soil temperature using artificial neural network. 5<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology, 69(3):11-15.
- Özkan, A.İ. (1985). Toprak fiziği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:946, Ders Kitabı: 270.
- Öztekin, T., Öztekin, S., & Oğuz, İ. (2008). Tokat-Kazova koşullarında saatlik toprak sıcaklıklarının periyodik sinüs dalga eşitliği ile tahmini. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1):55-60
- Sekendur, F., Ünlükara, A., & Cemek, B. (2018). Kayseri ili günlük referans evapotranspirasyonunun (Eto) yapay sinir ağlarıyla tahmin edilmesi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 1(1):25-37.
- Wilamowski, B.M., & Yu, H. (2010). Improved computation for Levenberg-Marquardt training. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 21(6):930-937.

## Ekinezya (*Echinaceae purpurea* L.) bitkisinde tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin araştırılması

Alya KARA<sup>1</sup> Murat TUNÇTÜRK<sup>1</sup> Rûveyde TUNÇTÜRK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü, Van

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ruveydetunckturk@yyu.edu.tr

ORCID: 0000-0002-3759-8232

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):199-206  
doi: 10.16882/derim.2019.537609

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 08.03.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2019



### Öz

Araştırma, ekinezyada (*Echinaceae purpurea* L.) 150 mM dozunda farklı tuz kaynakları (NaCl, KCl ve CaCl<sub>2</sub>) ve deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı dozlarının (kontrol, 2, 4 ve 6 cc l<sup>-1</sup>) büyüme parametreleri ile biyokimyasal değişiklikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak kontrollü iklim odasında yürütülmüştür. Denemede, ekinezyanın yaprak alanı, klorofil miktarı, yaprak dokularında iyon sızıntısı, malondialdehit düzeyi (MDA), yaprak dokularında bağıl su içeriği ve membran dayanıklılık indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Çalışmada, tuz stresinin bitkinin yaprak alanını, yaprak dokularında bağıl su içeriğini, membran dayanıklılık indeksi ve klorofil miktarını azalttığı; MDA seviyesi ile yaprak dokularında iyon sızıntısını arttırdığı belirlenmiştir. Deniz yosunu uygulamaları ile MDA seviyesi ve yaprak dokularında iyon sızıntısı dışında incelenen tüm parametreler önemli seviyede artmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Deniz yosunu; Tuz stresi; *Echinaceae purpurea* L.

### Investigation of the effects on some physiological parameters of salt stress and seaweed applications in echinacea (*Echinaceae purpurea* L.) plant

#### Abstract

Research was carried out to determine the effects of different salt sources (control, NaCl, KCl and CaCl<sub>2</sub>) at the 150 mM dose and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract concentrations (control, 2, 4 and 6 cc l<sup>-1</sup>) on growth parameters with biochemical changes in Echinacea (*Echinaceae purpurea* L.). The factorial experiment based on completely randomized design performed in growth chamber conditions with four replicates. In experiment, parameters such as leaf area, chlorophyll content, ion leakage in leaf tissues, MDA levels, relative water content in leaf tissues and membrane endurance index were investigated. In study, it was determined that salt stress decreased leaf area, chlorophyll content, membrane endurance index, relative water content in leaf tissues; MDA levels with ion leakage in leaf tissues were increased. All of the investigated parameters increased significantly except for MDA level and ion leakage in leaf tissues due to seaweed applications.

**Keywords:** Seaweed; Salt stress; *Echinaceae purpurea* L.

### 1. Giriş

Tıbbi bitkilerde kullanılan bitki kısımları türlere göre değişmektedir. Bazı türlerde tüm herba bazılarında kök, çiçek, yaprak gibi özel bitki kısımları kullanılmaktadır. Ekinezya, türlere bağlı olarak toprak üstü ve toprak altı kısımları kullanılan tıbbi bitkilerden olup, drog kalitesi bitki üzerindeki kısımlara göre (yaprak, çiçek, gövde) değişmektedir. Bitkinin pazarı, kullanım amaçlarına göre tüm bitki herbası olacağı gibi, sadece yaprak, çiçek, kök gibi özel kısımlarını talep eden alıcılar da bulunmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerden en etkin bir şekilde

yararlanılması amacıyla kaliteye önem verilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde bitkinin bileşiminde bulunan maddeler kadar miktarları da önemlidir (Percival, 2000). Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirilmesi, hasat zamanı, kurutulması, ekstraksiyonu gibi aşamalar ve bitkinin biyoaktif bileşenlerinin daha çok nerede bulunduğunu tespit etmek önemlidir. Ekinezya'nın içerdiği biyoaktif bileşenlerin çeşidi ve miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörler; bitkinin türü, hasat zamanı, bitkinin kullanılan kısmı, proses yöntemi olarak özetlenebilir (Percival, 2000; Perry vd., 2001).

Tuzluluk stresi kültür bitkileri açısından çevresel bir stres faktörü olup, kimyasal stres grubuna girmektedir. Yetiştirme ortamının tuz yönünden sorunlu olması birçok olumsuz etkiyi de beraberinde getirir. Bu olumsuz etkiler; enzim aktivasyon bozukluğu, besin dengesizliği, membran işlev bozukluğu, genel metabolik süreçte aksamalar, ozmotik uyumsuzluk ve su alımında dengesizlik, oksidatif stres ve genel gelişim yetersizliği olarak sıralanabilir (Orcutt ve Nilsen, 2000). Tuz stresi altındaki bitkilere dışarıdan uygulanan Ca, K veya P içeren bileşiklerin, bitkinin yaprak ve köklerinde Na ile rekabete girerek alınımını azalttığı ve bitki bünyesinde Ca, K ve P iyonlarının strese karşı koyabilecek yeterli düzeylere ulaşmasıyla birlikte bitkinin strese karşı koyabilme kapasitesinin de arttığı bazı çalışmalarla mevcuttur (Hasegawa ve Bressan, 2000; Kaya vd., 2001; Kaya ve Higgs, 2003). *Echinacea purpurea*'nın yaz dönemlerinde tuzluluğa karşı dayanıklılığının düşük olduğu ancak sonbahar döneminde artan tuzluluk seviyelerinde kabul edilebilir büyüme gösterdiği yapılan bir araştırma (Niu ve Rodriguez, 2006) ile ortaya konulmuştur. Ayrıca CaCl<sub>2</sub> ve NaCl içeren farklı tuzluluk seviyelerinde *E. purpurea*'nın düşük sıcaklık ve düşük ışık yoğunluğu dönemlerinde tuzluluğa karşı orta seviyede dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiş (Zollinger vd., 2007) olup, ekinezyada NaCl tuzluluğunun bitki büyümesini azaltırken, köklerdeki klorojenik asit ve klorik asitlerin birikimini arttırdığı da belirtilmiştir (Montanari vd., 2008).

Deniz yosunları tuzlu su ve deniz çevrelerinde yetişen makro alglerdir (White ve Keleshian, 1994). Makro algler günümüzde gıdadan kozmetiğe, tıptan eczacılığa kadar birçok alanda çok çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Makro alglerin kullanımıyla ilgili en eski bilgiler M.Ö. 2700 yıllarına rastlamakta olup Çinli Shen-Nung'un "Materia Medica" adlı eserinde yer almaktadır. Shen-Nung'a göre, eski medeniyetlerde Yunanlı Dioscorides algleri ilaç olarak kullanmıştır. Romalılar ve Mısırlılar tarafından kozmetik amaçlı, Orta Çağ'dan bu yana, Uzak Doğu ülkelerinde gıda, Avrupa ülkelerinde de gübre olarak kullanıldığı bilinmektedir (Sukatar, 2002). Makro algler tüketici organizmalara besin olarak katkı sağladıkları gibi, suda yaşayan canlılara üreme ve barınma ortamı da oluşturmaktadırlar. Yeşil (*Chlorophyta*), kırmızı (*Rhodophyta*) ve kahverengi algler (*Phaeophyta*) makro alglerin

yer aldığı alg gruplarıdır. Protein, mineral ve vitamin içeriği yönünden değerli bir besin kaynağı olmaları nedeniyle makro algler insanlar tarafından da uzun yıllardır gıda olarak kullanılmaktadır (Fleurence, 1999; Wong ve Cheung, 2000; Subba vd., 2007). Yosunlar makro ve mikro besin maddelerinin yanı sıra, sitokinin, giberellinler ve oksinler gibi birçok büyüme hormonu içermektedir. Yosun ekstrelerinin tohum çimlenme ve gelişimi ile besin alınımını arttırdığı, donma direnci kazandırdığı ve bitkilerin fitopatolojik mantarlara ve böcek zararlılarına karşı daha iyi direnç sağladığı bilinmektedir (Kumar vd., 2012). Alg ve alg ekstraktlarının bünyesinde bulunan organik asit ile topraktaki metal iyonlarının kombinasyonları sonucu molekül ağırlığı yüksek kompleksler oluşturmakta ve bu kompleksler nem absorbe ederek şişmekte ve toprağın nemli kalmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla toprağın daha iyi havalanması sağlanmaktadır buna bağlı olarak da topraktaki mikroorganizma ve toprak gözeneklerinin aktivitesi artarak bitki köklerinin büyümesi hızlanmaktadır (Eyras vd., 1998). Kahverengi yosun ekstraktlarının kimyasal bileşenlerinin ve fizyolojik etkilerin büyük ölçüde bitki büyümesini teşvik eden etkileri ve tuzluluk, aşırı sıcaklıklar, besleyici eksikliği gibi abiyotik streslere karşı toleransı üzerindeki iyileştirici etkileri nedeniyle bahçe bitkilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Battacharyya vd., 2015). Deniz yosunu ekstraktı ile bitkinin stres faktörlerine karşı dayanıklılık gösterdiği; kök gelişiminin teşvik edildiği (Matsiyak vd., 2011), fide büyüme ve gelişiminde (Kamaladhasan ve Subramanian, 2009) artışların sağlandığı belirlenmiştir. Bu çalışmada; farklı tuz kaynaklarının neden olduğu tuz stresi koşullarında ekinezya bitkisine deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Deneme, 2018 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait kontrollü iklim odasında yürütülmüştür. Araştırmada tohumluk materyali olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) tohumları kullanılmıştır.

## 2.2.Yöntem

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre faktöriyel düzende 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, dört farklı deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı dozu (0, 2, 4 ve 6 cc l<sup>-1</sup>) ve 150 mM dozunda 3 farklı tuz kaynağı (kontrol, NaCl, KCl ve CaCl<sub>2</sub>) kullanılmıştır (Samfield vd., 1991; Niu ve Rodriguez, 2006; Zollinger vd., 2007; Montanari vd., 2008).

Bitkiler üzerinde yaratılan bu stresin deniz yosunu ekstraktı tarafından ne ölçüde önlebileceğini gözlemek amacıyla yaprak yüzeyine deniz yosunu ekstraktı sisleme şeklinde uygulanmıştır. Deniz yosunları, hemen hemen tüm makro ve mikro besin elementlerini yapısında bulunduran ve tarımda da kullanılabilen; okyanuslarda, denizlerde ve tatlı sularda yaşayan basit bir su bitkisidir. Araştırmada, ekinezya tohumları viyollere ekilerek ve 4-5 adet gerçek yaprağa sahip oldukları fide döneminde 1/3 torf, 1/3 perlit ve 1/3 toprak karışımı ile doldurulan 500 cc'lik plastik bardak saksılara dikilmişlerdir. Her saksıya viyollerden alınan birer fide dikilmiştir. Dikimden sonra saksılar 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık %65 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir.

Bitkiler ekimden itibaren Hogland besin solüsyonu ile gün aşırı olmak kaydı ile sulanmıştır. 1000 ml Hoagland besin çözeltisi içeriğinde; 1.0 g KNO<sub>3</sub>, 0.5 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0.25 g NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.5 g MgSO<sub>4</sub>, 0.003 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0.0015 g MnCl<sub>2</sub>, 0.0001 g CuSO<sub>4</sub>, 0.0001 g H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 0.0006 g C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>, 0.0003 g FeSO<sub>4</sub> ve 0.0003 g ZnSO<sub>4</sub> bulunmaktadır. Bu elementler 1000 ml distile su içerisinde manyetik karıştırıcı vasıtasıyla çözülmüş ve elde edilen çözelti steril ortamda muhafaza edilmiştir. Bitkiler belirli bir olgunluğa geldiklerinde (28. gün) tuz stresi uygulamalarına başlanmıştır. Sulama suyu olarak farklı tuz kaynaklarından 150 mM dozunda hazırlanan solüsyon besin çözeltisine ilave edilmek suretiyle uygulama yapılmıştır. Tuz stresi uygulamalarından 1 hafta sonra (33 gün) deniz yosunu ekstraktı uygulamalarına başlanmıştır.

Bitkilerde fizyolojik sorunlar belirdiğinde gerekli analizler yapılmak üzere 49. günde deneme sonlandırılmıştır. Bitkiler kökleriyle birlikte bütün olarak çıkartılarak kökler ayrıldıktan sonra yeşil

aksamdan kesitler alınıp -80°C'de saklanmıştır. Yaprak alanı, Easy Leaf Area programı kullanılarak, klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile bağlı (oransal) su içeriği Arora vd., (2002)'in yöntemine göre, yaprak dokularında iyon sızıntısı ve membran dayanıklılık indeksi ise Premchandra vd., (1990); ve Sairam, (1994) yöntemlerine göre belirlenmiştir.

Ayrıca çalışmada Malondialdehit miktarı (MDA); bitkiden alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml %20'lik TCA içerisinde çözülmüş %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 g'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra süpernatant kısmınının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenip aşağıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır (Heath ve Packer, 1968; Sairam ve Saxena, 2000). Araştırma sonucunda elde edilen veriler faktöriyel düzende kurulan Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel hesaplamalar COSTAT (6.3 versiyonu) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi' ne göre belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı tuz uygulamaları, deniz yosunu uygulamaları ve Tuz (T) x Deniz Yosunu (DY) interaksyonunun yaprak dokularında bağlı su içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek değer %90.4 ile kontrol grubundan, en düşük değer ise %47.7 olarak KCl tuzundan elde edilmiştir. Tuz stresi uygulamaları, ekinezyanın yaprak dokularında bağlı su içeriğinin azalmasına sebep olmuştur (Çizelge 1).

Nguyen vd., (2005), tuz stresi koşullarında yetiştirilen çeltik bitkisinin yaprak dokularında nisbi nem içeriğinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacı sonuçları ile çalışma bulgularımız uyum içerisinde.

Çizelge 1. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının yaprak dokularında bağıl su içeriğine etkisi (%)

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	65.1 bc	60.4 bd	108.0 a	128.0 a	90.4 a
NaCl	57.3 bd	76.4 b	42.3 cd	57.6 bd	58.4 bc
KCl	61.3 bc	57.3 bd	27.8 d	44.5 bd	47.7 c
CaCl <sub>2</sub>	60.1 bd	77.2 b	68.8 bc	76.1 b	70.5 b
Ortalama	60.9 b	67.8 ab	61.7 ab	76.6 a	
CV (%)	25.5				

Tuz kaynakları (T): \*, Deniz yosunu (D):\*\*, Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):\*\*  
\* ve \*\*, sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 2. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının MDA içeriğine etkisi (nmol g<sup>-1</sup>)

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	0.46 d	0.24 fh	0.22 fh	0.14 h	0.26 b
NaCl	1.14 a	0.89 b	0.75 c	0.28 eg	0.76 a
KCl	0.22 fh	0.15 gh	0.14 h	0.13 h	0.16 c
CaCl <sub>2</sub>	0.38 de	0.32 ef	0.16 gh	0.14 h	0.25 b
Ortalama	0.55 a	0.40 b	0.32 c	0.17 d	
CV (%)	15.5				

Tuz kaynakları (T): \*\*, Deniz yosunu (D):\*\*, Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):\*\*  
\*\*, 0.01 düzeyinde önemli

Deniz yosunu uygulamaları bakımından, en yüksek yaprak dokularında bağıl su içeriği değeri %76.6 ile 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamasından, en düşük değer %60.9 olarak kontrol grubundan elde edilmiştir. Deniz yosunu uygulamalarının, yaprak dokularında bağıl su içeriği değerlerini arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışmada tuz kaynakları ile deniz yosunu interaksyonu bakımından yaprak dokularında en fazla bağıl su içeriği değeri (%128.0) tuz stresinin uygulanmadığı 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamalarından elde edilirken, 4 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamaları arasında istatistiksel farklılığın olmadığı aynı Duncan grubunda yer aldığı belirlenmiştir. En düşük değer ise %27.8 ile KCl tuz uygulamalarında ve 4 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamalarından elde edilmiştir. Ekinezyada MDA içeriği bakımından farklı tuz kaynakları ve deniz yosunu uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Aynı zamanda T x DY interaksyonu da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En fazla MDA birikimi (0.76 nmol g<sup>-1</sup>) NaCl tuzundan, en az MDA birikimi ise 0.16 nmol g<sup>-1</sup> KCl tuzundan tespit edilmiştir.

