

Yıl  
Year 2018

Cilt  
Volume 55

Sayı  
Number 2

55.  
yil



ISSN: 1018-8851 e-ISSN 2548-1207

[www.agr.ege.edu.tr](http://www.agr.ege.edu.tr)

# EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ



EGE JOURNAL OF  
AGRICULTURAL RESEARCH



# Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Ege Journal of Agricultural Research (EJAR)



Yıl (Year): 2018

Cilt (Volume): 55

Sayı (Number): 2

**EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):**

**Prof. Dr. Mustafa BOLCA**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan V.  
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

**Baş Editör (Editor-in-Chief):**

**Prof. Dr. Nilgün SAATÇI MORDOĞAN**

**Yardımcı Editör (Associate Editor)**

**Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)**

**Prof. Dr. Necip TOSUN**

**Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU**

**Teknik Editör (Technical Editor)**

**Araştırma Gör. Çağrı KANDEMİR**

**ISSN 1018-8851**

**e-ISSN 2548-1207**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, THOMSON REUTERS Master Journal List ve Zoological Record tarafından taranan uluslararası hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TUBITAK/ULAKBİM, THOMSON REUTERS Master Journal List and Zoological Record

Dergimize yaptığınız atıflarda "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**" kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as "**Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.**"

## Konu Editörleri (Section Editors)

**Prof. Dr. Nilgün SAATÇI MORDOĞAN**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme**  
(Soil Science & Plant Nutrition)

**Prof. Dr. Necip TOSUN**

**Bitki Koruma**  
(Plant Protection)

**Prof. Dr. İbrahim DUMAN**

**Bahçe Bitkileri**  
(Horticulture)

**Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ**

**Zootekni**  
(Animal Science)

**Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN ASLAN**

**Peyzaj Mimarlığı**  
(Landscape Architecture)

**Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Süt Teknolojisi**  
(Dairy Technology)

**Doç. Dr. Murat KILIÇ**

**Tarımsal Yapılar ve Sulama**  
(Agricultural Structures & Irrigation)

**Doç. Dr. Hüseyin GÜLER**

**Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği**  
(Agricultural Machinery & Technologies)

**Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU BEKTAŞ**

**Tarım Ekonomisi**  
(Agricultural Economics)

**Doç. Dr. Nesrin ÖRÇEN**

**Tarla Bitkileri**  
(Field Crops)

## Yazma Adresi

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

**e-mail:** ziraatbasinyayin@gmail.com

**Baskı:** Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679

**Baskı Tarihi:** 29.06.2018

## **Danışma Kurulu**

(Advisory Board)

**Uygun AKSOY**, Ege University, TURKEY

**Ö. Hakan BAYRAKTAR**, Ege University, TURKEY

**Tanay BİRİÇİ**, Ege University, TURKEY

**Mustafa BOLCA**, Ege University, TURKEY

**Vedat CEYHAN**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

**Belgin ÇAKMAK**, Ankara University, TURKEY

**Vedat DEMİR**, Ege University, TURKEY

**Fikret DEMİRCİ**, Ankara University, TURKEY

**Mehmet Rütü KARAMAN**, Ankara University, TURKEY

**Orhan KURT**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

**Barbaros ÖZER**, Ankara University, TURKEY

**Banu YÜCEL**, Ege University, TURKEY

## **Uluslararası Danışma Kurulu**

(International Advisory Board)

**Boris BILCIK**, Slovak Academy of Sciences, SLOVAKIA

**Alexander S. KONSTANTINOV**, USDA National Museum of Natural History, USA

**Lenka KOURÍNSKA**, Czech University of Science, PRAGUE

**Timur MOMOL**, University of Florida, USA

**Mirela Mariana NICULESCU**, University of Craiova, ROMANIA

**Janusz PIECHOCKI**, Warmia and Mazury University in Olsztyn, POLAND

**Anne Alison POWELL**, University of Aberdeen, SCOTLAND

**Roman ROLBIECKI**, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, POLAND

**Evangelia N. SOSSIDOU**, National Agricultural Research Foundation, GREECE

**Ajit SRIVASTAVA**, Michigan State University, USA

**Dietrich STEFFENS**, Justus-Liebig-Universität Gießen, GERMANY

**Barbara SZULCZEWSKA**, Warsaw University of Life Sciences, POLAND

**Terrence THOMAS**, North Carolina A&T State University, USA

## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

### **Yaprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Yapraklarının Fitokimyasal İçeriği ve Antioksidan Aktivitenin Mevsimsel Değişimi**

Phytochemical Content of the Kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Leaves and Seasonal Variation of Antioxidant Activity

Nazan ÇÖMLEKÇİOĞLU, Mehtap KUTLU .....119

### **Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Hava İle Ön Soğutma ve Ozon Uygulamalarının Etkisi**

The Efficacy of Precooling with Air and Ozone Treatments Against Postharvest Diseases of Pomegranate

Kadir İLHAN .....129

### **Performances of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma Mandarin on Different Rootstocks in Eastern Mediterranean of Turkey**

Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 'Okitsu' ve 'Clausellina' Satsuma Mandarin Çeşitlerinin Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki Performansları

Ercan YILDIZ, Mustafa KAPLANKIRAN.....139

### **Domat Zeytin Çeşidinde Meyve - Yaprak Besin Elementleri Değişimlerinin İncelenmesi**

Leaf and Fruit Plant Nutrients of Olive cv *Domat* and Their Yearly Variation

Nurdan ZİNCİRCİOĞLU .....147

### **Factors Affecting the Probability of Rural Women's Adopting Organic Farming On Family Farms in Turkey**

Türkiye'de Kırsal Kadınların Aile İşletmelerinde Organik Tarımı Benimseme Olasılığını Etkileyen Faktörler

Buket KARATURHAN, Ayşe UZMAY, Gökçe KOÇ .....153

### ***Meloidogyne incognita* ırk 2'nin Farklı İnokulasyon Yoğunluklarının Bazı Dayanıklı Biber Hatlarında Reaksiyonu**

Reaction of Different Inoculation Densities of *Meloidogyne incognita* race 2 on Some Resistant Pepper lines

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR, Gülsüm UYSAL.....161

### **Determination of Bitterness Index ( $K_{225}$ ) and Total Fenol Content of Olive Oils Obtained With Different Regions, Varieties and Processing Systems**