Deniz yosunu uygulamalarının MDA birikimi üzerindeki etkisi kontrol ile kıyaslandığında azaltıcı yönde olmuştur (Çizelge 2). En fazla MDA birikimi (0.55 nmol g<sup>-1</sup>) kontrolden, en az MDA değeri (0.17 nmol g<sup>-1</sup>) ise 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu dozundan elde edilmiştir. T X DY interaksyonunda en fazla MDA birikimi

(1.14 nmol g<sup>-1</sup>) deniz yosununun uygulanmadığı NaCl tuz uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer 0.13 nmol g<sup>-1</sup> olarak KCl tuzu ile oluşturulan tuz stresi ve 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak, aynı tuz kaynağında 4 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamaları ile kontrol ve CaCl<sub>2</sub> tuzu kullanılarak oluşturulan tuz stresinde 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. [Sairam ve Srivastava \(2002\)](#), buğday bitkisinde uzun süre uygulanan tuz dozlarının MDA içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. [Yaşar \(2003\)](#), farklı patlıcan genotiplerinde tuz stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmada; tuza toleransı yüksek patlıcan genotiplerinin yaprak dokularında MDA miktarının; duyarlı genotiplere nazaran daha düşük olduğunu, [Yıldırım vd., \(2004\)](#), asmada NaCl ile oluşturdukları tuz stresinde MDA içeriğinin önemli derecede arttığını tespit etmişlerdir. Abiyotik stres koşullarında lipid peroksidasyonu sonucu MDA birikiminin gerçekleştiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur ([Sairam ve Saxena, 2000](#); [Güneş ve Aktaş, 2008](#); [Rodriguez vd., 2010](#)). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bulgularımızla uyumludur.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine tuz stresi, deniz yosunu ve T x DY interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ekinezyada farklı tuz kaynakları uygulamaları sonucundan elde edilen en yüksek yaprak dokularındaki iyon sızıntısı oranı %82.9 ile NaCl

tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak diğer tuz kaynakları ile istatistiksel olarak farklılığın olmadığı aynı Duncan grubunda yer aldığı görülmektedir (Çizelge 3). En düşük iyon sızıntısı miktarı ise %63.9 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Stres koşullarında iyon sızıntısının önemli düzeyde artması, membran bütünlüğünü bozan oksidatif hasarı yansıtmaktadır ve bu nedenle membranda yer alan hücresel işlevlerde de bozulmalara neden olmaktadır (Assaha vd., 2016). Çizelge 3 incelendiğinde, kontrol uygulamalarına göre tuz stresi uygulanan bitkilerde yaprak dokularındaki iyon sızıntısının arttığı görülmektedir. Elde edilen araştırma sonuçlarına benzer olarak Lutts vd. (1996), tuz stresindeki çeltik bitkisinde iyon sızıntısının kontrole nazaran yüksek değerlere ulaştığını bildirmişlerdir.

Deniz yosunu uygulamaları sonucunda bitki yaprak dokularındaki iyon sızıntısının en yüksek değeri %80.5 ile kontrol grubundan elde edilirken, en düşük değer %73.4 ile 2 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu dozundan elde edilmiştir. T x DY interaksyonu bakımından yaprak dokularında en fazla iyon sızıntısı %97.5 ile CaCl<sub>2</sub> tuz stresinde, deniz yosunu uygulanmayan kontrol uygulamalarından elde edilirken, en az iyon sızıntısı (%42.3) tuz stresinin olmadığı 4 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3). Maldonado vd. (1997), yulafta ve Liu vd. (2011), asperide stres koşullarında iyon sızıntısı oranının kontrole göre önemli düzeyde

arttığını, Lisar vd. (2012) abiyotik stresin; fotosentez, solunum, taşınım, iyon alınımını, karbohidrat, besin metabolizması ve hormon sentezini etkileyerek bitkilerin büyüme ve gelişimini engelleyebileceğine dair tespit ettikleri sonuçlar ile araştırma bulgularımız uyumludur. Yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi üzerine farklı tuz kaynakları ve deniz yosunu dozlarının etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca T x DY interaksyonu da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresi uygulamaları bakımından söz konusu parametreye ait en yüksek ortalama değer %12.6 ile kontrol parsellerinden elde edilirken, en düşük değer %7.38 ile CaCl<sub>2</sub> tuzundan elde edilmiştir. Sairam ve Srivastava (2002), buğdayda tuz stresinin yaprak membran stabilite indeksi değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Deniz yosunu uygulamaları yönünden en yüksek değer %11.2 ile 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu uygulamalarından, en düşük değer ise %7.75 ile kontrolden elde edilmiştir. Deniz yosunu uygulamalarının yaprak dokularındaki membran dayanıklılık indeksi üzerine etkisi olumlu ve artırıcı yönde olmuştur. Çalışma sonucunda T x DY interaksyonu bakımından elde edilen en yüksek ortalama değer %16.8 ile tuz uygulanmayan kontrol grubundan ve 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu dozu uygulanan parsellerden, en az ortalama değer ise %6.33 ile CaCl<sub>2</sub> tuz stresinde deniz yosununun uygulanmadığı kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının yaprak dokularında iyon sızıntısına etkisi (%)

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	53.8 fg	82.0 bd	42.3 g	77.3 de	63.9 b
NaCl	94.3 ab	76.5 de	79.7 cd	81.3 bd	82.9 a
KCl	76.3 de	59.3 f	92.0 ac	82.7 bd	77.6 a
CaCl <sub>2</sub>	97.5 a	75.6 de	85.1 ad	64.7 ef	80.7 a
Ortalama	80.5 a	73.4 b	74.8 ab	76.5 ab	
CV (%)	9.7				

Tuz kaynakları (T): \*\*, Deniz yosunu (D):\*, Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):\*\*

\* ve \*\*, sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksine etkisi (%)

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	10.0 bd	11.1 bc	12.3 b	16.8 a	12.6 a
NaCl	7.58 de	7.83 ce	12.3 b	10.3 bd	9.50 b
KCl	7.06 de	9.43 be	7.52 de	9.72 bd	8.43 bc
CaCl <sub>2</sub>	6.33 e	8.13 ce	7.0 de	8.07 ce	7.38 c
Ortalama	7.75 c	9.12 b	9.77 b	11.2 a	
CV (%)	13.6				

Tuz kaynakları (T): \*\*, Deniz yosunu (D):\*\*, Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):\*\*

\*\* , 0.01 düzeyinde önemli



Çizelge 5. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının yaprak alanına etkisi (cm<sup>2</sup>)

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	27.9 ab	21.9 bd	27.2 ab	31.9 a	27.2 a
NaCl	6.71 f	12.7 ef	19.0 ce	12.6 ef	12.8 d
KCl	26.3 ab	15.5 de	16.5 ce	22.5 bc	20.2 b
CaCl <sub>2</sub>	19.4 a	15.7 a	19.2 a	22.2 a	16.4 c
Ortalama	19.4 a	15.7 a	19.2 a	22.2 a	
CV (%)	19.1				

Tuz kaynakları (T): \*\*, Deniz yosunu (D):\*\*, Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):\*\*

\*\*, 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 6. Ekinezyada tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının toplam klorofil oranına (SPAD) etkisi

Uygulamalar	Dy0	Dy2	Dy4	Dy6	Ortalama
Kontrol	55.2	58.7	54.7	49.8	54.6 a
NaCl	59.3	54.1	55.6	49.8	54.7 a
KCl	52.6	54.8	48.7	50.6	51.7 a
CaCl <sub>2</sub>	41.6	51.1	45.3	45.3	45.8 b
Ortalama	52.2	54.7	51.1	48.9	
CV (%)	12.4				

Tuz kaynakları (T): \*\*, Deniz yosunu (D):Ö.D., Tuz kaynakları x Deniz yosunu (T x DY):Ö.D.

Ö.D. ve \*\*, sırasıyla önemli değil ve 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan uygulamalar sonucunda Ekinezya bitkisinde elde edilen yaprak alanı üzerine farklı tuz kaynakları, deniz yosunu ve T x DY interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresi uygulamalarında en fazla ölçülen yaprak alanı (27.2 cm<sup>2</sup>) kontrolden, en az yaprak alanı değeri ise 12.8 cm<sup>2</sup> ile NaCl tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz uygulamalarının belirgin bir şekilde bitki yaprak alanını azalttığı görülmektedir (Çizelge 5). Yaşar (2003), tuz stresi altındaki bitkilerin stomalarını kapattığını, yaprak alanlarını küçülterek transpirasyon oranını düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Çalışma bulgularımızla paralel olarak, Yakıt ve Tuna (2005), tuz stresi altındaki bitkilerin yaprak alanlarının, tuz uygulanmayan bitkilere kıyasla daha küçük olduğunu, tuz stresinin yaprak alanını olumsuz etkilediğini, Kuşvuran vd. (2011), stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkisinde kontrole göre bitki boyu ve çapı, yaprak sayısı ve yaprak alanında azalmaların olduğunu belirtmişlerdir. T x DY interaksiyonunda belirlenen en yüksek yaprak alanı 31.9 cm<sup>2</sup> ile tuz uygulanmayan ve 6 cc l<sup>-1</sup> deniz yosunu dozu uygulamalarından elde edilmiştir. En az yaprak alanı ortalama değeri ise 6.71 cm<sup>2</sup> olarak NaCl tuz stresinde ve deniz yosununun uygulanmadığı parsellerden tespit edilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda; klorofil oranı üzerine farklı tuz kaynaklarının etkisi istatistiksel olarak önemli, deniz yosunu uygulamalarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur

(Çizelge 6). Farklı tuz uygulamaları sonucunda elde edilen en yüksek klorofil oranı 54.7 olarak NaCl tuz uygulamalarından belirlenirken, CaCl<sub>2</sub> tuz uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük klorofil oranı ise 45.8 ile CaCl<sub>2</sub> tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Sairam ve Srivastava (2002), buğday genotiplerinde tuz stresinin yaprak dokularında toplam klorofil oranını azalttığını, Yakıt ve Tuna (2005), tuz stresi altında bitkinin metabolik faaliyetlerinin aksadığını ve klorofil aktivasyonunun olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Turan ve Aydın (2005), mısırdaki uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça bitki gelişimi ve klorofil içeriğinin azaldığını, Turhan vd. (2006), ayçiçeğinde, Turan vd. (2007), mercimekte artan tuz uygulamalarının toplam klorofil içeriğini kontrole göre önemli miktarda düşürdüğünü bildirmişlerdir. Tuz stresi koşullarında bitkilerin toplam klorofil içeriğinin azaldığına dair bulgularımız ile araştırmacıların tespit ettikleri bulguların uyumlu olduğu kanaatine ulaşılmıştır.

Farklı deniz yosunu uygulamaları sonucunda ekinezya bitkisinin toplam klorofil oranı 48.9 ile 54.7 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Whapham vd. (1993), deniz yosunu ekstraktlarının çim, domates ve hıyar bitkilerinin yapraklarında klorofil miktarını arttırarak yaprakların daha koyu yeşil bir görünümde olmasını sağladığını, El-Sheekh ve El-Said, (2000), bazı yeşil ve kırmızı alglerin uygulanmasıyla bitkinin klorofil miktarının arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacı bulguları ile bu

çalışmadan elde edilen sonuçlar uyum içerisinde olup, sonuçları aşağıdaki gibidir.

#### 4. Sonuç

Tuz stresinin yaprak alanı, yaprak dokularında bağıl su içeriği, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi ve klorofil miktarını azalttığı, MDA oranı ve yaprak dokularında iyon sızıntısı gibi parametrelerde artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında uygulanan deniz yosununun incelenen fizyolojik özellikler üzerinde olumlu yönde etkide bulunduğu ve bitkinin gelişimini arttırdığı tespit edilmiştir. Deniz yosunu uygulamaları ile bitkinin MDA düzeyi ve yaprak dokularında iyon sızıntısı dışında incelenen tüm parametreler üzerindeki etkisi olumlu ve artırıcı yönde olmuştur. Uygulanan deniz yosunu konsantrasyonu arttıkça bitkideki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerde genel olarak artışlar gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; tuz stresi koşullarında yetiştirilen bitkilere, özellikle stresin olumsuz etkileri henüz ortaya çıkmadan deniz yosunu uygulamaları ile söz konusu hasarın en aza indirilmesi yönünden tavsiye edilebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma "Tuz Stresi Altındaki Ekinezya (*Echinaceae purpurea* L.)'da Deniz Yosununun Büyüme Parametreleri ile Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkisi" isimli Alya KARA'nın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmının özeti niteliğindedir.

#### Kaynakça

Arora A., Sairam R.K., & Srivastava, G.C. (2002). Oxidative stress and antioxidative systems in plants. *Current Science*, 82(10): 1227-1238.

Assaha, D.V.M., Liu, L., Ueda, A., Nagaoka, T., & Saneoka, H. (2016). Effects of drought stress on growth, solute accumulation and membrane stability of leafy vegetable, huckleberry (*Solanum scabrum* mill.). *Journal of Environmental Biology*, 37(1):107.

Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196: 39-48.

Düzgüneş O., Kesici, T., Koyuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1021.295-381.

EL-Sheekh, M.M., & El-Said, A. F. (2000). Effect of seaweed extracts on seed germination, seedling

growth and some metabolic processes of faba beans (*Vicia faba*). *Cytobios*,101(396):23-35.

Eyras, M.C., Rostagno, C.M., & Defosse, G.E. (1998). Biological evaluation of seaweed composting. *Compost Science & Utilization*, 6(4):74-81.

Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses, *Trends in Food Science and Technology*, 10(1):25-28.

Güneş, M., & Aktaş, M. (2008). Su stresinde yetiştirilen genç mısır bitkisinde potasyum uygulamasının gelişme ve verim üzerine etkisi. *Öndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2):33-36.

Hasegawa, P.P., & Bressan, R.A. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *The Annual Review of Plant Biology, Plant Molecular Biology*, 51:463-499.

Heath, R.L., & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125(1):189-198.

Kamaladhasan, N., & Subramanian, S.K. (2009). Influence of seaweed liquid fertilizers on legume crop, red gram. *Journal of Basic and Applied Biology*, 3(1-2):21-24.

Kaya, C., & Higgs, D. (2003). Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 26(7):1367-1382.

Kaya, C., Higgs, D., & Kirnak, H. (2001). The effects of high salinity and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 27(3-4):47-59.

Kumar, N. A., Vanlalzarzova, B., Sridhar, S., & Baluswami, M. (2012). Effect of liquid seaweed fertilizer of *Sargassum wightii* G. on the growth and biochemical content of green gram (*Vigna radiata* (L.) R. wilczek). *Recent Research in Science and Technology*, 4(4):40-45.

Kuşvuran, Ş., Daşgan Yıldız H., & Abak, K. (2011). Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3):209-219.

Lisar, S.Y., Motafakkerzad, R., Hossain, M.M., & Rahman, I.M. (2012). Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses, Water Stress (eds:Rahman, I. M. M., Hasegawa, H.) InTech, Croatia,1-14.

Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zheng, Y., Yu, L., & Yang, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of Southwestern China. *Environmental and Experimental Botany*, 71(2):174-183.

Lutts, S., Kinet, J.M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-Induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*,78(3):389-398.

- Maldonado, C.A., Zungga, G.E., Corcuera, L.J., & Alberdg, M. (1997). Effect of water stress on frost resistance of oat leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 38(2):99-107.
- Matsiyak, K., Kaczmarek, Z., & Krawczyk, R. (2011). Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 10(1):33-45.
- Montanari, M., Degl'Innocenti, E., Maggini, R., Pacifici, S., Pardossi, A., & Guidi, L. (2008). Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of *Echinacea angustifolia* DC. *Food Chemistry*, 107(4):1461-1466.
- Nguyen, H.T.T., Shim, I.S., Kobayashi, K., & Usui, K. (2005). Effects of salt stress on ion accumulation and antioxidative enzyme activities of *Oryza sativa* L. and *Echinochloa oryzicola* Vasing. *Weed Biology and Management*. 5(1):1-7.
- Niu, G.H., & Rodriguez, D.S. (2006). Salinity and growing medium affected growth and morphology of *Gaillardia aristata*. *Hortscience*, 41(4):1071-1071.
- Orcutt, D.M., & Nilsen, E.T. (2000). Physiology of plants under stres: soil and biotic factors. John Wiley & Sons., 684.
- Premchandra, G.S., Saneoka, A., & Ogato, S. (1990). Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. *Journal of Agriculture Science*, 115(1):63-66.
- Perry, N.B., Burgess, E.J., & Glennie, V.L. (2001). Echinacea standardization: analytical methods for phenolic compounds and typical levels in medicinal species. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 49(4):1702-1706.
- Percival, S.S. (2000). Use of echinacea in medicine, *Biochemical Pharmacology*, 60(2):155-158.
- Rodriguez, S., Wilhelmi, R., Cervilla, L., Blasco, B., Rios, J., Rosales, A., Romero, L., & Ruiz, J. (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178(1):30-40.
- Sairam, R.K. & Saxena, D.C. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: Possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184(1):55-61.
- Sairam, R.K. (1994). Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32:594-597.
- Sairam, R.K., & Srivastava, G.C. (2002). Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. *Plant Science*, 162(6):897-904.
- Samfield, D.M., Zajicek, J.M., & Cobb, B.G. (1991). Rate and uniformity of herbaceous perennial seed-germination and emergence as affected by priming. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(1):10-13.
- Subba Rao, P.V., Mantri, V.A., & Ganesan, K. (2007). Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*. *Food Chemistry*, 102(1):215-218.
- Sukatar, A. (2002). Alg Kültür Yöntemleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Serisi No: 184, İzmir.
- Turan, M., & Aydın, A. (2005). Effects of different salt sources on growth, inorganic ions and proline accumulation in corn (*Zea mays* L.). *European Journal of Horticultural Science*, 70(3):149-155.
- Turan, M.A., Türkmen, N., & Taban, S. (2007). Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl and K concentrations of lentil plants. *Journal of Agronomy*, 6(2):378-381.
- Yıldırım, O., Aras, S., & Ergul, A. (2004). Response of antioxidant systems to shortterm NaCl stress in grapevine rootstock-1616C and *Vitis vinifera* L. cv. Razaki. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 46:151-158.
- Yaşar, F. (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak İncelenmesi. Doktora Tezi (Basılmamış), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Yakit, S., & Tuna, A.L. (2005). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, K ve Mg'un etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- White, S., & Keleshian, M. (1994). Kuzey İngiltere'nin önemli ekonomik deniz yosunları, University of Maine, University of New Hampshire Sea Grant Marine Advisory Program, MSG-E-93-16.
- Wong, K.H. & Cheung, P.C.K. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part 1-proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*, 71(4):475-482.
- Whapham, C.A., Blunden, G., Jenkins, T., & Hankins, S.D. (1993). Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, 5:231-234.
- Zollinger, N., Koenig, R., Cerny-Koenig, T., & Kjelgren, R. (2007). Relative salinity tolerance of intermountain western United States native herbaceous perennials. *Hortscience*, 42(3):529-534.