Farklı Bölge, Çeşit ve Üretim Sistemleri ile Elde Edilen Zeytinyağlarının Acılık İndekslerinin ve Toplam Fenol Değerlerinin Belirlenmesi

Oya KÖSEOĞLU, Didar SEVİM, Mehmet ULAŞ, Durmuş ÖZDEMİR.....171

**Samsun Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] Genotiplerinin Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerinin Belirlenmesi**

Determination of Yield and Some Agronomic Characters of Some Camelina [*Camelina sativa* (L.) Crantz] Genotypes Grown in Samsun Ecological Conditions

Merve GÖRE, Orhan KURT .....179

**İzmir İli Beydağ İlçesindeki Üreticilerin Kestane Kanseri ile Mücadele Uygulamaları Üzerine Bir Anket Çalışması**

A Survey Study on the Control of Chestnut Blight Practices of Farmers in District Beydag, Province Izmir

Görkem ÖZTÜRK, N. Mükerrer ÇELİKER, Ayşe UYSAL, Cevdet KAPLAN, Erol KÜÇÜK, Barbaros ÇETİNEL,

Tevfik TURANLI, Dilek POYRAZ, Mecal ÖZKAN, Arzu KESİNKAYA.....187

**Effects of Chemical Fruit Thinning on Oil Yield and Quality in 'Gemlik' Olive (*Olea europaea* L.)**

Kimyasal Meyve Seyreltmesinin 'Gemlik' Zeytininde (*Olea europaea* L.) Yağ Verimi ve Kalitesine Etkileri

Murat İSFENDİYAROĞLU, Zekeriya ÇİĞDEM, Elmas ÖZEKER .....197

**Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)'nde Tane Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma**

A preliminary study on the effect of different N and P levels on the grain yield and some yield characteristics of Amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*)

Zeynep DUMANOĞLU, Hakan GEREN .....203

**Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Tohumlarında *Plasmopara halstedii* (Farl.)Berl. & De Toni)'nin Varlığının Moleküler Yöntemlerle Araştırılması**

The Studies On The Presence Of *Plasmopara halstedii*(Farl.)Berl. & De Toni) In Sunflower (*Helianthus annuus*L.) Seeds With Molecular Methods

Gülenay YILMAZ, Necip TOSUN.....211

**Sap ve Koçan Çürüklüğü Etmeni *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton'in Mısır (*Zea mays* L.) Danesinden Real-Time PCR Yöntemi ile Tanısı**

Determination of Stalk and Ear Rot Pathogen *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton by Real-Time PCR on Corn (*Zea mays* L.) Kernels

Asuman SAĞLAM, Necip TOSUN .....221

**Effect of Rural - Urban Migration on Arable Crops Production in Delta North Agricultural Zone, Delta State, Nigeria**

Nijerya'da Delta Eyaletinde, Delta Kuzey Tarım Bölgesinde Kırdan Kente Göçün Tarla Bitkileri Üretimine Etkisi

Albert Ukaro OFUOKU, Daniel Omuredo AGANAGANA.....229

**İleri Patates Hatlarının Kuraklık Toleransının In Vitro Koşullarda Belirlenmesi**

Determination of Drought Tolerance on Advanced Potato Lines In Vitro Conditions

Ercan ÖZKAYNAK, Tuğba ŞİMŞEK .....237

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):119-127

DOI: 10.20289/zfdergi.408509

Nazan ÇÖMLEKÇİÖĞLÜ

Mehtap KUTLU

## Yaprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Yapraklarının Fitokimyasal İçeriği ve Antioksidan Aktivitenin Mevsimsel Değişimi

Phytochemical Content of the Kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) Leaves and Seasonal Variation of Antioxidant Activity

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 46040, Kahramanmaraş / Türkiye  
sorumlu yazar: noktem80@gmail.com

Alınış (Received): 07.08.2017

Kabul tarihi (Accepted): 01.11.2017

### Anahtar Sözcükler:

*Brassica oleracea* L. var. *acephala*, glukozinolat, yağ asitleri, fitokimyasal, antioksidan aktivite, mevsimsel değişim

### ÖZET

**Y**aprak lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), antioksidan ve fitokimyasal özellikleri ile birçok kanser türünün ve kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, bir Akdeniz bitkisi olmasına rağmen Karadeniz bölgesine has olarak bilinen yaprak lahanasının yapraklarındaki doğal glukozinolat, toplam fenolik ve flavonoid içerik, antioksidan aktivite ve yaprak ekstraktlarının yağ içeriği incelenmiştir. Kahramanmaraş koşullarında yetiştirilen yaprak lahanası yaprakları 28 Kasım 2014'den başlayarak 24 Mart 2015'e kadar iki hafta aralıklarla toplanmış, liyofilizatörde kurutulmuş ve metanol ile ekstrakte edilmiştir. HPLC analizleri sonucunda bitkide doğal glukozinolatlardan sinigrin, progoitrin, epiprogoitrin, glukonapin, glukoeserin, glukobrassisin olmak üzere altı farklı glukozinolat farklı miktarlarda belirlenmiştir. Yaprak lahanası yapraklarından elde edilen yağda yapılan GC-MS analizi sonucunda 33 farklı yağ asidi belirlenmiş, bu yağ asitleri içinden en yüksek oranda bulunanları sırasıyla trikosanoik asit (%28.25), cis-11-eikosanoik asit (%24.01), linoleik asit (%10.13), palmitik asit (%9.35) ve bütirik asit (%7.76) olmuştur. Yaprak lahanası yapraklarının antioksidan kapasitesi Ocak ayının sonuna kadar artmış, daha sonra düşüşe geçmiştir. Bu tarihlerdeki sıcaklıklar ise Ocak ayına kadar düşmüş, bu aydan sonra yükselmeye başlamıştır. Bu tarihler arasında toplanan kurutulmuş bitki yapraklarının toplam fenolik madde değeri 7.32-11.63 mg GAE g<sup>-1</sup>, toplam flavonoid miktarı 2.01-3.96 µg QE g<sup>-1</sup>, FRAP değeri 13.43-29.77 µg AAE g<sup>-1</sup> ve DPPH %'in IC50 değeri 1.31-1.91 mg dw g<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur.