## Sahil ve geçit kuşağına uygun tescilli ve yerel nohut çeşitlerinin Batı Akdeniz Bölgesi'nde yazlık ekim verim performanslarının değerlendirilmesi

Çetin SAYILĞAN<sup>1</sup> Mehmet KOCATÜRK<sup>1</sup>

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

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cetin.sayilgan@tarimorman.gov.tr

ORCID:0000-0002-7171-5498

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(2):207-216  
doi: 10.16882/derim.2019.583786

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 28.06.2019  
Kabul Tarihi/Accepted: 25.10.2019



### Öz

Nohut, Batı Akdeniz bölgesinde düşük kaliteli ve kuraklığa maruz kalan arazilerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu çalışma Batı Akdeniz'de 18 tescilli ve 3 yerel nohut genotipinin adaptasyonlarını, verim potansiyelleri ile bazı bitkisel özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Denemeler, Antalya ili Korkuteli-Ulucak ve Aksu'da olmak üzere iki farklı lokasyonda gerçekleştirilmiştir. Tarla denemeleri 2017 ve 2018 yetiştirme sezonunda Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak tesis edilmiştir. Denemede, çıkış gün sayısı, çiçeklenme gün sayısı, fizyolojik olum gün sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal sayısı, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve tane verimi özellikleri tespit edilmiştir. Dekara tane verimi bakımından genotip x çevre etkileşimleri %1 önemlilik seviyesinde farklı bulunmuştur. Çalışmada tane verimi bakımından Çağatay, Sezenbey ve Çakır çeşitlerinin daha stabil olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut; *Cicer arietinum* L.; Kabuli; Stabilité; Agronomik karakterler

### Evaluation of yield performance of some registered and landraces chickpea varieties in the Western Mediterranean Region

#### Abstract

The chickpea is an important field crop for low quality fields and drought enduring in the West Mediterranean Region as a large area. This experiment was conducted in order to determine the adaptation and yield potential and some agronomical characteristics of 18 chickpea varieties and 3 local landraces. The experiments were carried out in two locations in Antalya province Korkuteli-Ulucak and Aksu in randomized block design with four replicates in 2017 and 2018 years. Number of days to emergence, number of days to flowering, number of days to maturity, plant height, first pod height, number of branches and pods per plant, number of seeds per pod, 100 seed weight, seed yield were determined. Genotype x environment interaction was significant at 1% of probability for seed yield. According to yield stability parameters Çağatay, Sezenbey and Çakır were the most stable varieties.

**Keywords:** Chickpea; *Cicer arietinum* L.; Kabuli; Stabilitiy; Agronomical characteristic

#### 1. Giriş

Tüm dünyada olduğu gibi, bizim ülkemizde de nüfus yoğunluğu sürekli olarak artış göstermektedir (TÜİK, 2019; FAO, 2019). Bu durum düzenli ve sağlıklı beslenme açısından protein kaynaklarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Beslenme ihtiyaçlarının giderilmesi de ancak tarımsal üretimin artırılması ile olasıdır. Nohut, tane protein oranının fazla olması nedeni ile ihtiyaç duyulan proteinin karşılanması açısından, yüksek nişasta içeriği ile de enerji kaynağı olması açısından önemli bir baklagildir (Akçin, 1988). Dünyada toplam 14.6 milyon hektar alanda nohut yetiştirilmektedir. Nohut dünyada en fazla üretime sahip 161 tarla bitkisi

içerisinde ekim alanı bakımından 18. ve üretim bakımından 55. sıradadır (FAO, 2019). Türkiye toplam 392 bin ha (FAO, 2019) ekim alanı ile dünyanın 6. büyük nohut üreticisi konumundadır (TÜİK, 2019'da bu değer 514.4 bin ha). Ülkemizde toplam 8.8 milyon dekar (da) baklagil ekim alanı içerisinde 5.1 milyon da ile nohut ilk sıradadır. Toplam üretilen 1.2 milyon tonluk baklagil içerisindeki 630 bin tonluk payı ile de en fazla katma değer sağlayan baklagil bitkisidir (TÜİK, 2019). 2018 yılında ülkesel üretim sahası içerisinde 523 alt havzada tarımsal üretim teşviki alan nohut, deniz seviyesinden en yüksek yaylalara kadar yayılma alanı bulmuş ender bitkilerimizdendir. Batı Akdeniz nohut üretim sahası, uzun yıllar

ülkesel olarak yoğun nohut üretim sahası iken, 2015 yılında ülkesel ekim alanı içerisindeki payı %13.2'lik orana ulaştıktan sonra azalarak 2018 yılında %6.7'lik orana gerilemiştir. Bölgede sertifikalı tohumluk kullanımı başta olmak üzere, *Ascochyta* yanıklığı (*Ascochyta rabiei* Pass. Labr.), yabancı ot ve yanlış yetiştiricilik uygulamaları kaynaklı problemler, bu azalmanın başlıca nedenlerindedir.

Batı Akdeniz'de birim alandan en yüksek tane verimi alınmasına karşın yıllara ve çevrelere göre homojen bir verim dağılımı söz konusu değildir (63 kg da<sup>-1</sup> ile 179 kg da<sup>-1</sup> arasında) (TÜİK, 2019). Nohut bitkisinde bitkisel özellik bakımından, genotip ve çevreye bağlı olarak değişimler (önemli farklar) gözlemlenmekte, bu değişimlerin genotip ve çevre ile bunların etkilerinden meydana geldiği bilinmektedir. Nohut bitkisi için bütün çevrelere uyum sağlayan çeşitlerden bahsedilemeyeceği ve adaptasyon sınırlarının dar bir bitki olduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur (Şehirli ve Özgen, 1988; Singh ve Bejiga, 1990; Özdemir vd., 1999; Bozoğlu ve Gülümser, 2000). Nohut bitkisinin dar adaptasyon yeteneği nedeni ile çeşitlerin adaptasyon sınırlarının genişliği, bölgelere uygun çeşit belirlenmesinde en önemli özelliktir. Bu araştırma çıktıları bölgede yapılacak bilimsel çalışmalar ile bölgede yapılacak ıslah faaliyetlerine, birçok bölgesel yeni veri sağlamaktadır. Üreticilere ve bölgedeki diğer paydaşlara geçit kuşağına tescilli çeşitler ile yerel yaygın çeşitler hakkında karşılaştırmalı bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmanın bölgesel çeşit seçimlerine, bilimsel çalışmalara ve yukarıda sayılan problemlerin çözümlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Denemede 18 tescilli (Akça, Akçin-91, Aksu, Arda, Azkan, Çağatay, Çakır, Dikbaş, Gökçe, Hasanbey, Hisar, Işık-05, İnci, Seçkin, Sezenbey, TAEK-Sağel, Yaşa-05 ve Zuhul) ve 3 yerel çeşit (Aksu Yerel B1, Korkuteli Yerel B2 ve Elmalı Yerel B5) kullanılmıştır. Denemeler iki yıl, iki lokasyon ve dört tekrarlı olarak tesis edilmiştir. Deneme ekimleri, Korkuteli-Ulucak (U) lokasyonunda, 05.05.2017 ve 05.04.2018 tarihlerinde, Antalya-Aksu (A) lokasyonunda ise 11.04.2017 ve 27.03.2018 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemi, ekim derinliği 5-6 cm, sıra üzeri 0.05 m, sıra arası 0.45 m

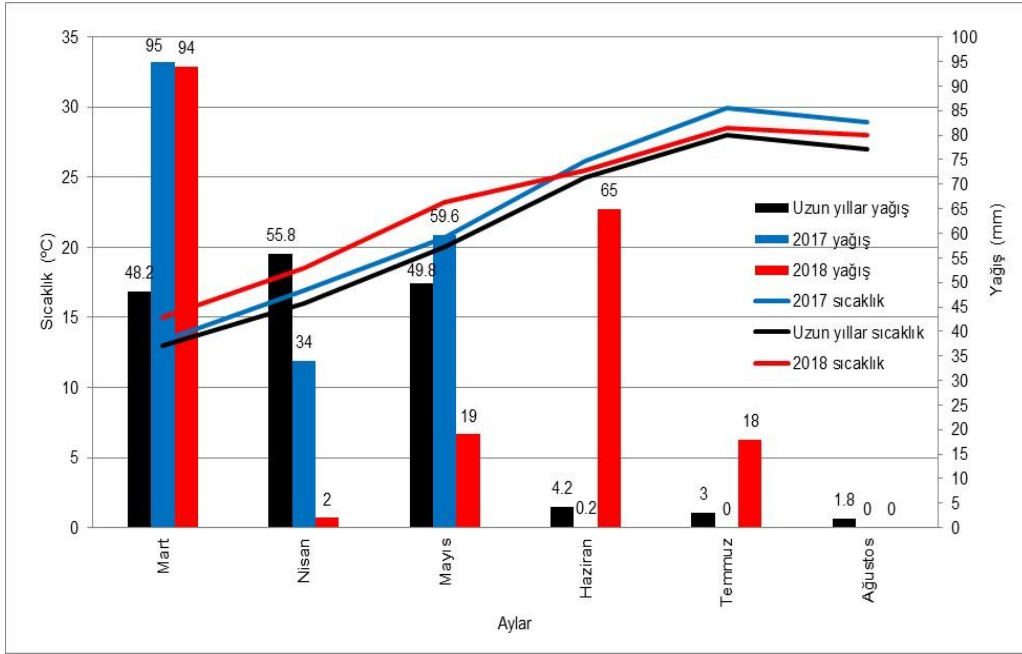
normunda 6 sıra olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Parsel uzunluğu 5.0 m, ekimde parsel alanı 13.50 m<sup>2</sup>, 6.30 m<sup>2</sup> kenar tesiri alındıktan sonra hasat edilen parsel alanı 7.20 m<sup>2</sup>'dir.

Çıkıştan sonra ilk hastalık gözlemleri ile beraber yanıklık hastalığına karşı, Aksu lokasyonunda 15 günde bir 3 ilaçlama ve Ulucak lokasyonunda 1 defa ilaçlama yapılmıştır. Bitki düzeyinde gözlemler "Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'nün" nohut için teknik talimatı temel alınarak yapılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farkların karşılaştırılması Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Yurtsever ve Necdet, 1984; Düzgüneş vd., 1987). Stabilitate analizleri için önce çeşit ve lokasyonları içeren tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar kullanılarak, her bir çeşidin farklı lokasyonlarda aldıkları çeşit değerlerinin loksasyon ortalamaları üzerine regresyonu hesaplanmıştır (Finlay vd., 1963). Her bir çeşidin farklı lokasyonlarda almış olduğu değerlerin lokasyon ortalamaları üzerine olan regresyondan sapma kareler ortalaması belirlenerek kullanılmıştır (Eberhart vd., 1966). Stabilitate parametreleri tespit edildikten sonra deneme ortalaması ile regresyon katsayısını kullanarak geliştirilmiş olan grafik metoduna göre çeşitlerin adaptasyon sınıfları, deneme genel ortalaması ve regresyon hattı için güven sınırları belirlenmiştir (Finlay vd., 1963). Bu parametrelere göre, ortalaması genel ortalamadan yüksek, regresyon katsayısı 1'e eşit, regresyondan sapma varyansı sıfır veya sıfıra yakın olan çeşitler stabil çeşit olarak değerlendirilmiştir.

Denemelerin gerçekleştirildiği Aksu lokasyonu toprak yapısı siltli-killi-tın, hafif-alkali, fazla kireçli ve organik maddece yeter düzeydedir. Ulucak lokasyonu deneme toprak yapısı Killi-tın, çok fazla kireçli, hafif-alkali ve organik maddece yeter düzeydedir (Çizelge 1). Yetiştirme sezonu toplam yağış miktarı 2017 ve 2018 yılında sırasıyla 188.8 mm ve 198 mm olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllar yağış ortalaması 162 mm olarak ölçülmüştür. 2017 yılında ekimlerin yapıldığı Mart ayı içerisinde ve düzensiz olarak gerçekleşen 95 mm yağış bitki çıkışların erken ve homojen olmasına, mayıs ayı içerisinde yağın yağışlar ile de fizyolojik olum dönemine kadar problemsiz bir sezon gerçekleşmiştir (Şekil 1).

Çizelge 1. Lokasyonlara ait toprak analiz sonuçları

Lokasyon	İçerik	pH (1:2.5)	Kireç (%)	EC mic.cm <sup>-1</sup> (25°C)	Kum (%)	Kil (%)	Mil (%)	Organik madde (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Aksu	Tespit	7.5	25.9	225	18	30	52	1.6	3	199	3959	403
Ulucak	Tespit	8.2	32.4	148	26	34	40	2.4	16	470	6162	201



Şekil 1. 2017-2018 yılları gerçekleşen iklimsel veriler ve uzun yıl ortalamaları

Fizyolojik oluma gelen bitkiler aynı yıl Haziran ve Temmuz ayında yağışsız bir sezonda olgunlaşmışlardır. 2018 yılında Mart ayı başında gerçekleşen 94 mm yağış sonrasında ekilen bitkiler, çıkış sezonu ve çiçeklenme boyunca kurak bir sezon geçirmiş, bitki gelişimleri Ulucak lokasyonunda daha fazla olmak üzere bu kurak dönemden olumsuz etkilenmiştir. Stres ortamında büyüyen bitkiler Mayıs sonu ve Haziran ayı içerisinde düşen yağışlarla fizyolojik oluma ulaşmışlardır. 21.5°C olan uzun yıl yetiştirme sezonu sıcaklık ortalaması, 2017 yılında 22.65°C ve 2018 yılında 23.12°C olarak gerçekleşmiştir. Her iki yılda da dönemi değişmekle beraber ortalama sıcaklık değerlerinde değişiklikler yaşanmıştır. 2018 ve 2017 yılında tüm sezon boyunca uzun yıl ortalamaları üzerinde sıcaklık yaşanmıştır. Ancak 2017 yılı bitki yetiştirme sezonunda yağışların düzensiz olması nedeni ile fizyolojik olum evresine kadar bitki gelişimlerini etkilememiştir. Fizyolojik olum sonrasındaki kuraklık ve yüksek sıcaklık etkisi Haziran ayının sonuna doğru bitki gelişimini hızlandırmış ve daha çabuk olgunlaştırmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Çıkış gün sayısı

Aksu lokasyonunda 2017 yılında 9.0 ile 11.8 günde tamamlanan çıkış gün süreleri, 2018 yılında 10 ile 13 gün arasında tamamlanmıştır. Ulucak lokasyonunda 2017 yılında 11 ila 16 günde tamamlanan çıkış gün süresi, kuraklığın etkisindeki 2018 yılında 11.8 ile 20.3 günde tamamlanmıştır. Birleştirilmiş ortalama değerlere göre çeşitlere ait çıkış gün süreleri 11.4 ile 14.3 gün arasında tamamlanmıştır (Çizelge 2). Akça çeşidi 11.4 gün ve Arda çeşidi 11.5 gün ile çıkış gün süresini en erken tamamlayan çeşitler olmuştur. Elmalı ve Aksu yerel çeşitleri ile Yaşa05 ve Aksu çeşitleri sırası ile 14.3 gün, 13.1 gün ile 13.3 gün ve 13.5 gün ile en geç çıkış gün süresini tamamlayan çeşitler olmuştur. Elde edilen %50 çıkış gün süreleri, Karaköy ve Gülcan (2008)'de (35.1-36.5 gün) Çukurova'da, Mühür ve Anlarsal (1996)'da yine Çukurova'da (13-26 gün) tespit ettikleri çıkış gün süresinden daha erken tamamlanmıştır.

Çizelge 2. Gözlemlenen özelliklere ait bazı ortalamalar

No	Çeşit	ÇG <sup>x</sup>	ÇGS	FO	BB	İBY	BDS	BBS	BTS	100TA	Nem
1	Hasanbey	12.5	49.8	95.1	52	23.1	9.94	20.9	1.05	38.9	14.1
2	İnci	12.0	55.3	92.0	51	23.6	12.7	17.6	1.06	32.5	14.7
3	Aksu	13.5	50.6	91.6	48	21.8	10.1	19.8	1.12	42.1	14.4
4	Seçkin	12.1	53.4	89.6	48	24.1	10.9	26.3	1.00	36.9	13.7
5	Gökçe	12.1	45.5	95.4	49	21.9	9.44	17.6	1.14	41.3	13.9
6	Dikbaş	11.8	47.6	94.0	50	24.5	11.4	21.1	1.08	39.1	14.2
7	Akçin91	12.4	55.6	94.2	52	24.7	10.8	16.8	1.25	37.4	14.2
8	Çakır	12.2	47.7	91.0	52	23.4	12.2	32.4	1.18	42.2	14.2
9	Işık05	12.1	45.8	91.6	51	23.2	11.2	23.8	1.34	44.1	14.0
10	Akça	11.4	47.1	93.2	56	24.4	10.4	19.6	1.26	44.8	14.2
11	Hisar	12.0	54.4	94.6	61	30.9	17.6	27.3	1.21	37.1	13.5
12	Yaşa05	13.3	45.1	92.8	53	24.2	13.1	31.3	1.13	37.5	14.7
13	Azkan	12.1	51.9	89.9	54	25.1	12.3	28.8	1.03	40.6	14.6
14	Çağatay	11.6	46.4	91.4	52	25.8	17.6	30.6	0.96	42.2	14.2
15	Sezenbey	12.9	45.6	93.3	51	24.6	13.3	28.8	1.02	41.8	14.3
16	Zuhal	12.8	48.8	93.1	53	24.8	12.3	23.4	0.98	43.2	13.7
17	Arda	11.5	53.6	93.2	54	27.6	12.3	25.3	1.17	37.3	15.2
18	TAEK-Sağel	12.0	50.8	95.9	48	25.3	11.4	16.1	1.22	37.2	13.9
19	B1	13.1	45.0	98.6	43	20.8	10.7	14.1	1.15	41.2	14.3
20	B2	12.1	53.8	97.8	42	21.3	11.0	13.4	0.94	31.1	14.1
21	B5	14.3	47.4	97.8	42	21.3	11.0	17.7	0.89	31.4	13.3
LSD <sub>(0.001)</sub>		1.69	3.6	4.06	3.27	1.6	1.8	4.6	0.18	0.96	öd
Yıl		**	**	*	**	**	**	**	**	**	öd
Yer		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Tekerrür		**	**	öd	**	**	*	**	öd	**	**
Çeşit		**	**	**	**	**	**	**	**	**	öd
Çeşit*yıl		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Çeşit*yer		**	**	**	**	**	**	**	**	**	öd

\* : p< 0.05 önemlilik seviyesinde fark, \*\* : p< 0.01 önemlilik seviyesinde fark, öd: Önemli değil.