### Key Words:

*Brassica oleracea* L. var. *acephala*, glucosinolate, fatty acids, phytochemical, antioxidant activity, seasonal variation

### ABSTRACT

**K**ale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), with its antioxidant and phytochemical properties, helps reduce the risk of many cancers and heart disease. In this study, the natural (intact) glucosinolate, total phenolic and flavonoid content, antioxidant activity and fat content of leaf extracts of kale leaves, which is known to be unique to the Black Sea while is a Mediterranean plant, were investigated. Kale was grown in the conditions of Kahramanmaraş and Kale leaves collected at two weeks intervals from November 28, 2014 until March 24, 2015. The leaves were dried on a lyophilizer and extracted with methanol. As a result of HPLC analysis, six different natural glucosinolates were determined in different amounts, namely sinigrin, progoitrin, epiprogoitrin, gluconapine, glucoerucin and glucocorticin. As a result of GC-MS analysis of the oil obtained from the Kale extracts, 33 different fatty acids were identified. The highest contents of these fatty acids were trichosanoic acid (28.25%), cis-11-eicosanoic acid (24.01%), linoleic acid (10.13%), palmitic acid (9.35%) and butyric acid (7.76%). The antioxidant capacity of Kale leaves increased until the end of January and then decreased. Temperature on these dates has fallen until January, after January temperature has begun to rise. Total phenolics value of plant leaves collected between these dates was 7.32-11.63 mg g<sup>-1</sup>, total flavonoid amount 2.01-3.96 µg g<sup>-1</sup>, FRAP value 13.43-29.77 µg g<sup>-1</sup> and DPPH value 1.31-1.91 mg g<sup>-1</sup>.

## GİRİŞ

Geleneksel olarak kullanılan yabancı bitkilerin insan beslenmesi ve sağlığında önemli bir rol oynadığı ve antioksidanların doğal kaynakları olduğu bilimsel çalışmalarla gösterilmektedir (Elmastaş ve ark., 2007; Lamian-Meda ve ark., 2008; Aberoumand ve Deokule, 2009; Romojaro ve ark., 2013; Sarikurkcu ve ark., 2017). Bitkilerin antioksidan özelliği fenolik asitler, askorbik asit, flavonoidler, karotenoidler ve tokoferoller gibi fitokimyasal içeriklerinden kaynaklanmaktadır (Samancıoğlu ve ark., 2016). Epidemiyolojik çalışmaların sonuçlarına göre, bitkisel ürünlerin tüketimindeki artışla, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer ve yaşa bağlı fonksiyonel gerileme ile kanser dahil olmak üzere pek çok kronik hastalığın önlenmesi birbiriyle ilişkilendirilmektedir. Meyve ve sebzeler, fitokimyasalların zengin kaynakları arasında yer alır, özellikle fenolik bileşikler doğal antioksidanlar olarak işlev görmektedir (Sarıkürkçü ve ark., 2017). Yağlar, hücre membranlarının önemli yapısal bileşenleri olup, membran akışkanlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yağ asidi profillemesi ve lipidomiklere gösterilen ilgi, diyabet, obezite, Alzheimer gibi birçok hastalığın önlenmesinde yağların önemli rolleri nedeniyle artmaktadır. Yağ asidi profillerinin incelenmesi, yağ asidi türlerinin sağlık ve hastalıklardaki spesifik rolleri hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir (Mohanty ve ark., 2013).

Dünyadaki ekonomik olarak en önemli 10 bitki familyasından biri olan Brassicaceae familyası üyelerinin çoğu, Kuzey ılıman kuşakta yer alan, dünya genelinde dağılışı gösteren 380 cins ve 3700 tür ile temsil edilen en büyük Angiosperm ailelerinden biridir. (Warwick ve ark., 2009; Freitas-Silva ve ark., 2016). Ülkemizde ise Brassicaceae (Cruciferae) familyasından 85 cins ve yaklaşık 567 takson yer almaktadır. Brokoli, karnabahar, beyaz lahana, yaprak lahana, tere ve roka gibi sebzeler ülkemizde tüketilen başlıca lahana grubu bitkileridir (Ayaz ve ark., 2006; Sarıkamış ve ark., 2008). Uzun zamandır faydaları bilinen bu bitkilerin sağlık için yararlı olmalarının nedeni, içerdikleri glukozinolatlar başta olmak üzere fenolikler, vitaminler, vücut için gerekli olan mineraller ve flavonoidlerden ileri gelmektedir. Bu biyoaktif maddelerin içeriği ve bileşimi bitki türlerine, çevresel koşullara ve bakım işlemlerine göre değişmektedir (Hagen ve ark., 2009; Ferioli ve ark., 2013).

Yaprak lahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), doğu Akdeniz, kökenli Brassicaceae ailesinin en eski formlarından biridir (Balkaya ve Yanmaz, 2005). Antioksidan ve fitokimyasal özellikleri olan yaprak lahana bitkisinin, nörolojik korumaya katkıda bulunabileceği, birçok kanser türü ve kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yardımcı olduğu bildirilmiştir (Ayaz ve ark., 2006; Alibas, 2009; Ferreres ve ark., 2009).

Ülkemizde daha çok Karadeniz Bölgesi'nde üretimi ve tüketimi yapılan, bölge insanı tarafından karalahana ya da pancar adıyla anılan bitki literatürde yaprak lahana olarak geçmektedir (Tosun ve ark., 2002; Balkaya ve ark., 2004). Yetiştirilmesi kolay ve bölge insanının yemek kültüründe önemli bir yeri olan bitkiden, sarma, kapuska, çorba, lahana döşemesi, gürcü pancarı gibi yemek çeşitlerinin yapılmasının yanı sıra turşusu da yapılmakta ayrıca hasat fazlası ürünler hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Bitkinin erken tüketimi geç sonbahardan başlayıp ilkbahara kadar devam etmekte olup, Karadeniz bölgesi dışında kalan bölgelerde bilinmemekte ve üretilmemektedir (Balkaya ve ark., 2004; Ayaz ve ark., 2006). Bu çalışmada zengin besin ve antioksidan içeriğiyle önemli bir bitki olan yaprak lahananın bir Akdeniz şehri olan Kahramanmaraş'ta, yapraklarındaki protein, kül, yağ ve glukozinolat miktarının yanı sıra, tüketiminin yapıldığı dönem olan sonbahardan (28 Kasım) ilkbahara (24 Mart) kadar olan dönemde fenol-flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitesinin mevsimsel değişimi incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Bitki Materyali

Bu çalışmada kullanılan yaprak lahana materyali, yerel bir yetiştiriciden sağlanmıştır. Bitkinin vejetasyon dönemi olan 2015-2016 yılının kış sezonunda, aşağıda belirtilen tarihlerde 10 bitkinin her birinden seçilen orta boylu 3-4 yaprak, tarladan toplanarak bekletilmeden laboratuvara getirilmiş ve örnek hazırlığı aşamasına geçilmiştir.

### Örnek Hazırlığı

Yaprak örnekleri önce -86°C'de dondurulmuş, sonrasında liyofilizatörde (CHRIST Freeze Dreyer, Alpha 1-2 LD) -50°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler bir laboratuvar öğütücüsü (Waring Commercial) kullanılarak toz haline getirildikten sonra analize kadar -20°C'de saklanmıştır (Comlekcioglu, 2011). Biyoaktif olmayan glukozinolat ile kül, protein, yağ gibi primer maddelerin tayinleri, bitkinin vejetatif dönemi içerisindeki Ocak ayında, 10 farklı bitkiden toplanan orta boylu yapraklardan alınan örneklerden 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Fenol-flavonoid ve antioksidan aktivite tayinleri ise, bitkinin tüketiminin yapıldığı dönem olan sonbahardan (28 Kasım) ilkbahara (24 Mart) kadar olan dönemde, iki hafta aralıkla 9 farklı tarihte toplanan yapraklardan yapılmıştır.

### Kül ve Protein Tayini

Kül içeriği Avrupa standart metodu UNIEN 14775 (2010)'a göre; protein ise Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır.

### Ekstraksiyon Yöntemi

Analizden önce ekstraksiyon hazırlığı Miliauskas ve ark. (2004)'ün yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır. Bitki örneği (10 g) üzerine 100 ml metanol eklenip oda sıcaklığında 1 saat ultrasonik su banyosunda ekstraksiyon sağlanmıştır. Santrifüj (3500 rpm, 15 dk) edildikten sonra ayrılan sıvı kısım başka bir tüpte toplanmış ve bitki örneği bir kez daha aynı şekilde ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar bir araya getirilerek vakumlu rotary evaporatörde çözücü uzaklaştırılmış ve kuru ekstrakt elde edilmiştir. Kurutulmuş bitki ekstraktı analize kadar -20°C'de saklanmıştır.

### Yaprak Ekstraktlarının Yağ İçeriği ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Elde edilen sabit yağların analizi GC-MS ile Neslihan (2006)'a göre yapılmıştır. Yağ ekstraksiyonu FOSS Soxtec 2055 cihazında, 3 g bitki örneğine 100 ml heksan kullanılarak yapılmıştır. GC-MS analizleri Shimadzu GC 2025 sistemi® ile gerçekleştirilmiştir. TRCN-100 (60m x 0.25 mm x 0.20 µm film thickness) SE-54 fused silika kapiler kolon kullanılmıştır. Elektron enerjisi 70 eV'tur. Enjeksiyon miktarı 1 µl'dir. Numunelerin analizi 80°C'de 2 dakika bekletildikten sonra dakikada 5°C artırılıp 140°C sıcaklığa ulaştıktan sonra, bu sıcaklıkta 2 dakika tutulmuştur. Bu işlemi takiben, dakikada 3°C'lık bir artışla 240°C'da 5 dakika daha bekletilmiştir. Toplam analiz süresi 61 dakika olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyonlar split modda (1:50) 240°C ısıda gerçekleştirilmiştir ve dedektör sıcaklığı 250°C'dir. Helyum taşıyıcı gaz olarak kullanılıp ve akış hızı 30 ml/dk'ya ayarlanmıştır. Kullanılan gaz akışları H<sub>2</sub>= 40 ml/dk ve kuru hava = 400 ml/dk olarak belirlenmiştir.

### Glukozinolatların Analizi

Bitki ekstraktlarının intakt glukozinolat içerikleri Tian ve ark. (2005) ile Mohn ve ark. (2007)'nin yöntemlerine göre bazı modifikasyonlar yapılarak HPLC'de analiz edilmiştir. Ekstraksiyon ultrasonik banyoda %70'lik metanol yardımıyla yapılmış, üst faz alındıktan sonra işlem ikinci kez tekrar edilmiştir. Ekstraksiyondan sonra santrifüj edilmiş ve üst fazlar birleştirilerek evaporatörde çözücü buharlaştırılmıştır. Analiz C18 kolonda (Nucleosil 100-5 C18, 250 x 4.6 mm), DAD detektörlü HPLC'de (Shimadzu, Kyoto, Japan) yapılmıştır. Mobil Faz A: 10 mM amonyum format ve B: asetonitril olmak üzere iki çözücünden oluşan taşıyıcı faz ile 1 ml/dk'lık akış hızında analiz edilmiştir. Analiz UV dedektör ile linear gradient programda 229 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Bileşiklerin ayrılması için kullanılan linear gradient programı; %1 B - %3 B (7 dakika), % 3 B - % 15 B (5 dakika), % 15 B - % 30 B (13 dakika) şeklindedir. Kolon sıcaklığı 25°C'dir. Sinigrin, progoitrin, epiprogoitrin, glukonapin, glukoesusin ve glukobrassisin glukozinolat standartları olarak kullanılmıştır. Sinigrin, Sigma-

Aldrich (St. Louis, MO, USA)'ten. Diğer glukozinolat standartları CFM Oskar Tropitzsch GmbH (Germany) firmasından temin edilmiştir. Glukozinolatların miktarının µmol/g kuru ağırlık cinsinden, standartlardan elde edilen regresyon denklemleri yardımıyla (sinigrin  $y=30851x-25367$ ; progoitrin  $y=38123x+921.2$ ; epiprogoitrin  $y=32150x+2732$ ; glukonapin  $y=31855x-7195$ ; glukoesusin  $y=42791x-2377$  ve glukobrassisin  $y=18327x-22205$ ) hesaplanmıştır.

### Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

#### Toplam fenolik içeriğin belirlenmesi

Örneklerin toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu Reaktif (FCR) yöntemi kullanılarak Obanda ve Owuor (1997)'in prosedürü modifiye edilerek yapılmıştır. Standart olarak gallik asit (Sigma) kullanılmıştır. Hazırlanan solüsyonlar spektrofotometrede (Perkin-Elmer Lambda EZ 150, USA) 750 nm'de okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri gallik asit çözeltileri ile oluşturulan kalibrasyon eğrisi yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru örnek ağırlığı cinsinden verilmiştir.