<sup>x</sup> %50 çıkış gün sayısı (ÇG) (gün), çiçeklenme gün sayısı (ÇGS) (gün), fizyolojik olum gün sayısı (FO) (gün), bitki boyu (BB) (cm), ilk bakla yüksekliği (İBY) (gün), bitkide dal sayısı (BDS) (adet), bitkide bakla sayısı (BBS) (adet), baklada tane sayısı (BTS) (adet), 100 tane ağırlığı (100 TA) (g) ve hasat tane nemi (Nem) (%)

Çevresel etkiler uygun olsa bile çıkış gün sürelerindeki farklılık çeşit özelliklerinden de kaynaklanabilmektedir. Nohudun çıkış süresine genotipik karakterlerde var olan çimlenme gücü ve sürme hızı ile çevre faktörlerinin (toprak sıcaklığı, besin elementi miktarı ve nem) etki ettiği bilinmektedir (Saxena vd., 1983). Antraknoz yanıklığı hastalığından kaçınmak için yazlık ekimleri yapılan nohut çeşitlerinde, ekim derinliği, ekim zamanı, ilkbahar yağışlarının yetersiz olması, toprak nemi yetersizliği gibi faktörler, nohut tanesinin çimlenmesi ve çıkış gün süresi üzerinde etkilidir. Materyal olarak kullanılan tüm çeşitlerin çıkış gün süresi ortalamaları performansı bakımından bölge de yetiştirilen mevcut Elmalı yerel çeşidinden üstün olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Çiçeklenme gün sayısı

Birleştirilmiş ortalama değerlere göre çeşitlere ait çiçeklenme gün sayısı 45 ile 55,6 gün arasında değişmiştir. B1, Sezenbey, Yaşa05, Işık05 ve Gökçe çeşitleri çiçeklenmelerini erken

tamamlayan grupta yer almıştır (Çizelge 2). Çiçeklenme gün sayısı erkencilik hakkında fikir vermektedir (Tekatlı vd., 2017). Dolayısı ile yazlık ekimlerde olgunlaşma döneminde olabilecek yüksek sıcaklık etkisinin verimde meydana getirebileceği kayıpların azaltılması açısından önemli bir özelliktir. Ülkemizdeki yapılan araştırmalarda çiçeklenme gün sayısı, Çukurova'da 101.89-109.33 gün (Mart vd., 2005), Çukurova'da 119-124 gün (Karaköy ve Gülcan, 2008), Antalya'da 54.5 gün (Çancı ve Toker, 2009), Eskişehir'de 51-59.33 gün (Bıçaksız, 2010), Çukurova'da 84.6-99.0 gün (Karaköy, 2011) olarak bildirilmiştir. Bu araştırmada, Çancı ve Toker (2009)'ün yılındaki çalışmaları ile benzer gün sayısında tespit edilirken, Adana'da, Çukurova'da belirlenmiş olan çiçeklenme gün sayılarından daha erken sürede tamamlanmıştır. Türkiye'de yazlık ekilen nohutun çiçek açma dönemleri yüksek sıcaklık yaşandığı yağışsız dönemlere rastlaması, verim düşüklüğünün en önemli nedeni olarak gösterilmektedir (Topalak ve Ceyhan, 2016). Çiçeklenme gün sayısının kısalığı, yağışsız

dönemlerden kaçınmak ve erken ekim ile bakla doldurmayı yağışlı döneme denk getirilmesinin (Karakan Kaya, 2014) sağlanması açısından önemli bir özelliktir.

### 3.3. Fizyolojik olum gün sayısı

Aksu lokasyonunda fizyolojik olum gün sayısı 2017 yılında 87.0 ile 89.5 gün arasında değişmiştir (Çizelge 2). Aynı yıl Ulucak lokasyonunda fizyolojik olum gün sayısı 94 ile 103.9 gün arasında belirlenmiştir. 2018 yılında çeşitler fizyolojik olum gün sayısını Aksu lokasyonunda 77 ile 86.7 gün, Ulucak lokasyonunda ise 93 ile 118.3 günde tamamlamışlardır. Birleştirilmiş değerlere göre çeşitler 2017 yılında Aksu lokasyonunda ortalama 88.2 günde, Ulucak lokasyonunda ortalama 99.7 günde, 2018 yılında Aksu lokasyonunda 82.4 gün ve Ulucak lokasyonunda 104.2 günde fizyolojik olumlarını tamamlamışlardır. 2017 yılı ortalama fizyolojik olum gün sayısı 93.9 gün ve 2018 yılında 93.3 gün olarak gerçekleşmiştir. Birleştirilmiş ortalama değerlere göre çeşitlere ait fizyolojik olum gün sayısı 89.6 ile 98.6 gün arasında değişmiştir. Seçkin (89.6), Azkan (89.9), Çakır (91.0) ve Çağatay (91.4) çeşitleri fizyolojik olumlarını en erken tamamlayan çeşitler olarak öne çıkmışlardır.

Denemede yer alan tüm tescilli çeşitler fizyolojik olum gün sayısı bakımından yerel çeşitlerden daha erken fizyolojik oluma ulaşmış, Elmalı (97.8), Korkuteli (97.2) ve Aksu (98.6) yerel çeşitleri en son fizyolojik oluma ulaşan çeşit gurubunda yer almışlardır. Çevresel etkinin baskın olduğu çevrelerde fizyolojik olum gün sayısı kısalmıştır (Uzun vd., 2012). Yapılan çalışmalarda, Adana'da 161.8-173.5 gün (Anlarsal vd., 1999), Çukurova'da 164-178 gün (Karaköy ve Gülcan, 2008), Antalya'da 74.0 gün (Çancı ve Toker, 2009), olarak bildirilmiştir. Batı Akdenizde fizyolojik olum gün sayısı daha önce Antalya ilinde tespit edilen gün sayılarına paralel, ancak Adana ve Çukurova'da tespit edilen gün sayısından daha erken gerçekleşmiştir.

### 3.4. Bitki boyu

Bitki boyu 42 ile 61 cm arasında değişmiştir. Hisar çeşidi en uzun boylu ve Aksu, Korkuteli ile Elmalı yerel çeşitleri en kısa boylu çeşitler olmuştur (Çizelge 2). Bitki boyu, makinalı tarım

işlemlerini ve özellikle biçerdöverle hasadı etkileyen önemli bir bitkisel özelliktir. Nohut için bitki boyu, yüksek kalıtım derecesine sahiptir (Misra, 1991). Fakat karakterin oluşmasında yetiştirme ortamı koşullarında etkilidir ve farklılıklar gözlemlenmiştir (Saxena ve Singh, 1987). Bitki boyu çeşit özelliğine, lokasyon farklılıklarına, ekim sezonuna, yetiştiricilik uygulamalarına göre de farklılık gösterebilmektedir (Beysarı, 2012). Bitki boyunun tespit edildiği çalışmalarda 15-50 cm (Singh vd., 1983), Ankara'da 12.47-26.87 cm (Tosun ve Eser, 1975), Adana'da 67.9-84.2 cm (Anlarsal vd., 1999), Bornova'da 60.7-68.4 cm (Altınbaş ve Sepetoğlu, 2001), Antalya'da 40-59 cm (Toker ve Çancı, 2003), İzmir'de 58.8-69.0 cm (Altınbaş, 2004), Çukurova'da 75.58-82.23 cm (Mart vd., 2005), Bursa'da 62.1-80.7 cm (Kaçar ve Azkan, 2005), Isparta'da 24.66 cm (Vural ve Karasu, 2007), Antalya'da 22.0 cm (Çancı ve Toker, 2009), Eskişehir'de 25.87-27.20 cm (Bıçaksız, 2010), Çukurova'da 62.2-75.6 cm (Karaköy, 2011) olarak bildirilmiştir. Bitki boyu açısından denemede yer alan çeşitler yerel çeşitlerden daha uzun boylara ulaşmıştır.

### 3.5. İlk bakla yüksekliği

İlk bakla yüksekliği 20.8 ile 30.9 cm arasında değişim göstermiştir. Aksu yerel çeşidi en küçük ve Hisar çeşidi en yüksek ilk bakla yüksekliğine sahiptir (Çizelge 2). Uzun boylu, baklalarını yüksekte oluşturan, dik gelişme formuna sahip ve az dallanan çeşitler özellikle makineli hasat açısından uygun olmaktadır (Zeren vd., 1991). İlk bakla yüksekliği, Çukurova'da 35.20-39.47 cm (Mart vd., 2005), Isparta'da 16.70 cm (Vural ve Karasu, 2007), Antalya'da 18.5 cm (Çancı ve Toker, 2009), Kahramanmaraş'ta 38.6-25.50 cm (Çerikçi, 2017) olarak bildirilmiştir.

### 3.6. Bitkide dal sayısı

Bitkide dal sayısı 9.44 ile 17.6 adet arasında belirlenmiştir. Hisar çeşidi dallanması en yüksek olan çeşit olmuştur (Çizelge 2). Bitkide dal sayısı fazlalığı yüksek verimin bir göstergesidir. Bitkide dal sayısının farklı çevre ve genotipler ile tespit edildiği çalışmalarda, Isparta'da ana dal sayısını 2.6-3.15, yan dal sayısını 2.52-3.44 adet (Karasu vd., 1999), Bursa'da 2.58-3.23 adet (Kaçar vd., 2005), Isparta'da 2.81 adet (Vural ve Karasu, 2007), Çukurova'da ana dal sayısı 2.68-4.71 adet, yan dal sayısı 3.19-5.97



adet (Karaköy ve Gülcan, 2008), Antalya'da 2.0 adet (Çancı ve Toker, 2009), Çukurova'da bitkide dal sayısı 2.7-3.7 adet (Karaköy, 2011), Kahramanmaraş 3.3-4.16 adet (Çerikçi, 2017) olarak bildirilmiştir.

### 3.7. Bitkide bakla sayısı

Bitkide bakla sayısı 13.4 ile 32.4 adet arasında belirlenmiştir. Çakır çeşidi en yüksek bitkide bakla sayısına sahip çeşit olmuştur (Çizelge 2). Ege ve Marmara bölgesi illerinde toplanan 117 genotip ve 8 tescilli çeşit ile yapılan çalışmada bitkide bakla sayısı 7.2 ile 46.0 adet (Cinsoy vd., 1997), Adana'da 15.8-27.3 adet (Anlarsal vd., 1999), Bornova'da 17.4-22.9 ve 14.5-22.7 adet (Öncan, 2000), Antalya'da 26-67 adet (Toker ve Çancı, 2003), Bursa'da 18.6-40.5 adet (Kaçar vd., 2005), Isparta'da 7.56 adet (Vural ve Karasu, 2007), Çukurova'da 19.2-37.9 adet (Karaköy ve Gülcan, 2008), Antalya'da 2.5 adet (Çancı ve Toker, 2009) tespit edilmiştir.

### 3.8. Baklada tane sayısı

Baklada tane sayısı 0.94 ile 1.34 adet arasında değişmiştir. Işık05 çeşidi en yüksek baklada tane sayısına sahip çeşit olmuştur (Çizelge 2). Baklada tane sayısı İzmir'de 0.8 ile 1.3 adet (Cinsoy vd., 1997), Bornova'da 1.01-1.11 adet (Öncan, 2000), Bursa'da 1.17-1.60 adet (Kaçar vd., 2005) olarak bildirilmiştir. Tespit edilmiş olan baklada tane sayısı Bursa da tespit edilen değerlerden düşük, diğer araştırmalarda saptanan veriler ile benzer olduğu belirlenmiştir.

### 3.9. 100 tane ağırlığı

100 tane ağırlığı 31.1 ile 44.8 g arasında değişim göstermiştir. Akça çeşidi en ağır Korkuteli yerel çeşidinin en hafif 100 tane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Yüz tane ağırlığı Kıbrıs'ta 13.2-33.0 g (Hadjichristodoulou, 1984), İzmir'de 16.7 ile 48.5 g (Cinsoy vd., 1997), 52.26-31.16 g (Karasu vd., 1999), Bornova'da iki lokasyonda sırası ile 36.7-44.1 ve 35.6-45.2 g (Öncan, 2000), Bornova'da 40.1-44.5 g (Altınbaş ve Sepetoğlu, 2001), Çukurova'da 32.93-36.19 g (Mart vd., 2005), Isparta'da 42.36 g (Vural ve Karasu, 2007), Çukurova'da 37.6-51.5 g (Karaköy ve Gülcan, 2008), Antalya'da 22.5 g (Çancı ve Toker, 2009), Çukurova'da 36.98-50.70 g, Kahramanmaraş'ta 49.80-31.83 g (Çerikçi, 2017) olarak bildirilmiştir.

### 3.10. Tane nemi

Tane nemi %13.3 ile %15.2 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Tane nemi makinalı tarım için hasatta etkili bir özellik olmasının yanı sıra depolama içinde tane neminin uygun oranda (%14 ve daha az) olması istenen bir özelliktir. Bazı çeşitler %17-20 nem içeriğine kadar hasat edilebilme özelliğine sahip olabilir. Ancak bu çeşitlerde 100 tane ağırlığının %14 neme göre düzeltilmiş veriler şeklinde belirlenmesi önemlidir.

### 3.11. Hastalık durumu

Hastalık okumaları birleştirilmiş ortalama değerleri çeşit, yıl ve yere göre farklılık göstermiştir (Çizelge 3). 2017 yılında Aksu lokasyonunda verimlerde hastalık ile ilgili kayıplar yaşanmazken, 2017 yılında Ulucak lokasyonunda hastalık şiddetinin daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Elmalı (skala 3), Zuhul (skala 4) ve Çağatay, Azkan, Hisar, Akça ve Işık05 çeşitleri 5 skala değerinde yanıklık okumaları yapılmıştır. Bu çeşitler dışında kalan çeşitlerde yanıklık kaynaklı verim kayıpları gözlemlenmiştir. Ulucak lokasyonu Yanıklık hastalığı şiddeti Aksu lokasyonundan fazla olmuş ve bu etki esas üretim sahasındaki deneme alanında verim düzeyinde kayıplara neden olmuştur. 2018 yılında çeşitlerde yapılan hastalık okumalarında verimde zarar oluşturma sınır değeri (5) ya da zarar düzeyinde (skala 6 ve 7) enfeksiyonlar tespit edilmiştir. Aksu lokasyonunda Sezenbey ve Gökçe çeşitleri (6) verimlerinde yanıklık kaynaklı kayıplar gözlemlenmiştir. Diğer çeşitlerde hastalık belirtileri tespit edilmiş ancak verimde kayıp oluşturacak düzeye ulaşmamıştır. Ulucak lokasyonunda Aksu ve Korkuteli yerel çeşitlerinde (7) en yüksek antraknoz yanıklık okumaları yapılmıştır.

### 3.12. Tane verimi

Tane verimi bakımından çeşit\*yıl (yıl), çeşit\*yıl, çeşit, yer ve yıl varyasyon kaynaklarına göre çeşit verimleri arasında %1 önemlilik seviyesinde farklılık tespit edilmiştir. Performans sıralamasının değiştiğinin bir göstergesi olan bu durumda (Bozoğlu ve Gülümser, 2000), her bir çevreyi kendi içerisinde değerlendirmek gerekir. 2017 yılında Aksu lokasyonunda 304 kg da<sup>-1</sup>lık bir verim gerçekleşmiş, Yaşa05 çeşidinin 424 kg da<sup>-1</sup> ile

Çizelge 3. hastalık 1-9 sıklıkla değeri okumaları (Singh ve Reddy, 1993)

Çeşit	2017 Yanıklık (1-9)		2018 Yanıklık (1-9)	
	Aksu	Ulucak	Aksu	Ulucak
Hasanbey	3	6	5	4
İnci	3	6	5	4
Aksu	4	7	4	3
Seçkin	2	7	5	4
Gökçe	2	6	6	4
Dikbaş	3	6	5	4
Akçin91	3	6	4	4
Çakır	1	6	5	3
Işık05	2	5	6	4
Akça	3	5	4	4
Hisar	4	5	5	3
Yaşa05	3	7	5	3
Azkan	3	5	4	4
Çağatay	3	5	4	4
Sezenbey	3	6	6	3
Zuhal	4	4	5	5
Arda	2	6	4	4
TAEK-Sağel	2	6	5	4
B1	2	7	5	7
B2	3	7	4	7
B5	5	3	5	5

1: Toleranslı ( Lezyon yok ), 3: Orta toleranslı ( Birkaç bitkide lezyon görülebilir.), 5: Orta hassas ( Bitkilerin çoğunluğunda lezyon vardır, hasar azdır.), 7: Hassas (Bitkilerin çoğunda ve bitki saplarının %50'sinde yaygın lezyonlar vardır. Birkaç bitki ölmüş, belirgin hasar vardır.), 9: Çok hassas (Bitkilerin hemen hepsi ölmüştür).

en yüksek verim değerine ulaştığı saptanmıştır. Işık05 ve Çağatay çeşitleri, Yaşa05 çeşidi ile aynı grupta yer almıştır. Hisar çeşidi 182 kg da<sup>-1</sup>, Aksu yerel ve Akçin91 195 kg da<sup>-1</sup> ile en düşük verimi vermişlerdir (Çizelge 4). Ulucak lokasyonunda ortalama 134 kg da<sup>-1</sup>lık verim elde edilmiş ve Zuhal çeşidi 184 kg da<sup>-1</sup> ile en yüksek verimi vermiştir. Bu çeşidi, Akça (181 kg da<sup>-1</sup>), Çağatay ve Elmalı yerel çeşidi 167 kg da<sup>-1</sup> verim ile takip etmişlerdir. Ulucak lokasyonunda Aksu çeşidi 84 kg da<sup>-1</sup> ile en düşük verimi vermiştir. 2018 yılında Aksu lokasyon ortalama verimi 239 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. 313 kg da<sup>-1</sup> ile Çakır çeşidi en yüksek verimi vermiştir. Ulucak lokasyonunda en yüksek verim 134 kg da<sup>-1</sup> ile Çağatay çeşidi verirken, Arda (132 kg da<sup>-1</sup>), Akçin91 (130 kg da<sup>-1</sup>) ve İnci (128 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri aynı grupta yer almışlardır. Yıllara göre 2017 yılı verim ortalamaları (219 kg da<sup>-1</sup>), 2018 yılından (158 kg da<sup>-1</sup>) daha yüksek gerçekleşmiştir. Birleştirilmiş çeşit verim ortalamalarına göre Çakır (239 kg da<sup>-1</sup>) ve Çağatay (238 kg da<sup>-1</sup>) ile Aynı grupta (a) en yüksek verim veren çeşitler olmuştur. Bu çeşitleri ab gurubunda Sezenbey (221 kg da<sup>-1</sup>), Akça (219 kg da<sup>-1</sup>), Zuhal (218 kg da<sup>-1</sup>), Işık05 (213 kg da<sup>-1</sup>) ve Yaşa05 (213 kg da<sup>-1</sup>) çeşitleri takip etmiştir. Bornova'da 123.3-221.5 kg da<sup>-1</sup> (Altınbas ve Sepetoğlu, 2001), Antalya'da 87.1-167.6 kg da<sup>-1</sup>, Isparta'da

104.6-125.6 kg da<sup>-1</sup> (Karasu ve Vural, 2006), Isparta'da 112.8 kg da<sup>-1</sup> (Vural ve Karasu, 2007), Çukurova'da 91-211 kg da<sup>-1</sup> (Karaköy ve Gülcan, 2008), Çukurova'da 138.8-217.9 kg da<sup>-1</sup> (Karaköy, 2011), bulguları verilerine benzer ya da yakın verim değerleri elde edilmiştir. Çukurova'da 271 ile 274 kg da<sup>-1</sup>, Adana'da 178.6-271.9 kg da<sup>-1</sup> (Anlarsal vd., 1999), Çukurova'da 149.34-287.74 kg da<sup>-1</sup> (Mart vd., 2005), Bursa'da 177.5-365.8 kg da<sup>-1</sup> (Kaçar vd., 2005), Kahramanmaraş'ta 267.9-425.4 kg da<sup>-1</sup> (Çerikçi, 2017) verim ortalamalarından daha düşük verimler elde edilmiştir. İnteraksiyonlardan kaynaklanan karar verme güçlüğü, interaksiyonun nedeni olan çeşidin diğer çeşitlerden üstünlüğünün yıldan yıla veya lokasyondan lokasyona eşit olmamasından değil, yıllar veya lokasyonlar itibari ile farklı çeşitlerin öne geçmesindedir (Yurtsever, 1984). Böyle karar verme güçlükleri nedeni ile farklı çevrelerde yetiştirilen çeşitlerin adaptasyon yeteneklerini görmek için stabilite testine tabi tutulur (Düzdemir ve Akdağ, 2007).

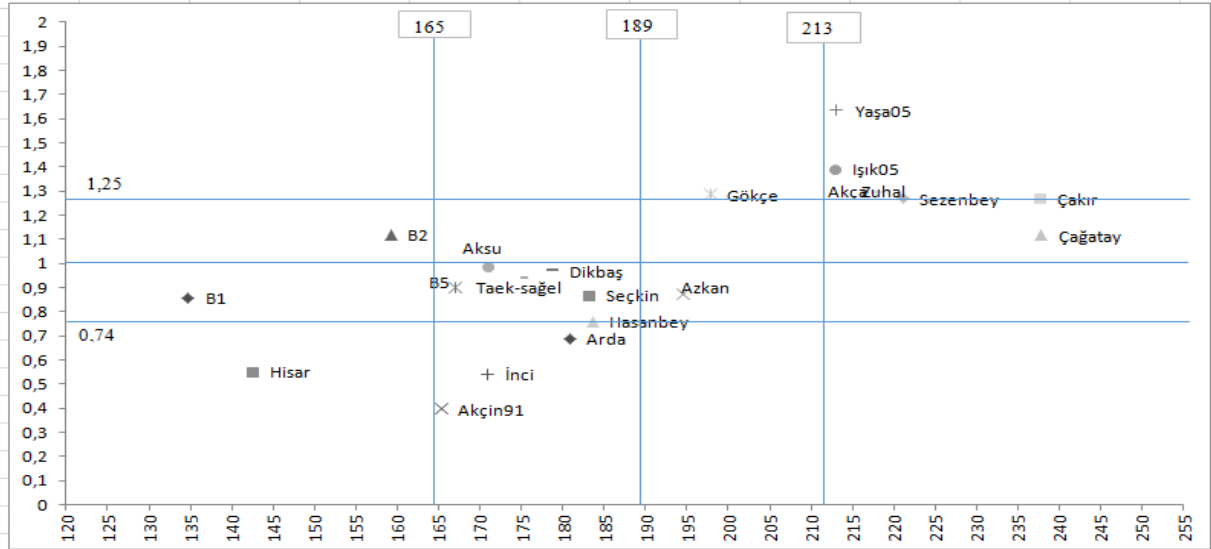
### 3.13. Stabilite testi

Genotip x çevre interaksiyonlarının önemli çıktığı durumlarda, istenen özellikte çeşitleri belirlemek amacı ile gerçekleştirilen stabilite analizi, çoğunlukla nohut tane verimi öğeleri için

Çizelge 4. Çeşit, yer ve yıl verim değerleri ile gruplamalar

Çeşit adı	Verim (kg da <sup>-1</sup> ) 2017			Verim (kg da <sup>-1</sup> ) 2018			Genel ortalama
	Aksu	Ulucak	Ortalama	Aksu	Ulucak	Ortalama	
Akça	365 ac	181 ab	273 a	313 a	56 eq	216 a	219 ab
Akçin91	195 fg	133 dh	164 de	274 ac	130 a	165 d	168 df
Aksu	259 dg	84 k	171 de	216 be	74 d	173 c	167 df
Arda	303 be	129 dh	216 bd	253 ad	132 a	163 de	184 ce
Azkan	317 bd	155 bd	236 ac	172 e	100 c	152 ef	194 bd
B1	195 fg	93 jk	144 e	206 cd	27 h	153 ef	134 g
B2	273 df	114 hk	193 de	221 be	18 h	124 ik	165 fg
B5	240 dg	167 ac	204 cd	256 ad	21 h	137 fi	167 g
Çağatay	405 a	167 ac	286 a	240 be	134 a	130 ij	238 a
Çakır	382 ab	143 ch	262 ab	245 ad	118 ab	189 b	239 a
Dikbaş	279 de	128 eh	203 cd	243 be	64 de	154 ef	179 ce
Gökçe	367 ac	125 ef	246 ac	236 be	64 de	150 fi	198 bc
Hasanbey	249 dg	145 cg	197 cd	254 ad	93 c	173 c	185 ce
Hisar	182 g	148 cf	165 de	175 de	47 fg	111 k	138 fg
Işık05	406 a	151 ce	279 a	234 be	60 ef	147 fi	213 ab
İnci	228 eg	116 fk	172 de	215 be	128 a	171 cd	172 ce
Seçkin	293 ce	100 ik	196 cd	226 be	114 b	170 cd	184 ce
Sezenbey	388 ab	149 ce	268 a	259 ad	89 c	174 c	221 ab
TAEK-sağel	281 de	119 gc	200 cd	215 be	68 de	142 fi	171 ce
Yaşa05	424 a	91 jk	257 ab	277 ab	61 de	169 cd	213 ab
Zuhal	361 ac	184 a	273 a	279 ab	47 g	163 de	218ab
Ortalama	304a	134 c	219 a	239 b	78 d	158 b	188 bc

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.01)



Şekil 2. Stabilite grafiği

yapılmıştır (Singh vd., 1983; Singh ve Bejiga, 1990; Altınbaş vd., 1999; Popalghat vd., 1999; Mart vd., 2005; Düzdemir ve Akdağ, 2007).

Çalışmada birleştirilmiş verim değerleri üzerinden hazırlanan ve çevredeki verimliliğin bir birim artmasına karşı, çeşidin verimliliğinin de bir birim artması olarak tanımlanan stabilite analizi yapılmıştır (Şekil 2). Varyans homojenliği kontrolleri sonunda faktörler arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Çevrelere ait her bir Çİ (çevre

indeksleri) Aksu lokasyonu için 2017 yılında 303.4 kg da<sup>-1</sup>, 2018 yılında 241.2 kg da<sup>-1</sup>; Ulucak lokasyonunda ise yıl sırası ile 131.5 kg da<sup>-1</sup> ve 78 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Stabilite parametreleri tespit edildikten sonra lokasyon ortalaması ile regresyon katsayısını kullanarak Finlay ve Wilkinson (1963)'te geliştirmiş oldukları grafik metoduna göre çeşitlerin adaptasyon sınıfları belirlenmiş, genel ortalama ve regresyondan sapma alt ve üst güven sınırları belirlenmiştir (Şekil 2).

#### 4. Sonuç

Batı Akdeniz bölgesi için ekim zamanı, yaz yağışları ile oluşan toprak tavinı kaçırmamak ve uygun çıkış oranını yakalamak açısından önemlidir. Çıkışın optimum düzeyde sağlanabilmesi için genetik özellik bakımından çimlenme ve çıkış kabiliyeti yüksek çeşit kullanmanın, uygun çevresel faktör ile yetiştiricilik uygulamalarının zamanında yapılmasının önemli olduğu gözlemlenmiştir. Batı Akdeniz gibi yüksek sıcaklıkların yaşandığı bölgelerde çiçeklenmesini erken tamamlayarak fizyolojik olgunluğa kısa sürede ulaşan çeşitler, bu dönemde olabilecek kuraklık ve yüksek sıcaklık etkisinden daha az zarar görmekte buda verimi artırmaktadır. Bölgede yazlık nohut ekimlerinde ortalamalar üzerinde gerçekleşen yüksek sıcaklıklar ve kuraklık etkisi ile fizyolojik olum daha erken gerçekleşmektedir. Çeşitlerin hasat döneminde tane nem içeriklerinin bir birine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum olgunluk aşamasında bitkilerin yüksek sıcaklıklara maruz kalmış olmalarından kaynaklanmıştır. Çalışmada elde edilen verim değerlerinde ikili ve üçlü interaksiyonların önemli çıkması sonuçlar hakkında karar vermeyi zorlaştırmaktadır (Yurtsever, 1984). Batı Akdeniz'de tane verimi açısından Çağatay, Sezenbey ve Çakır çeşitlerinin tüm çevrelere iyi uyum gösteren çeşitler olduğu saptanmıştır. Yaşa05, Işık05, Zuhul ve Akça çeşitlerinin ise iyi çevrelere iyi uyum gösteren yüksek verimli çeşitler olduğu belirlenmiştir. Yerel çeşitler Aksu ve Korkuteli tüm çevrelere kütü uyum göstermiş, tescilli çeşitlerin yerel çeşitlerden daha iyi bir verim performansına sahip oldukları tespit edilmiştir.

#### Kaynakça

- Akçin, A. (1988). Yemeklik dane baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları. 43. Ziraat Fakültesi Yayınları 8, 307-367 s.
- Altınbaş, M., & Sepetoğlu, H. (2001). Yeni geliştirilen nohut hatlarının Bornova koşullarında verim ve bazı tarımsal özellikleri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2-3):39-46.
- Altınbaş, M. (2004). Kışlık nohutta hasat indeksi stabilitesi ve tane verimi ile ilişkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(3):111-121.
- Anlarsal, A.E., Yücel, C., & Özveren, D. (1999). Çukurova koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının verim ve verimle ilgili özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:342-347.

- Beysarı, V. (2012). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Bingöl koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl.
- Bıçaksız, Y. (2010). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Orta Anadolu koşullarına adaptasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Bozoğlu, H., & Gülümser, A. (2000). Determination of genotype x environment interactions of some agronomic characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2):211-220.
- Cinsoy, A.S., Nevin, A., & Meral, Y. (1997). Ege bölgesinden toplanan nohut (*Cicer arietinum* L.) genetik kaynakları materyalinin karakterizasyonu: I-kantitatif karakterler. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(2):1-14.
- Çancı, H., & Toker, C. (2009). Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(1):47-54.
- Çerikçi, M.Ç. (2017). Kahramanmaraş koşullarına uygun kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Düzdemir, O., & Akdağ, C. (2007). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin genotip x çevre interaksiyonlarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (24)1:27-34.
- Düzgüneş, O., Kesici T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları (İstatistik metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021: 381 s, Ankara.
- Eberhart, S.A., & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties 1. *Crop Science*, 6(1): 36-40.
- FAO, (2019). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü İstatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi:20.06.2019
- Finlay, K.W., & Wilkinson, G.N. (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14(6):742-754.
- Hadjichristodoulou, A. (1984). New chickpea varieties for winter sowing and mechanical harvesting. ed: Printed by M. S. Zevlaris & Sons Ltd. Strovolos: MPKV; Maharastra Technical Bulletin 58: 1-8.
- Kaçar, O., Göksu, E., & Azkan, N., (2005). Bursa'da kışlık olarak yetiştirilebilecek nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2):33-45.
- Karakan Kaya, F. (2014). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Elazığ koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi. Bingöl.
- Karaköy, T., & Gülcan, H. (2008). Çukurova ve Orta Anadolu Bölgeleri'nden toplanan bazı yerel nohut

- (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin verim ve verimle ilgili özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karaköy, T. (2011). Kışlık yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin Çukurova ekolojik koşullarında verim ve verim komponentleri açısından değerlendirilmesi. *Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi*, s: 619-624.
- Karasu, A., & Vural, H. (2006). Bazı nohut genotiplerinin (*Cicer arietinum* L.) Isparta şartlarına adaptasyonu üzerine kantitatif bir yaklaşım. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):9-13.
- Karasu, A., Karadoğan, T., Çarkçı, K., & Türk, M. (1999). Isparta koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin adaptasyonu üzerine bir araştırma. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, s: 336-341.
- Mart, D., Cansaran, E., & Karaköy, T. (2005). Çukurova koşullarında nohutta (*Cicer arietinum* L.) bazı özellikler yönünden genotip x çevre interaksyonları ve uyum yeteneklerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:1027-1032.
- Misra, R.C. (1991). Stability of heritability, genetic advance, and character association estimates in chickpea. *International Chickpea Newsletter*, 25: 10-11.
- Mühür, H.N., & Anlarsal, A. (1996). Çukurova bölgesi koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verimle ilgili bazı özellikler üzerine etkilerinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1): 183-186.
- Öncan, F. (2000). Nohut (*Cicer arietinum* L.) hasat indeksi, biyolojik verim performansı ve bunların tane verimi ve bazı agronomik özellikler üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi Ege Üniversitesi, İzmir.
- Özdemir, S., Karadavut, U., & Erdoğan, C. (1999). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde kışlık ekilen bazı nohut çeşitlerinde stabilite analizi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23(ek sayı1): 201-205.
- Popalghat, G.R., Patil J.V., Deshmukh, R.B., & Mhase, L.B. (1999). Stability for yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research*, 22(4): 254-258.
- Saxena, M.C., & Singh, K.B. (1987). The chickpea. Commonwealth Agricultural Bureaux International. Wallingford, Oxon, UK.
- Saxena, N.P., Kapoor, S.N., & Bisht, D.S. (1983). Emergence of chickpea seedlings in suboptimal seedbed moisture. *International Chickpea Newsletter*, 9:12-14.
- Singh, K.B., Witcombe, J.R., & Malhotra, R.S., (1983). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Kabuli chickpea germplasm catalog. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Singh, K., & Bejiga, G. (1990). Analysis of stability for some characters in kabuli chickpea. *Euphytica*, 49(3): 223-227.
- Singh, K.B. & Reddy, M.V. (1993). Resistance to six races of ascochyta rabiei in the world germplasm collection of chickpea. *Crop Science*, 33(1): 186-189.
- Şehirli, S., & Özgen, M. (1988). Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ders Kitabı:1059, 310 s., Ankara
- Tekatlı, M., Kılınc, C., & Çinkır, M. A. (2017). Bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarında bazı tarımsal karakterlerin ve karakterler arası ilişkilerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı):138-141.
- Toker, C., & Çancı, H. (2003). Selection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for resistance to Ascochyta blight [*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.], yield and yield criteria. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(5):277-283.
- Topalak, C. & Ceyhan, E. (2016). Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2):128-135.
- Tosun, O., & Eser, D. (1975). Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ile bazı morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 25(1):171-180.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Veri Tabanları. <http://tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt> Erişim tarihi: 20.06.2019.
- Uzun, A., Özçelik, H., & Yılmaz, S. (2012). Seçilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1):29-36.
- Vural, H., & Karasu, A. (2007). Variability studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties grown in Isparta, Turkey. *Revista Científica UDO Agricola*, 7(1):35-40.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metodları. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları:121/56, 143 s., Ankara.
- Zeren, Y., Özcan, T., & Işık, A. (1991). Nohut hasat ve harman mekanizasyonu üzerinde bir araştırma. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 15:215-223. Ankara.