#### Toplam flavonoid içeriğinin belirlenmesi

Bitki ekstraktlarındaki toplam flavonoid içeriği Chang ve ark. (2013)'a göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Standart solüsyon farklı konsantrasyonlarda (25-200 µg/mL) yukarıdaki prosedüre göre hazırlanan quercetin (Sigma) ile hesaplanmıştır. Absorbans 415 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri µg quercetin eşdeğeri/g kuru örnek ağırlığına dönüştürülmüştür.

#### DPPH metodu

Antioksidan kapasite (serbest radikallerin indirgenme kapasitesi) Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından tanımlanan DPPH metodu modifiye edilerek belirlenmiştir. Her bitki ekstraktından seyreltilerek beş farklı konsantrasyonda solüsyon hazırlanmıştır. Sonuçlar, DPPH serbest radikallerinin %50'sini indirgemek için gereken konsantrasyon değeri olan IC<sub>50</sub> olarak gösterilmiştir. Tüm deneyler üç tekerrürlü olarak yapılmış ve askorbik asit pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Antioksidan kapasite

$$\%AA = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

#### FRAP metodu

FRAP yöntemi Benzie ve Strain (1996)'a göre yapılmıştır. Bitki ekstraktlarından 50 µl, 2 ml'lik eppendorf tüplerine aktarılmış ve üzerine 600 µl FRAP ajanı eklenmiştir. Absorbans 593 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar askorbik asit (100-1000 µmol/L) kalibrasyon grafiği kullanılarak µmol askorbik asit eşdeğeri/g kuru bitki ağırlığı olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar µmol/g kuru bitki ağırlığı olarak verilmiştir.



**ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA****Yaprak lahananın Protein, Kül, Yağ İçeriği ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi**

Yaprak lahananın bitkisinin vejetatif gelişme döneminde toplanan yapraklarındaki protein oranı %21.59 ve kül oranı ise %12.67 olarak bulunmuştur. Agarwal ve ark. (2017), kuru yapraklardaki protein ve kül miktarlarını sırasıyla, %5.12 ve %4.34 olarak bulmuşlardır. Akdaş ve Bakkalbaşı (2017), taze yapraklardaki protein ve kül oranını sırasıyla, %3.2 ve %1.7 olarak belirtmişlerdir. Bu değerler bu çalışmada elde edilen değerlere göre oldukça düşüktür. Yaprak lahananın ekstraktlarının yağ miktarı %3.84 olarak saptanmıştır.

Çizelge 1.'de sunulduğu gibi ortalama değerler dikkate alındığında yaprak lahananın yaprak ekstraktlarının sabit yağının başlıca bileşenlerini trikosanoik asit (%28.25), cis-11-eikosanoik asit (%24.02), linoleik asit (%10.13), palmitik asit (%9.35) ve bütirik asitin (%7.76) oluşturduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Yaprak lahananın yaprak ekstraktlarının yağ asidi kompozisyonları (%)

**Table 1.** Fatty acid compositions of Kale leaf extracts (%)

Karbon Sayıları	Yağ Asitleri	Miktar (%)
C4:0	<b>Butirik Asit</b>	<b>7.76 ± 0.11</b>
C6:0	Kaproik Asit	0.01 ± 0.01
C8:0	Kaprilik Asit	0.03 ± 0.00
C10:0	Kaprik Asit	0.02 ± 0.00
C11:0	Undekanoik Asit	0.02 ± 0.01
C12:0	Laurik Asit	0.06 ± 0.01
C13:0	Tridekanoik Asit	0.04 ± 0.00
C14:0	Miristik Asit	0.21 ± 0.01
C15:0	Pentadekanoik Asit	0.25 ± 0.02
C15:1	Cis-10-Pentadekanoik Asit	0.09 ± 0.00
C16:0	<b>Palmitik Asit</b>	<b>9.35 ± 0.13</b>
C16:1	Palmitoleik Asit	0.19 ± 0.02
C17:0	Heptadekanoik Asit	1.17 ± 0.02
C17:1	Cis-10-Heptadekanoik Asit	0.31 ± 0.01
C18:0	Stearik Asit	1.76 ± 0.03
C18:1	Elaidik Asit	6.44 ± 0.04
C18:1	Oleik Asit	4.37 ± 0.04
C18:2	Linoleilaidik Asit	0.66 ± 0.03
C18:2	<b>Linoleik Asit</b>	<b>10.13 ± 0.12</b>
C18:3	gama-Linolenik Asit	0.03 ± 0.01
C18:3	alfa-Linolenik Asit	0.07 ± 0.01
C20:0	Araşidik Asit	0.56 ± 0.03
C20:1	<b>Cis-11-Eikosanoik Asit</b>	<b>24.02 ± 0.55</b>
C21:0	Heneikosanoik Asit	0.03 ± 0.02
C20:2	Cis-11,14-Eikosadienoik Asit	0.09 ± 0.02
C20:3	Cis-8,11,14-Eikosatrienoik Asit	0.07 ± 0.03
C20:3	cis-11,14,17-Eikosatrienoik Asit	0.16 ± 0.01
C22:1	Erusik Asit	0.05 ± 0.03
C23:0	<b>Trikosanoik Asit</b>	<b>28.25 ± 0.45</b>
C20:5	cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit	0.13 ± 0.07
C24:0	Lignoserik Asit	0.27 ± 0.08
C24:1	Nervonik Asit	3.33 ± 0.08
C22:6	cis-4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoik Asit	0.10 ± 0.03
<b>Toplam</b>		<b>99.998</b>

Analiz sonucuna göre, elaidik (%6.44), oleik (%4.37), nervonik (%3.33), stearik (%1.76) ve heptadekanoik (%1.17) asitler de miktar bakımından %1'in üstünde bulunmuştur. Diğer yağ asitleri %1'in altında kalmıştır. Ayaz ve ark. (2006) yaprak lahananın yaprak ekstraktlarından elde ettikleri yağ analizinde 20 farklı yağ asidi tanımlamışlar ve yağ asidi bileşimini bu çalışmadan oldukça farklı bulmuşlardır. Oransal olarak en önemli farklar alfa linolenik asit (%54), cis-11-eikosanoik asit (%0.51) ve trikosanoik asitlerde (%0.00) görülmüştür. Bunun dışındaki veriler benzerlik göstermektedir. İki çalışma arasındaki bu yüksek farkın bitki ve iklim farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yağlar, gıdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden sorumludurlar ve lipidlerin besin değeri yüksek olan kısmı yağ asidi esterleridir. Gıdadaki birçok lipid özellikleri, yağlı asit bileşimi açısından açıklanmaktadır (Ayaz ve ark., 2006). Adachi ve ark. (1989)'nın yağ asitlerinin saç büyümesi üzerine yaptıkları bir patent çalışmasının sonucuna göre, propiyonik, valerik, heptanoik, nonanoik, undekanoik, tridekanoik, pentadekanoik, heptadekanoik, nonadekanoik, heneikosanoik, trikosanoik ve pentakosanoik asit gibi tek sayıda karbon atomuna sahip karboksilik asitlerin saç kılı büyüme ajanları olarak kullanılabilirliğini keşfetmişlerdir. Bu çalışmaya göre undekanoik (%0.02), tridekanoik (%0.04), pentadekanoik (%0.25), cis-10-pentadekanoik (%0.09), heptadekanoik (%1.17), cis-10-heptadekanoik (%0.31), heneikosanoik (%0.03) ve trikosanoik asit (%28.25) olmak üzere toplam yağın %30.17'lik bir kısmının saç büyümesi üzerine olumlu etkisi bildirilen yağ asitlerini içerdiği görülmektedir.

Yaprak lahananın yaprak ekstraktındaki ikinci en yüksek orandaki yağ asidi olan cis-11-eikosanoik (%24.02) ve oleik asit (%4.37) omega 9 grubundan; üçüncü en yüksek yağ asidi olan linoleik asit (%10.13) ise omega 6 grubundan yağ asitleridir. Omega 3 grubundan alfa-linolenik ve eikosapentaenoik asitleri de az da olsa içermektedir. Bu yağlar genel anlamda iyi kolesterol düzeyinin yükseltilmesinde; sedef, egzama, kuruluk ve kaşıntı gibi cilt sorunlarının giderilmesinde, kalp-damar sağlığı, beyin gelişimi, vücut direncinin güçlenmesi, koroner kalp ve kolit / crohn hastalıklarının önlenmesinin yanı sıra antimikrobiyal ve antikanser özellikleri olan son derece önemli bileşenler olup, yetersizliklerinde ciltte kuruma gibi bazı deri hastalıkları, astım, alerji, büyümede gerileme, şeker ve bazı kanser türleri görülebilmektedir (Asif, 2011; De Caterina, 2011; Çakmakçı ve Kahyaoglu, 2012). Bu yüzden omega 3-6-9 içeren yiyecekler açısından zengin bir diyet sağlığımız açısından son derece önemlidir. Carvalho ve ark. (2006), insan beslenmesinde önemli bazı bitkilerin yağ kompozisyonlarını araştırdıkları çalışmalarında *Canola* ve

*Cannabis* bitkilerindeki özellikle cis-11-eikosoik asidin varlığının bu tohumların kullanımı açısından önemli bir faktör olduğunu vurgulamışlardır.

Yaprak lahanası yağındaki bir diğer yüksek içerikli yağ asidi olan bütirik asidin, asetik ve propiyonik asit gibi diğer kısa zincirli yağ asitleriyle birlikte gastrointestinal rahatsızlıklar, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların gelişme riskini azaltabildiği belirtilmiştir (Hijova ve Chmelarova, 2007). Kırıcı ve ark. (2004), kolza ile yaptıkları çalışmalarında kolza yağında oleik asidin yüksek, yağa hoş olmayan bir tad verdiği ve yağın çabuk okside olup bozulmasına yol açtığı için linolenik asit

oranının %3'ün altında ve sağlık için zararlı etkilerinden dolayı erusik asidin %2'nin altında ve insan vücudunda sentezlenmeyen ve beslenme açısından önemli linoleik asit oranının olabildiğince yüksek olmasının istendiğini belirtmişlerdir. Bu özellikler bakımından yaprak lahanası yağının istenen özelliklerde olduğu görülmektedir.

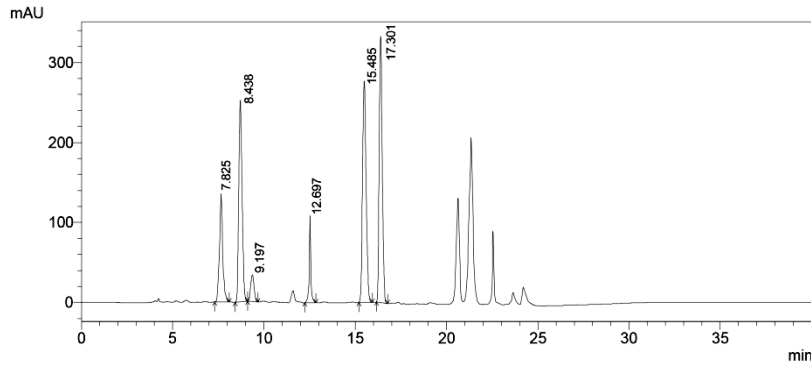
#### Yaprak lahanası'nın Glukozinolat Kompozisyonunun Belirlenmesi

Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarının HPLC-DAD analizi sonucunda elde edilen glukozinolat miktarları Çizelge 2'de ve HPLC kromatogramı Şekil 1'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarının HPLC-DAD analizi sonucunda elde edilen glukozinolat miktarları ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )

**Table 2.** The amounts of glucosinolate ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) obtained as a result of HPLC-DAD analysis of the leaf extracts of kale

Çıkış zamanı	Yaygın adı	Sistematik ismi	Bileşik grubu	Miktarı ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )
7.8	Progoitrin	(2R)-2-Hydroxy-3-butenyl	Alifatik	3.61 $\pm$ 0.008
8.4	Sinigrin	2-Propenyl	Alifatik	6.48 $\pm$ 0.031
9.2	Epiprogoitrin	(2S)-2-Hydroxy-3-butenyl	Alifatik	0.63 $\pm$ 0.007
12.7	Gluconapin	3-Butenyl	Alifatik	1.32 $\pm$ 0.003
15.5	Glukoerucin	4-(Methylthio)butyl	Alifatik	5.31 $\pm$ 0.018
17.3	Glukobrassisin	3-Indolymethyl	Indol	8.46 $\pm$ 0.044