## Farklı fizyografya ünitelerinde gelişen yayla seracılığının zamansal ve mekansal değişiminin uzaktan algılama ve CBS teknikleri ile belirlenmesi: Elmalı/Antalya örneği

Kadir BUYURGAN<sup>1</sup> Sevda ALTUNBAŞ<sup>1</sup> Gafur GÖZÜKARA<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

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

ORCID: 0000-0001-9779-9784

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):217-227

doi: 10.16882/derim.2019.614303

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 02.09.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 01.11.2019



### Öz

Son yıllarda kontrolsüz ve çok hızlı yayla seracılık faaliyetlerinin arttığı yerlerden biri de Antalya-Elmalı ilçesindeki tektonik-karstik kökenli olan Elmalı Depresyonu'dur. Çalışma alanı olarak seçilen bu depresyondaki üç farklı fizyografya ünitesi üzerinde zamansal ve mekansal değişimin belirlenmesi hedeflenmiştir. Eskişehir bölgesinde, Pansharp yapılmış 2009 ve 2016 yıllarına ait sırasıyla 0.4 m yersel çözünürlüklü GeoEye-1 ve 0.5 m WorldView-3 uydu görüntüleri, Gölöva-Çukurelma bölgesinde 2008 ve 2016 yıllarına ait sırasıyla 0.6 m yersel çözünürlüklü QuickBird-2, 0.5 m yersel çözünürlüklü GeoEye-1 uydu görüntüleri, son olarak Beyler bölgesinde 2011 ve 2016 yıllarına ait 0.5 m yersel çözünürlüklü WorldView-2 ve 1.5 m yersel çözünürlüklü Spot-7 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kontrollü sınıflama tekniklerinden biri olan Maksimum Likelihood tekniği ile yapılan sınıflandırma sonucunda raster veriden hesaplanan toplam sera varlığı, yersel olarak ölçümler ile oluşturulmuş hâlihazır vektör verilerden hesaplanan toplam sera varlığı ile kıyaslanarak, çalışmanın doğruluğu hesaplanmıştır. Fizyografya üniteleri ve sera üretim alanları sırasıyla, alüvyal araziler üzerindeki Eskişehir bölgesinde 126.19 ha, eski göl tabanı ve alüvyal yelpazeyi içerisine alan Gölöva-Çukurelma bölgesinde 104.41 ha ve eski göl tabanı arazileri üzerindeki Beyler bölgesinde 38.23 ha tespit edilmiştir. Seracılık faaliyetlerinin yapıldığı alanların yüzdesel olarak artışı zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde, en yüksek artışın Gölöva-Çukurelma bölgesinde (%313.51), ikinci olarak Eskişehir bölgesinde (%166.27) ve en az artışın ise yine eski bir göl tabanı fizyografyası olan Beyler bölgesinde (%61.35) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın doğruluk oranları incelendiğinde, en yüksek doğruluk Eskişehir bölgesine ait 2009 yılı görüntüsünden (%94.83), 2016 yılında (92.04), Gölöva-Çukurelma 2008 yılı (89.33), 2016 yılı en düşük doğruluk (83.52), Beyler bölgesine ait 2011 yılı (87.72), 2016 yılı (83.95) olarak elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan algılama; Coğrafi bilgi sistemleri; Fizyografya; Kontrollü sınıflandırma

### Determination of spreading spring greenhouses areas on different physiographical units with remote sensing and GIS techniques: A key study from Elmalı/Antalya

#### Abstract

One of the uncontrolled and very fast spring cultivation activity areas in the recent years is found in tectonic-karstic depression of the Elmalı district of Antalya province in the western part of the Taurus Mountain Range. The main aim of this study is to determine temporal and spatial changes in the spreading of the greenhouse areas on three different physiographic units in the Elmalı Depression. Here in the Eskişehir region, Pansharped satellite name and spatial resolution in 2009 and 2016 respectively, GeoEye-1 0.5 m and WorldView-3 0.4 m, in the Gölöva-Çukurelma region with 0.6m GeoEye-1 satellite images with 0,5m and finally, in the Beyler region, 0.5 m WorldView-2 and Spot-7 1.5 m satellite images were used. As a result of the classification made with Maximum Likelihood technique which is one of the controlled classification techniques, the total greenhouse assets calculated from the raster data were compared with the total greenhouse assets calculated from the data obtained by the terrestrial measurements, the accuracy of the study was calculated. Physiographic units and greenhouse production areas are respectively 126.19 ha in the Eskişehir region on alluvial land, 104.41 ha in Gölöva-Çukurelma area, which contains very old lake base and alluvial fan, and finally, 38.23 ha in the Beyler area on the land of the basement. When the percentage increase in greenhouse activities is evaluated as time dependent, the highest increase is in Gölöva-Çukurelma region (313.51%), second in Eskişehir region (166.27%) and the lowest increase in Beyler region (61.35%). When the accuracy rates of the study are examined, the highest accuracy of the year 2009 (94.83%) in the Eskişehir region, in 2016 (92.04%), Gölöva-Çukurelma 2008 (89.33%), the lowest accuracy in 2016 (83.52%) in the Beyler region in 2011 (87.72%) in 2016 (83.95%).

**Keywords:** Remote sensing; Geographic information system; Physiography; Supervised classification

## 1. Giriş

Ülkelerin ekonomik hatta sosyokültürel kalkınmasında bir ön koşul olan üretim, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarım, sanayi ve hizmet olmak üzere üç temel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Söz konusu bu faaliyet alanları içerisinde özellikle insanın beslenmesi ve hayatını sürdürebilmesi açısından tarım sektörünün ayrı bir yeri ve önemi bulunmaktadır. Bununla beraber Dünya genelinde artan nüfusa, kentleşmeye ve besin ihtiyaçlarına, azalan tarım arazilerine paralel olarak tarım sektörünün önemi giderek artmaktadır (Sönmez vd., 2007).

Türkiye tarımının en önemli problemlerinden biri olan plansız ve bilinçsiz kullanımlar neticesinde; amaç dışı arazi kullanımı, erozyon, toprak degradasyonu, tuzluluk gibi pek çok sorun ortaya çıkmıştır. Mevcut arazi verileri incelendiğinde arazi kayıplarımızı daha net bir şekilde görülmektedir. Örneğin, 2006 yılında yaklaşık 25.7 milyon ha olan tarım arazilerimiz, 2016 yılında 23.7 milyon ha düşmüştür (TUİK, 2017). Söz konusu arazi kayıplarının önüne geçilmesi ancak, bölgenin coğrafi bir bütünlük içinde değerlendirilmesi ve yapılacak tüm planlamaların o yönenin ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel yapısına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmesi ile mümkün olacaktır.

Artan nüfus ve beslenme ihtiyacı, teknolojik gelişmelere bağlı olarak, tarımsal anlamda birçok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Günümüzdeki tarım alanları, dünya nüfusunu beslemekte güçlük çekmektedir. Coğrafi farklılıklar da düşünülürken, dünyanın her yerinde tarımsal üretim yapacak alanların, dengeli dağılmadığı görülmektedir. Birim alandan en yüksek verimi, kontrollü şartlarda alabilmek amacı ile örtüaltı yetiştiriciliği kültürü geliştirilmiştir. Genel anlamda sera adı verilen bu yapılar, her türlü kültür bitkisinin kontrollü şartlarda üretilbildiği cam, plastik, fiberglas gibi güneş ışığını geçiren materyallerle örtülü kapalı alanlardır. Ülkemizde de 1940'lı yıllarda başlayan seracılık, özellikle 1995 yılı sonrası hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Toplam sera alanlarımız 1995 yılında yaklaşık 363 bin dekar iken, 2016 yılında 691 000 da'a ulaşmıştır (TUİK, 2017). İller bazında sera alanlarımız değerlendirildiğinde, %38'lik payıyla Antalya ilk sırada yer almaktadır. Antalya'nın özellikle turizm cazibe merkezi olması ve çok fazla göç

alması, gerek il içinde gerekse il dışı ve yurt dışı ihtiyacına karşılık vermesini zorunlu kılmaktadır. Antalya şartlarında yaz aylarının çok sıcak geçmesi, sera alanlarında bitki yetiştiriciliğini yaklaşık üç ay süre ile imkânsız kılmaktadır. Özellikle son yıllarda iç ve dış piyasanın taleplerinin kesintisiz bir şekilde karşılanması amacıyla, yaz aylarının daha serin geçtiği genellikle 1000 m üzerindeki yayla bölgelerinde, seracılık faaliyetleri başlamıştır. Yayla seracılığı ile Akdeniz sahilinde üretimin sona erdiği dönemde yaylada üretim başlamakta, ihracatçı yıl boyu ihracatını sürdürebilmekte, daha önce hiç kullanılmayan alanlarda üretim yapılarak hem iç piyasaya hem de ihracata yönelik tarım ürünleri gönderme imkânı sağlanabilmektedir. İlk olarak Isparta Dereğümü yöresinde başlayan ve büyük bir başarı gösteren yayla seracılığı; günümüzde Elmalı, Korkuteli, Burdur ve Isparta'nın yüksek rakımlı ilçelerinde yaz döneminde yapılmaya devam etmektedir. Domates üretimi 8 800 da'a, hıyar üretimi 200 da'a, dolmalık biber ve sivri biber üretimi 60 da'a yükselmiştir. 2016 TUİK verilerinde, Elmalı ilçesindeki toplam 553 444 ha tarım arazi varlığının %2'sinin sera alanlarına tekabül ettiği belirlenmiştir (TUİK, 2017).

Yayla seracılığındaki hızlı ve plansız büyüme, dikkat çekici bir noktaya ulaşmıştır. Bu plansız büyüme gelecekte bazı sorunlara neden olacaktır. Sera alanlarının entegre havza yönetimi mantığı ile havzanın fizyografyalarındaki uygun topraklar üzerinde tesis edilmesi gerekmektedir. Bu alanlarda entansif tarım yapıldığı için ciddi miktarlarda kullanılan kimyasal gübre ve ilaçların, toprağa, suya vb. doğal kaynaklara ayrıca ekosistemin bir ögesi olan insana vereceği zarar minimum düzeyde tutulmalıdır. Bu aşamada, detaylı alan etütleri ve arazi kullanım planlamaları yapılması, mevcut kaynaklarımızın verimli şekilde kullanılması ve süreklilik sağlanması faydalı olacaktır.

Yapılacak planlamalarda, geçmişten günümüze olan değişimleri tespit etmek, gelecekteki değişimleri öngörmek anlamında önemlidir. Bu kapsamda araştırmacılar, sera alanlarının belirlenmesi (Coslu vd., 2016; Koç-San ve Sönmez, 2016) ve arazi kullanımındaki değişimlerin (Genç vd., 2013; Huang vd., 2010; Larsson, 2002; Redo, 2012) tespit edilmesinde hızlı ve ekonomik olarak çok önemli bir yer tutan uzaktan algılama ve coğrafi bilgi

sistemlerinden faydalanmaktadır. Bir tarım bölgesinde geçmişten günümüze mevcut uydu görüntülerinin karşılaştırılması ve analiz edilmesi sonucunda, bölge halkının arazi kullanımı konusundaki eğilimleri, hatalı ve/veya amaç dışı arazi kullanımları ortaya çıkmaktadır. Mevcut durumun doğru tespit ve analiz edilmesi ile günümüz ve gelecekte alınması gereken önlemler belirlenebilecektir. Böylelikle geçmişte yapılan arazi kullanım hataları gelecekte tekrarlanmamaya çalışılacak, mevcut kaynaklarımız korunacak, akılcı ve sürdürülebilir bir kullanım planı hazırlanması sağlanabilecektir.

Bu çalışma, Antalya ilinin yayla ilçelerinden birisi olan Elmalı ilçesindeki Elmalı depresyonunun eski göl tabanı ve Alüvyal yelpaze fizyografyaları üzerinde, üç farklı bölgede yürütülmüştür. Söz konusu bölgelerde, sera alanlarındaki seçilen 2 farklı yıl arasındaki değişim ise zamansal ve mekânsal olarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Sonuçlar fizyografya bazında arazi özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Elde edilen veriler fizyografik özelliklerin, sera alanlarının tesisi için uygunluk düzeyini tartışmaya açacak ve zaman içerisinde arazi koşullarından kaynaklanacak riskleri veya olumlu yönleri ortaya koyması beklenmektedir. Böylece, hem bölgede hem de diğer yayla

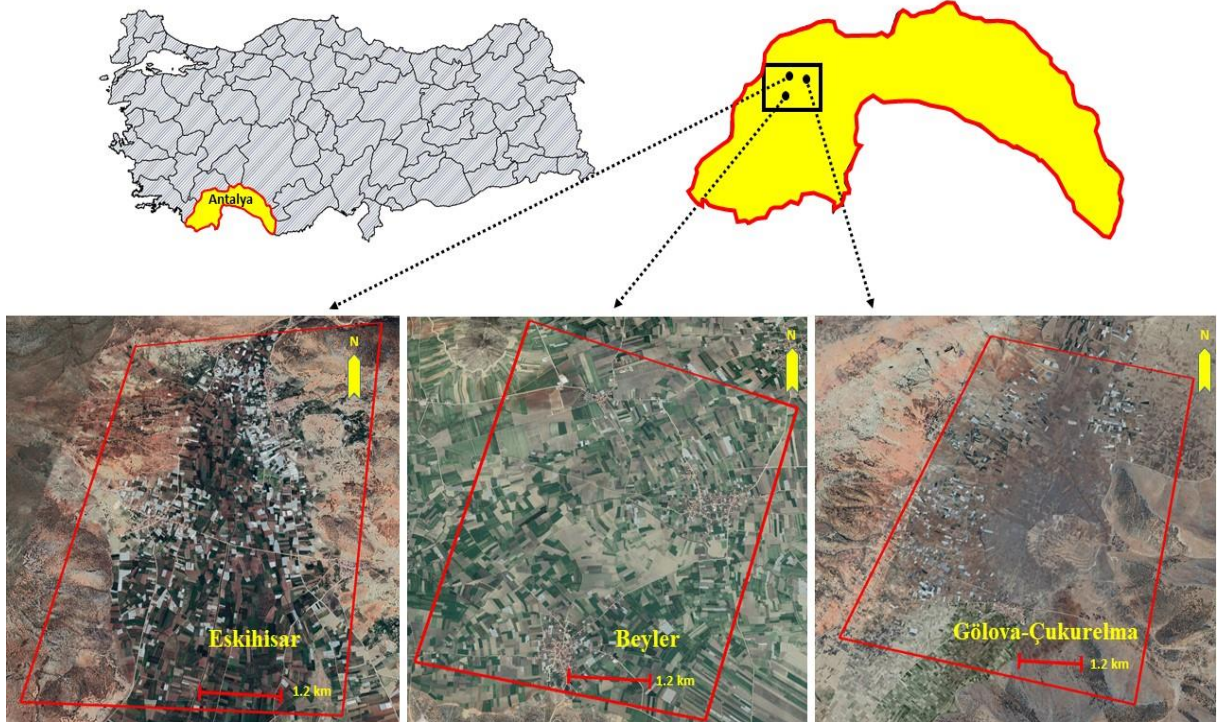
alanlarında gelişim gösterme potansiyeli bulunan arazilerin, fizyografya bazlı ideal arazi kullanım planlamalarının yapılması için bir altlık hazırlanmış olacaktır. Ayrıca bu çalışmanın tamamlanması ile Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmekte olan makro ve mikro tarım havzalarının planlamasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Antalya İlinin Elmalı ilçesi seçilmiştir. Antalya'nın kuzey batısında yer alan Elmalı, Antalya il merkezine 100 km uzaklıkta, 29°50'-30°11' doğu boylamı, 36°31'-36°54' kuzey enlemi arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Elmalı ilçesinde tektonik-karstik depresyon içerisindeki sera alanlarının yayılım gösterdiği 3 farklı bölge seçilmiştir. Bu bölgelerden ilki çok yaşlı bir göl tabanı (Neojen-Alt Kuvaterner) olan Gölöva-Çukurelma Bölgesi'dir. Diğer iki çalışma bölgesine kıyasla, Antalya-Elmalı karayolu üzerinde yola ve Antalya'ya en yakın konumdadır. Çalışma alanında seçilen ikinci bölge, Elmalı'nın kuzeybatısında yer alan Eskihisar Bölgesi'dir.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu



Eskihisar bölgesindeki sera alanlarının tamamı, alüvyal bir yelpaze (fan) üzerinde yayılış göstermektedir. Üçüncü bölge olan ve Elmalı'nın güney batısında yer alan Beyler mevkisi ise çok yakın bir zamanda karasal ortama çıkan ve Avlan Gölü çanağında yer alan eski göl tabanı fizyografik ünitesindedir (Atalay, 2017).

Neojen-Alt Kuvaterner dönemin oluşukları olan ve bir çanak içerisinde yer alan Gölova-Çukurelma mevkisi eski göl tabanı jeomorfolojisine sahiptir. Bu gölü besleyen akarsular ise bölgenin kuzeyinde ve doğusunda yer alan akarsu kaynaklarıdır. Çalışmada incelenecek olan diğer bir bölge ise Elmalı ilçesinin kuzeybatısındaki Eskihisar mevkidir. Çalışma alanı alüvyal arazi özelliği taşıması sebebiyle seçilmiştir. Bilindiği üzere alüvyal araziler tarımsal potansiyeli yüksek alanları oluşturmaktadır. Çalışmada incelenecek olan son bölge ise Elmalı ilçesinin güneybatısında yer alan Beyler mevkisidir. Elmalı eski göl çanağı alanın merkezi sayılabilecek bir konumda bulunan bu alan, aynı zamanda Elmalı depresyonundaki Avlan Gölü çanağında yer almaktadır. Bu alan aynı zamanda avlan çanağının en alçak seviyesine yani 1970'lerde kurutulmuş olan Avlan Gölü'ne en yakın bölgelerden biridir (Atalay, 2017).