**Şekil 1.** Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarından elde edilen HPLC-DAD kromatogramı  
**Figure 1.** HPLC-DAD chromatogram obtained from leaf extracts of kale

Analiz sonucuna göre yaprak ekstraktlarında glukobrassisin ( $8.46 \mu\text{mol g}^{-1}$ ), sinigrin ( $6.48 \mu\text{mol g}^{-1}$ ), glukoerucin ( $5.313 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) ve progoitrin ( $3.613 \mu\text{mol g}^{-1}$ ) yüksek miktarda, glukonapin ve epiprogoitrinin ise daha düşük miktarlarda olduğu görülmektedir. Ferioli ve ark. (2013) İtalya, Portekiz ve Türkiye kaynaklı yaprak lahanası yapraklarındaki toplam glukozinolat miktarlarını sırasıyla 1.96, 3.76 ve 1.67  $\text{mg g}^{-1}$  olarak bulmuşlardır. Türkiye'nin çeşitli şehirlerinden topladıkları yaprak lahanalardaki glukoberin, glukonapin, glukobrassisin, 4-metoksiglukobrassisin ve neoglukobrassisin miktarlarını sırasıyla ortalama 0.013, 0.027, 0.0835, 0.115 ve 0.010  $\text{mg g}^{-1}$  olarak elde etmişlerdir. Bireysel örnekler incelendiğinde; Trabzon, Giresun, Dereli, Orhan gibi 13 farklı lokasyondan toplanan yaprak lahanası örneklerinden sadece ikisinde glukoberin ve glukonapinin görüldüğü, kalan 11 lokasyonda bu alifatik

glukozinolatlara rastlanmadığını belirtmişlerdir. Glukobrassisin 0.593-0.940; 4-metoksiglukobrassisin 0.019-0.314 ve neoglukobrassisin ise 0.004-0.029  $\text{mg g}^{-1}$  arasında değişen oranlarda olmak üzere tüm örneklerdeki varlığını saptamışlardır. Park ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada yaprak lahanadaki progoitrin miktarını 0.22-3.60; sinigrin miktarını 0.29-7.92; glukonapin miktarını 0.23-1.89; glukobrassisin miktarını 0.45-9.99; 4-metoksiglukobrassisini 0.17-0.32 ve neoglukobrassisini ise 0.11-3.03  $\mu\text{mol g}^{-1}$  olmak üzere bu değerler arasında değişen miktarlarda olduğunu belirtmişlerdir. Her iki araştırmacı da farklı olarak glukoberin, 4-metoksiglukobrassisin ve neoglukobrassisin glukozinolatlarını elde etmiş olsa da, bu çalışmada Ferioli ve ark. (2013)'dan farklı olarak sinigrin ve her iki çalışmada da olmayan epiprogoitrin elde edilmiştir. Gratacós-Cubarsí ve ark. (2010)

karnabahar bitkisindeki intakt glukozinolatlarını inceledikleri çalışmalarında, beyaz karnabaharda en yüksek oranda sinigrin (28.42 mg/kg) ve glucoiberin (19.44 mg/kg); yeşil karnabaharda ise glucoiberin (254.96 mg/kg) ve glukorafanin (36.18 mg/kg) glukozinolatlarını bulmuşlardır. Tian ve ark. (2005) intakt glukozinolatların direk belirlemek üzerine yaptıkları çalışmada brokoli, brüksel lahanası ve karnabaharda 10 farklı glukozinolatı başarılı şekilde belirlemiş ve glukobiberin, sinigrin, progointrin, glucoerusin ve glukotropeolin için saptama limitlerini sırasıyla 1.75, 1.38, 1.36, 0.6 ve 0.63  $\mu\text{mol}$  olarak bulmuşlardır. Bunun dışında bu çalışmadan elde edilen sonuçlar araştırmacıların belirttiği sınırlar içerisinde olup, üst sınıra yakın bulunmuştur. Ferioli ve

ark. (2013)'nin belirttiği gibi, bazı glukozinolatların hiç bulunmayışı ve miktarlarının farklı oluşu; lokasyon, genotip, toprak, bakım ve iklim farklılıklarının bitkideki fitokimyasalların içeriğini ve miktarını farklı oranlarda etkilediğini ortaya koymaktadır.

### Yaprak lahanaya Yaprak Ekstraktlarının Toplam Fenol, Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

Yapılan analiz sonucunda yaprak lahanaya yaprak ekstraktlarındaki fenol miktarının 7.32 ile 11.63 mg GAE  $\text{g}^{-1}$  arasında değiştiği görülmüştür. Flavonoid miktarı 2.01-3.96  $\mu\text{g}$  QE  $\text{g}^{-1}$ ; IC50 değeri 1.31-1.91 mg  $\text{mL}^{-1}$  ve FRAP değerinin 13.42-29.77  $\mu\text{g}$  AAE  $\text{g}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

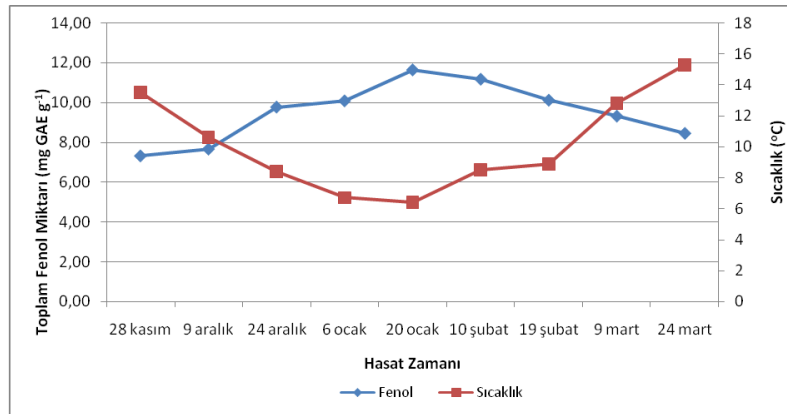
**Çizelge 3.** Yaprak lahananın fenol, flavonoid ve antioksidan aktivitesinin mevsimsel değişimi