### 2.1.1. Çalışma alanının jeolojisi ve jeomorfolojisi

Araştırma sahasının temelini İkinci Jeolojik Zaman'da Tetis Okyanusu'nda çökelen killi kireçli malzemelerin Mesozoyik sonunda tektonik hareketlerle yüzeye çıkmış; bunların Alp orojenik hareketleriyle kıvrılıp yükselmesiyle günümüzdeki yüksek sahalarda görülen kalın kireçtaşları oluşmuştur. Tersiyer (Eosen-Miyosen)'de Elmalı çanağının çöktüğü kesim, denizle işgal edilmiş ve burada killi kireçli malzemeler çökelmiş ve bunların su yüzeyine çıkarak taşlaşmasıyla hâlihazırda Elmalı depresyonunun doğusunda görülen beyazımsı renkli killi kireçtaşları meydana gelmiştir. Pliyo-Kuvaterner'de çöken Elmalı Havzasında çevreden gelen malzemelerin birikmesiyle dağların eteklerinde alüvyal yelpazeler ve koniler, havzanın taban kesiminde ise ince boyutlu alüvyonlar oluşmuştur. Böylece sahanın yüksek kesimlerinde Mesozoyik kireçtaşları, doğusunda Eosen killi kireçtaşları ve taban kesiminde ise Pliyo-Kuvaterner alüvyonları,

yamaçlardaki kolüvyal olmak üzere üç ana litolojik birim bulunur. Elmalı ilçesinin alanı itibarıyla en geniş sahayı kireçtaşları kaplar, bunu Elmalı depresyonu içerisindeki Alüvyal alanlar izler (Atalay, 2017).

### 2.1.2. Çalışma alanının iklim özellikleri

Elmalı depresyonunda Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasındaki Akdeniz ardı geçiş özelliği gösteren bir iklim etkilidir. Bunun nedenleri; Elmalı havzasının güneyinde uzanan Kohu dağlarının Akdeniz üzerinden yağış getiren cephelerin iç kısımlara doğru ilerlemesini engellemesi ve nemli Akdeniz kıyılarından uzak olması, özellikle bağıl nemin düşmesine bağlı olarak yazın güneş radyasyonunun Akdeniz kıyılarına göre şiddetlenmesi, yükseltiden dolayı don olaylarının artmasıdır. Elmalı ve çevresinde, kış mevsimi yağışlı ve soğuk, yazları sıcak ve konveksiyonel faaliyetlerden dolayı az da olsa yağışlı, yaz ile kış, gece ile gündüz arasında sıcaklık farkının fazla olduğu yarı karasal ve yarı kurak bir iklim tipi hüküm sürer (Atalay, 2012).

### 2.1.3. Uydu görüntülerinin özellikleri

Çalışmada, Antalya iline bağlı olan Elmalı ilçesinde içerisinde 3 farklı çalışma alanlarına ait, her bir alan için 2 farklı yıl olmak üzere toplamda 6 adet pansarp, radyometrik düzeltme (radiometric correction), geometrik düzeltme (geometric correction) işlemleri yapılmış, multispektral ve koordinatlandırılmış uydu görüntüleri alınmıştır. Uydu görüntüleri UTM projeksiyonu ve WGS 84 koordinat sistemindedir. Uydu görüntüleri üzerinde uygulanan pansarp ve radyometrik düzeltme işlemleri sonrası uydu görüntülerinin özellikleri detaylı olarak Çizelge 1'de verilmiştir.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Görüntü işleme

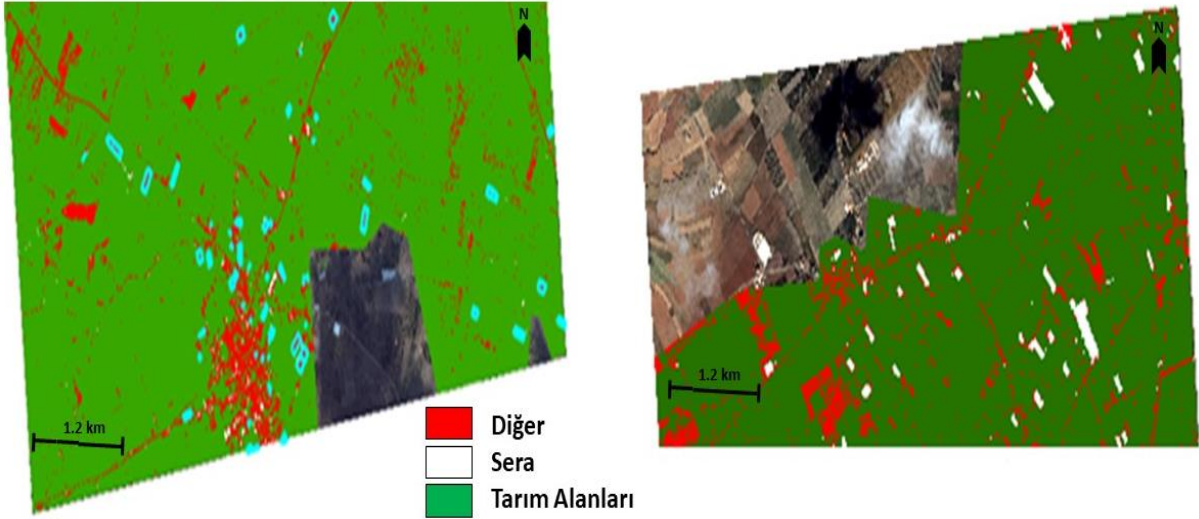
İlk olarak alınan uydu görüntüleri birbirinden farklı olduğu için ek olarak geometrik ayarlamaları yapılarak görüntüler üst üste çakışacak şekilde düzenlenmek için register işlemi uygulanmıştır. Uydu görüntüleri farklı çözünürlüklerde olduğundan dolayı Resample işlemi uygulanarak uydu görüntülerinin yersel çözünürlükleri eşitlenmiştir.

Çizelge 1. Pansharp ve radyometrik düzeltme uygulamaları sonucu uydu görüntülerinin özellikleri

Uydu	Tarih	Bölge	PAN çözünürlük (m)	Radyometrik çözünürlük (bit)
QuickBird-2	05.2008	Gölova-Çukurelma	0.6	16
GeoEye-1	10.2016	Gölova-Çukurelma	0.5	16
GeoEye-1	08.2009	Eskihisar	0.4	16
WorldView-3	10.2016	Eskihisar	0.5	16
WorldView-2	11.2011	Beyler	0.5	16
Spot-7	10.2016	Beyler	1.5	16

Çizelge 2. Resample işlemi sonucu uydu görüntüleri çözünürlükleri

Uydu	Tarih	Bölge	Yersel çözünürlük(m)	Resample sonrası yersel çözünürlük (m)
QuickBird-2	05.2008	Gölova-Çukurelma	0.6	0.4
GeoEye-1	10.2016	Gölova-Çukurelma	0.5	0.4
GeoEye-1	08.2009	Eskihisar	0.4	0.4
WorldView-3	10.2016	Eskihisar	0.5	0.4
WorldView-2	11.2011	Beyler	0.5	0.4
Spot-7	06.2016	Beyler	1.5	0.4



Şekil 2. Beyler bölgesi 2011 ve 2016 yılları bulutlu ve gölgeli alan

Resample işleminde Bilinear algoritması uygulanmıştır. Resample: Raster veri kümesi (Spatial Resolution) konumsal çözünürlüğünün değiştirilerek yeni boyutlarda birleştirilmesi işlemidir. Bu işlem içeriğinde farklı algoritmalar mevcuttur. Bilinear algoritması en yakın dört hücre merkezinin ağırlıklı mesafesine bağlı olarak yeni hücre değerleri belirler. Bu algoritma ile verinin kısmen düzgünleştirilmesini sağlaması ve kullanışlı olmasından dolayı bu algoritma tercih edilmiştir. İşlem sonucunda elde edilen uydu görüntüleri çözünürlükleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Fizyografya çizimlerinin ardından, çalışma alanlarının sınırları kesinleştirilmiş ve shape dosya formatında vektör verileri oluşturulmuştur. Daha sonra, bu sınırlara göre

fizyografya üniteleri en iyi temsil edecek şekilde, görüntüler subset edilerek kalan kısımlar görüntülerden çıkarılmıştır. Beyler bölgesine ait 2011 yılı uydu görüntüsü üzerinde radyometrik zenginleştirme işlemi ile raster veriler daha belirgin hale getirilmiştir (Şekil 2). Beyler bölgesine 2011 ve 2016 yılına ait her iki görüntüde de bulutların veya bulutların oluşturduğu gölgelemelerin var olduğu bölgeler subset edilerek sınıflandırmaya dahil edilmemiştir. Dışarıda bırakılan alanlarda sera alanları bulunmadığı için çalışmada sapmalar olmamıştır.

### 2.2.2. Görüntülerin sınıflandırılması

Araştırma kapsamında, kontrollü sınıflandırma tekniklerinden biri olan Maximum Likelihood

teknigi tercih edilmiştir. Çalışma alanı sera, tarım arazileri ve diğer olmak üzere 3 farklı sınıf altında incelenmiştir. Diğer sınıf olarak nitelendirilen 3. sınıf, sera ve tarım alanları dışında kalan yerleşim alanları, yol, çıplak alanlar, kuru dere yatakları gibi alanları ifade etmektedir. Çalışmanın temelini sera varlığındaki değişimler oluşturduğundan, sera dışında kalan sınıfların varlığı ve değişimleri dikkate alınmamıştır.

### 2.2.3. Doğruluk analizi

Çalışmanın doğruluk analizlerinin ilk aşamasında 2009 yılına ait veriler, Antalya Büyükşehir Belediyesi'nden ve 2016 yılına ait veriler ise Elmalı Belediyesi'nden ücretsiz olarak shape dosya formatlarında temin edilmiştir. Veri ITRF-96 projeksiyonunda olduğu için projeksiyon WGS-84 formatına dönüştürülerek raster verilerle üst üste çıkarılacak şekilde geometrik ayarlamaları yapılmıştır. Elde edilen hâlihazır verilerden (mesken, dini tesis, izohips eğrileri, seralar, yollar) doğruluğu kesin olan toplam sera varlığı vektörel olarak belirlenmiştir.

Şekil 3'de örnek olarak verilen Eskihisar bölgesi çalışma alanına ait 2016 yılı sera varlıkları yersel yöntemle ölçülmüş ve poligonlar şeklinde çizilmiştir. Çizilen her bir sera alanına ait alansal değerler m<sup>2</sup> olarak alan sütunu altında yer almaktadır. Şekil 3'deki öz nitelik tablonun en altındaki 708 rakamı, sera poligonlarının sayısını göstermektedir. Halihazır vektör verilerinden elde edilen alansal dağılım m<sup>2</sup> olmasından dolayı ilk olarak 10 000'e bölme

işlemi ile hektara (ha) çevrilmiştir. Sınıflandırma neticesinde elde edilen raster verilerden ha biriminde sera alanlarının dağılımı hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda yapılan sınıflandırmanın yüzdesel olarak doğruluğu belirlenmiştir.

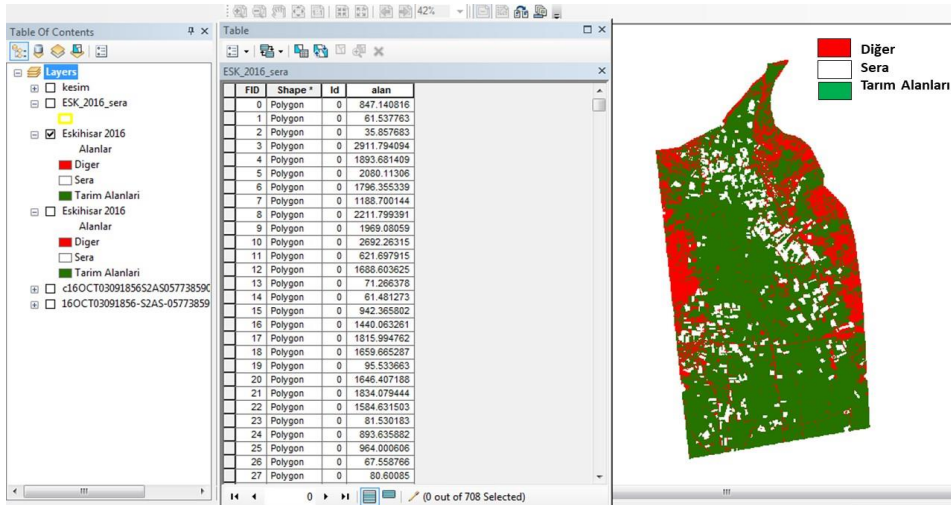
## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Sera alanlarındaki değişimlerin analizi

Sınıflandırma sonucu elde edilen raster veriler öz nitelik tablolarındaki alan hesap makinesi (field calculator) yardımı ile toplam piksel sayıları, her uydu görüntüsünün yersel çözünürlüklerine göre ayrı ayrı hesaplanarak alansal verilere dönüştürülmüştür. Elde edilen alansal verilerden sera üretim alanları, her çalışma bölgesi için hesaplanmış ve iki farklı yıl kıyaslanarak sera alanlarının mekansal değişimi değerlendirilmiştir.

#### 3.1.1. Gölova-Çukurelma

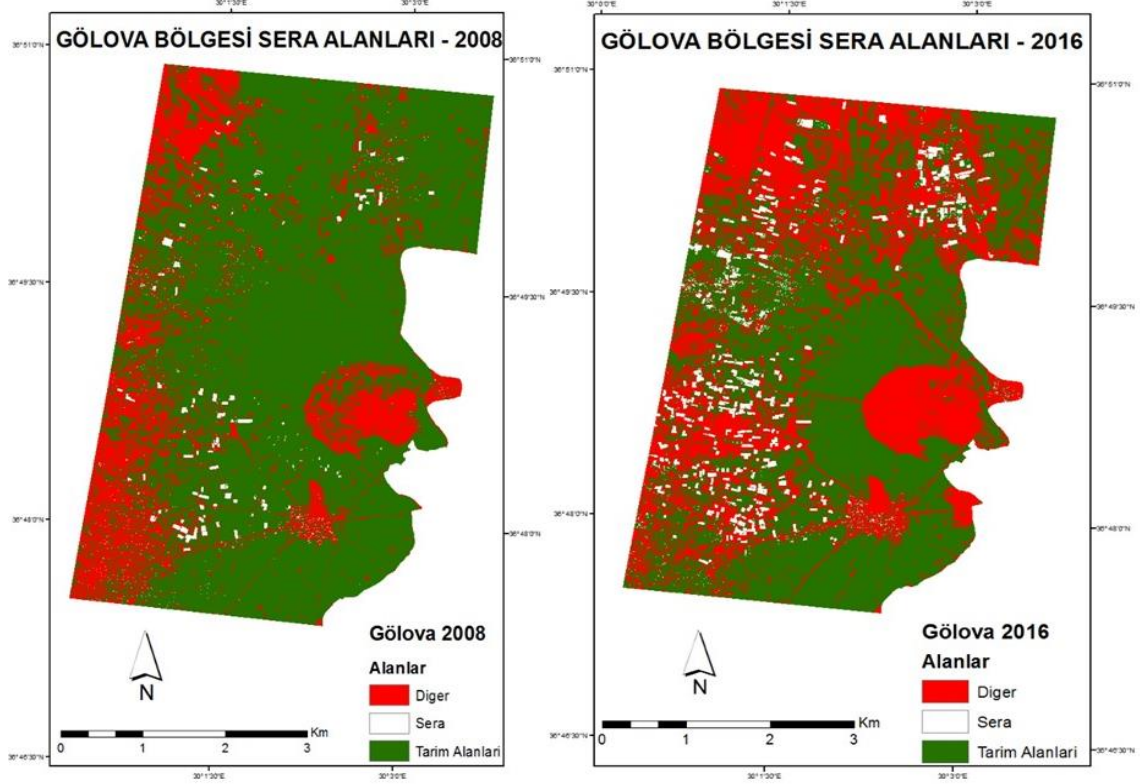
Bölgeye ait görüntüler sınıflandırıldığında 2008 yılında 25.25 ha olan sera alanı, 2016 yılında 104.41 hektara ulaşmıştır. Aradan geçen 8 yıllık süreçte sera varlığında %313.51'lik ciddi bir artış olmuştur. Gölova-Çukurelma bölgesindeki bu değişim çalışma alanları arasında en yüksek değişim oranıyla dikkat çekmektedir. Çizelge 3'de görüldüğü üzere 2008 yılında toplam çalışma alanı içerisinde, sera alanlarının payı 25.25 ha (%1.04) olarak tespit edilmiştir. Bölgede daha çok bahçe tarımı ve sulu tarım yapılmaktadır.



Şekil 3. Halihazır veri örneği

Çizelge 3. Gölova-Çukurelma bölgesi sera alanlarındaki değişim

Sınıf	2008		2016	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Sera	25.25	1.04	104.41	4.32
Toplam	2416.17	100	2416.17	100



Şekil 4. Gölova-Çukurelma bölgesi 2008-2016 yılları arazi kullanım haritası

Çizelge 4. Eskihisar bölgesi sera alanlarındaki değişim

Sınıf	2009		2016	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Sera	47.39	3.51	132.53	9.86
Toplam	1348.56	100.00	1343.87	100.00

2016 yılındaki mevcut durum incelendiğinde ise toplam alan içerisinde sera alanlarının payı 104.41 ha (%4.32) olarak belirlenmiştir. 2008 yılı incelendiğinde, bölgede alüvyal fan üzerinde daha çok kuru tarım tercih edilirken, diğer bölgelerde daha çok bahçe tarımı ve kısmen seracılık faaliyetleri yapılmıştır. 2016 yılında ise alüvyal yelpaze (fan) üzerinde yine kuru tarımın devam ettiği, diğer alanlarda bahçe tarımının yanı sıra, sera alanlarının oldukça yüksek bir oranda arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4).

### 3.1.2. Eskihisar

Eskihisar bölgesine ait görüntülerine göre 2009 yılında tespit edilen 47.39 ha sera alanı, 2016

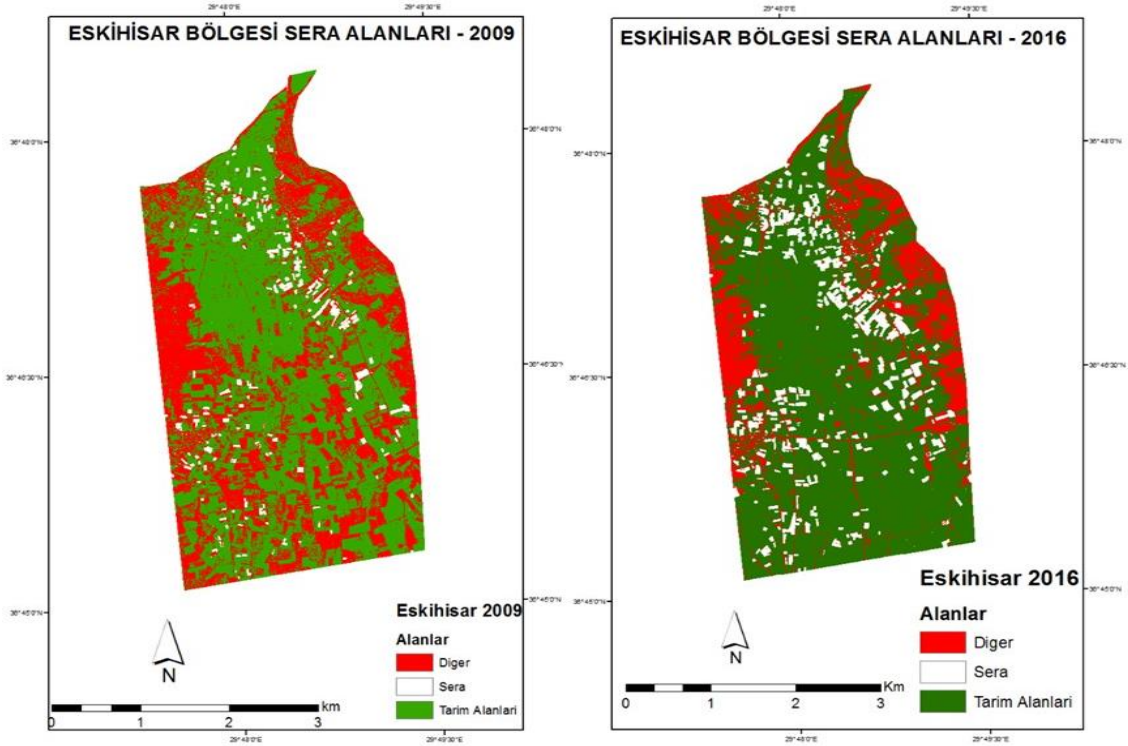
yılında 126.19 ha'ya ulaşmıştır. Aradan geçen 7 yıllık süreçte sera varlığı, %166.27 oranında artış göstermiştir. Çizelge 4'de görüldüğü üzere, 2009 yılında toplam alan içerisinde sera alanlarının payı 47.39 ha (%3.51) olarak tespit edilmiştir. Bu yıllar arasında bölgede daha çok bahçe tarımı ve sulu tarım yapılmaktadır. 2016 yılındaki mevcut durum incelendiğinde ise toplam alan içerisindeki, sera alanlarının payının 126.19 ha (%9.39)'a yükseldiği belirlenmiştir. Uydu görüntüleri incelendiğinde, yöre halkının sulu tarımla beraber bahçe tarımından seracılığa değişen bir arazi kullanımı eğilimine girdiği görülmüştür (Şekil 5). Bölgedeki seracılığa olan yönelimin en önemli sebebi, seracılık faaliyetlerinin daha yüksek

ekonomik getirisi olmasıdır. Bununla birlikte, dünya üzerinde en verimli topraklar olarak kabul gören alüvyal arazilere sahip olan bu bölgede yapılan seracılık faaliyetlerinde yüksek verimin sağladığı göz ardı edilmemesi gereken bir gerçektir. Nitekim bu bölgede seracılık faaliyetleri 7 yıllık sürede neredeyse 2 kat artış

göstererek (Şekil 6), 47.39 ha'dan 126.19 ha'a yükselmiştir. Sera alanlarındaki artışın, her 2 yılda da en çok alüvyal araziler üzerinde olduğu görülmüştür. 2009 ve 2016 yıllarında seracılık faaliyetleri kısmen etek araziler üzerinde yapılmıştır; ancak yine de en yüksek artış alüvyal araziler üzerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 5. Eskişehir 2009 (öncesi) ve 2016 (sonrası) uydu görüntüleri



Şekil 6. Eskişehir bölgesi 2009-2016 yılları arazi kullanım haritası

### 3.1.3. Beyler

Bölgeye ait görüntülerde, 2011 yılında 23.69 ha sera alanının 2016 yılında 38.23 ha'a ulaştığı tespit edilmiştir. Aradan geçen 5 yıllık süreçte

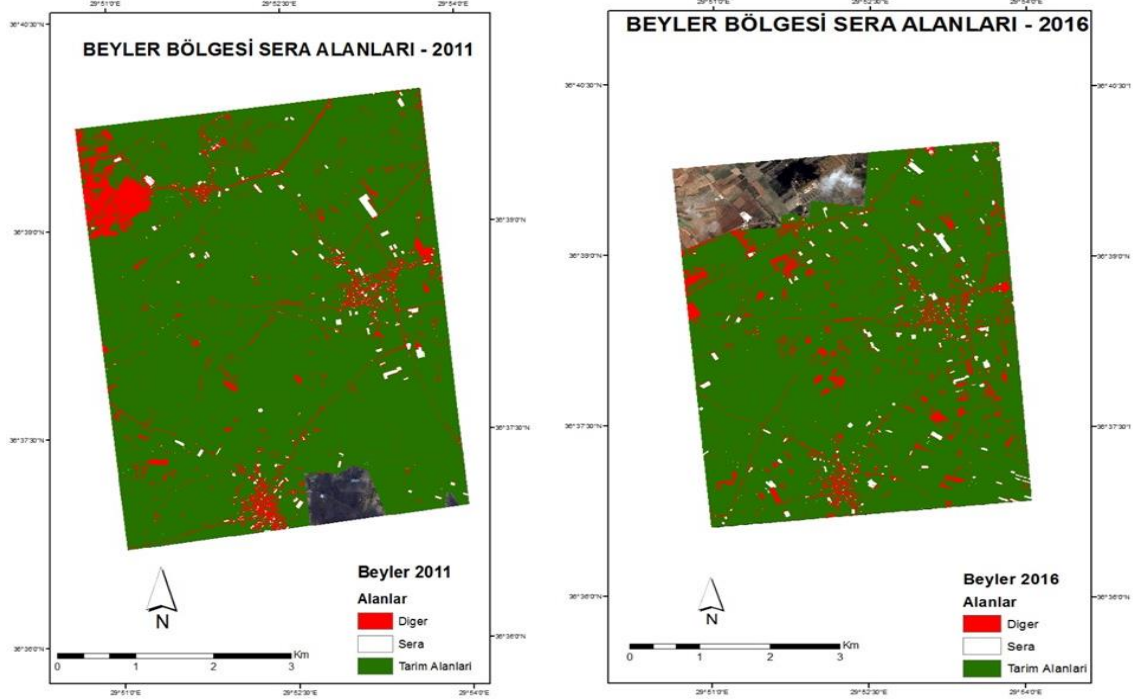
sera alanında %61.35'lik bir artış olmuştur (Çizelge 5). 2009 yılında toplam alan içerisinde, 23.69 ha ile sera alanlarının payı %0.97 olarak tespit edilmiştir. Bu yıllarda bu bölgede daha çok bahçe tarımı ve sulu tarım ön plandadır.

Çizelge 5. Beyler bölgesi sera alanlarındaki değişim

Sınıf	2011		2016	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Sera	25.95	1.06	40.81	1.67
Toplam	2437.79	100.00	2441.13	100.00

Çizelge 6. Gölova-Çukurelma bölgesi sera alanları tespit doğruluğu

Sınıf	2008		2016	
	Alan (ha)	Doğruluk (%)	Alan (ha)	Doğruluk (%)
Sera Tespiti	25.25	89.33	104.41	83.52
Hali hazır	22.56	100.00	87.20	100.00
Fark	2.69	10.67	23.21	16.48



Şekil 7. Beyler bölgesi 2011-2016 yılları arazi kullanım haritası

2016 yılındaki durum incelendiğinde ise toplam alan içerisinde, 38.23 ha ile sera alanı payının %1.57 olduğu tespit edilmiştir. Yine bölgede ağırlıklı olarak bahçe tarımı ve sulu tarım alanlarının, seracılığa doğru dönüştüğü görülmüştür (Şekil 7). Ancak bu yönelim araştırma alanındaki diğer iki bölge kadar olmamıştır. Bir diğer ifade ile alansal olarak yaklaşık 15 ha (%61.35)'lık bir artış ile en az artış gösteren bölge olarak tespit edilmiştir.

### 3.2. Sera alanlarının tespit doğruluğu

#### 3.2.1. Gölova-Çukurelma

Gölova-Çukurelma bölgesinde yapılan kontrollü sınıflandırma sonucuna göre sera tespiti doğruluğunun 2008 yılına ait uydu

görüntüsünde %89.33, 2016 yılında ise %83.52 oranında olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). Bilindiği üzere yaz dönemlerinde güneş ışınlarının zarar vermesini önlemek amacıyla sera örtüsünün üst kısımlarına gölge tozu, kireç ve az da olsa çamur uygulamaları yapılmaktadır. Her iki çalışma alanında da gölge tozu ve çamur uygulamasından kaynaklı, sera yansımaları ile benzer koyu yansıma veren arazilerde ve ağaçlık alanlarda karışmalar meydana gelmiştir. Eskişehir çalışma alanı ile kıyaslandığında ise yerleşim alanlarında, sera yansımalarına benzer şekilde yansıma veren yapıların fazla olması, doğruluğu düşüren diğer bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenlerle doğruluk oranlarının Eskişehir bölgesinden daha az olarak tespit edildiği düşünülmektedir.

Çizelge 7. Eskihisar bölgesi sera alanları tespit doğruluğu

Sınıf	2009		2016	
	Alan (ha)	Doğruluk (%)	Alan (ha)	Doğruluk (%)
Sera Tespiti	47.39	94.83	126.19	92.04
Hali hazır	44.94	100.00	116.15	100.00
Fark	2.45	5.17	10.04	7.96



Şekil 8. Sera pikselleri ve uydu görüntüsü görünümü

Çizelge 8. Beyler bölgesi sera alanlarındaki değişim

Sınıf	2011		2016	
	Alan (ha)	Doğruluk (%)	Alan (ha)	Doğruluk (%)
Sera tespiti	23.69	87.72	38.22	83.95
Hali hazır	19.36	100.00	32.09	100.00
Fark	4.33	12.28	6.13	16.05

### 3.2.2. Eskihisar

Eskihisar bölgesinde yapılan kontrollü sınıflandırma neticesinde, sera tespiti doğruluğunun 2009 yılına ait uydu görüntüsünde %94.83 ile tüm çalışma alanları içerisinde en yüksek seviyede olduğu ortaya çıkmıştır. 2016 yılında ise %92.04 oranında doğruluk sağlanmıştır (Çizelge 7). Atmosferik düzeltmenin yapılmamasından dolayı, özellikle bahçe tarımı yapılan bölgelerde ağaçların ve ağaç gölgelerinin yansımaları, seraların etrafında bulunan ağaçlar ve gölgelerinin yansımalarıyla karışmaktadır. Aynı zamanda sera alanlarının tahrip olmuş bölgeleri ile tarım alanları yansımaları da karışmaktadır (Şekil 8). Piksellerin seraların köşelerini keskin ve tam olarak örtememesinden kaynaklı meydana gelen piksel fazlalığı hata payının en büyük sebeplerindedir. Hâlihazır verilerden alınan bilgilere göre 2009 yılında 327 adet seranın

2016 yılında 708'e ulaştığı tespit edilmiştir. Sınıflandırma çalışmalarında alan hesabı piksel sayısı hesaplandığından, 2016 yılında hata payının daha yüksek olması olası bir sonuç olarak elde edilmiştir.

### 3.2.3. Beyler

Beyler bölgesinde yapılan kontrollü sınıflandırma neticesinde 2011 yılına ait uydu görüntüsünden sera tespiti doğruluğu %87.72 olarak elde edilmiştir. 2016 yılında ise %83.95 oranında doğruluk sağlanmıştır (Çizelge 8). Beyler çalışma bölgesinde diğer çalışma alanlarına göre daha fazla yerleşim alanı bulunmaktadır. Yerleşim alanları içerisinde ise yine diğer çalışma alanlarına göre beyaz renkte yansıma değerine yakın yansıma veren yapılar daha fazladır. Bu nedenle Beyler bölgesinde yapılan çalışmanın doğruluğu Eskihisar bölgesine göre daha düşük elde edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Çalışma 3 farklı bölgeye ait 2 farklı yıl olmak üzere toplamda 6 uydu görüntüsü üzerinde CBS ve UA teknikleri ile sera alanlarında zamansal ve mekânsal değişim analiz edilmiştir. Yayla seracılık faaliyetleri; en fazla Eskihisar bölgesinde (132.52 ha) meydana gelmiştir. Bunu sırasıyla Gölova-Çukurelma bölgesi (104.41 ha) ve Beyler bölgesi (40.81 ha) izlemiştir. Bu konuda sera alanlarındaki artış oranının, birinci derecede toprak ve arazi nitelikleri ve dolayısıyla fizyografya ile ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Eskihisar bölgesinde 2009-2016 yılları arasında sera alanında %176.65 oranında bir artış tespit edilmiştir.

Seracılık faaliyetlerinin bahçecilik faaliyetlerinden seracılığa doğru yönelim sürecinde olduğu gözlemlenmiştir. Yayla seracılık faaliyetlerinin yapıldığı 3 farklı çalışma alanına ait uydu görüntüleri analiz edildiğinde, seracılık faaliyetlerine yönelimin en çok 2008-2016 yılları arasında %272.63'lük artışla Gölova-Çukurelma bölgesindeki alanda olmuştur. Bu durum, yukarıda açıklanan sebeplere ilave olarak, eski göl tabanındaki arazilerin sebze üretimine daha elverişli olmasından ileri gelmektedir. Nitekim bölgede kuru tarım yapılan arazilerde sondaj ve geleneksel usullerle açılan kuyulardan sağlanan yer altı sularıyla yapılan sulamanın ekonomik getirisi yüksek sera ürünleri üretiminin önemli etkisi olduğu gözlemlenmiştir. 2009-2016 yılları arasında %176.65'lik artışla Eskihisar bölgesi ve son olarak da %57.26'lık artış ile Beyler bölgesi seracılık faaliyetlerine yönelimin en az olduğu bölge olarak bulunmuştur. Çalışmanın doğruluk oranları ve piksellerin birbirine karışması durumu göz önünde bulundurulduğunda, sera alanları tespit çalışmalarında RGB bantlarına ek olarak NIR bantlarının da kullanıldığı, arazi ve toprak örneklerinin alınarak analiz edildiği daha detaylı başka çalışmalarla sınıflama doğruluğunun artırılabilceği düşünülmektedir. Sonuç olarak tarım arazileri sınırlı son derece kıymetli alanlardır. Mevcut halleri ile korunarak sürdürülebilir şekilde kullanımları sağlanmalıdır. İster tarla ister bahçe, isterse sera alanlarında yapılacak planlamalarda öncelikle arazi ve toprak özellikleri dikkate alınmalı, her ürün tipine uygun fizyografyalarda tarımsal faaliyetler gerçekleştirilmelidir.

#### Kaynakça

- Atalay, İ. (2012). Uygulamalı Klimatoloji. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. (2017). Türkiye Jeomorfolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Coslu, M., Sönmez, N.K., & Koç San, D. (2016). Object-Based greenhouse classification from high resolution satellite imagery: A case study Antalya-Turkey. *XXIII Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, p.183-187.
- Genç, L., Kızıl, Ü., Arıcı, İ., & İnalpulat, M. (2013). Arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama, markov işlemi, nüfus ve alan görünüm analizleri yardımıyla belirlenmesi: Çanakkale Örneği (1987-2010). *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1):10-18.
- Huang, Z., Jia, X., & Ge, L. (2010). Sampling approaches for one-pass land-use/land-cover change mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6):1543-1554.
- Koç San, D., & Sönmez N.K. (2016). Plastic and glass greenhouses detection and delineation from WORLDVIEW-2 satellite imagery. *XXIII Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, p.257-262.
- Larsson, H. (2002). Analysis of variations in land cover between 1972 and 1990, kassalaprovence, eastern sudan, using landsat MSS data. *International Journal of Remote Sensing*, 23(2):325-333.
- Sönmez, N.K., Sarı, M., & Aksoy, E. (2007). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sürdürülebilir arazi yöntemi ve toprak koruma planının oluşturulması: Antalya-Altınova örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1):11-22.
- Redo, D. (2012). Mapping land-use and land cover change along bolivia's corridor bioceanico with CBERS and the Landsat series: 1975-2008. *International Journal of Remote Sensing*, 33(6):1881-1904.
- TUİK, 2017. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017.
- Türk, T. (2004). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak tarım ve doğal alanlar üzerine kent baskısının belirlenmesi-Söke, Kuşadası ve Davutlar örneği. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.



## 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:*

".....sebeptir (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.