**Table 3.** Seasonal variation of phenol, flavonoid and antioxidant activity of kale

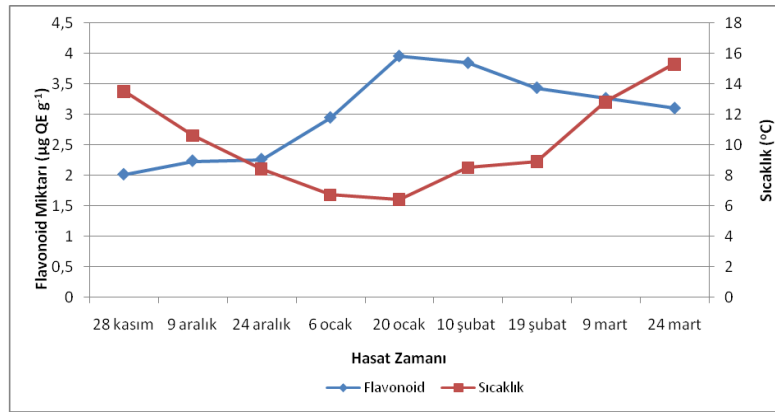
Toplama Tarihi	Fenol (mg GAE $\text{g}^{-1}$ )	Flavonoid ( $\mu\text{g}$ QE $\text{g}^{-1}$ )	IC50 değeri (%DPPH) (mg $\text{mL}^{-1}$ )	FRAP ( $\mu\text{g}$ AAE $\text{g}^{-1}$ )
28 Kasım	7.32 $\pm$ 0.025	2.01 $\pm$ 0.07	1.91 $\pm$ 0.002	17.73 $\pm$ 0.142
9 Aralık	7.66 $\pm$ 0.028	2.24 $\pm$ 0.07	1.90 $\pm$ 0.001	20.07 $\pm$ 0.124
24 Aralık	9.77 $\pm$ 0.054	2.26 $\pm$ 0.11	1.81 $\pm$ 0.006	23.72 $\pm$ 0.239
6 Ocak	10.08 $\pm$ 0.059	2.95 $\pm$ 0.06	1.72 $\pm$ 0.004	26.29 $\pm$ 0.415
20 Ocak	11.63 $\pm$ 0.057	3.96 $\pm$ 0.09	1.31 $\pm$ 0.003	29.77 $\pm$ 0.241
10 Şubat	11.16 $\pm$ 0.35	3.85 $\pm$ 0.13	1.36 $\pm$ 0.005	19.62 $\pm$ 0.22
19 Şubat	10.11 $\pm$ 0.074	3.44 $\pm$ 0.13	1.41 $\pm$ 0.002	17.33 $\pm$ 0.178

İncelenen bütün değerlerin ilk toplama tarihi olan 28 Kasım'da en düşük seviyede iken ilerleyen tarihlerde giderek arttığı, 20 Ocak'ta maksimum seviyeye ulaştığı, sonraki tarihlerde ise giderek düştüğü belirlenmiştir. Bu tarihler arasındaki Kahramanmaraş'ın iklim verileri değerlendirildiğinde sıcaklığın Kasım ayından Ocak Ayına kadar düştüğü Şubat ayından itibaren artışa geçtiği görülmektedir. Sıcaklığın düşmesiyle birlikte bir serin iklim bitkisi olan yaprak lahananın fenol-flavonoid miktarları artmış, sıcaklığın artmasıyla da test edilen

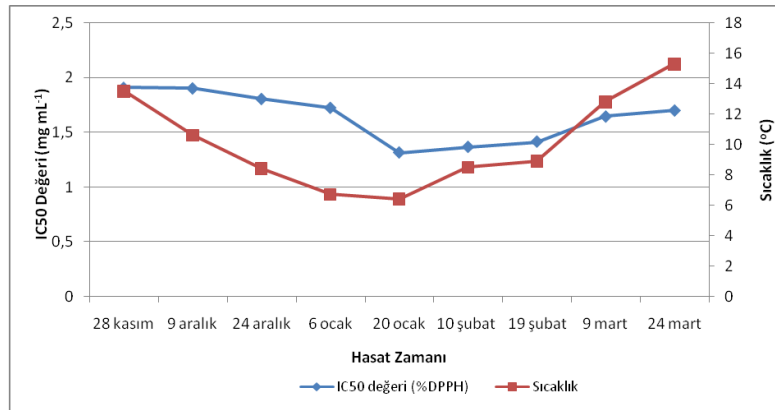
bileşenler düşmeye başlamıştır. IC50 değerindeki düşüş antioksidan güçteki artışı göstermektedir. Çizelge 3'de antioksidan etkilerin bir ölçüsü olan fenol, flavonoid ve FRAP değerlerindeki artış ile beraber IC50 değerinin düştüğü, bu değerlerin azalması ile de IC50 değerinin yükseldiği görülmektedir. IC50 değerleri ile fenol, flavonoid ve FRAP değerlerindeki değişim uyum göstermiştir. Sıcaklığa bağlı olarak antioksidan değerlerindeki değişim, Şekil 2, 3, 4. ve 5'te de görülmektedir.



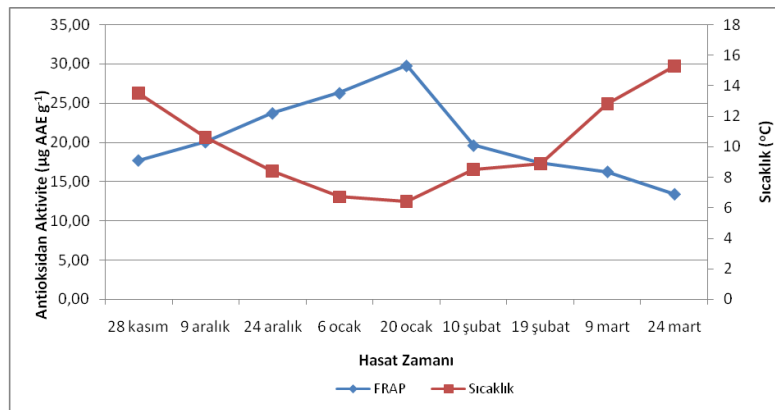
**Şekil 2.** Yaprak lahanaya yaprak ekstraktlarındaki fenol içeriğinin mevsimsel değişimi  
**Figure 2.** Seasonal variation of phenol content in leaf extracts of kale



**Şekil 3.** Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarındaki flavonoid içeriğinin mevsimsel değişimi  
**Figure 3.** Seasonal variation of flavonoid content in leaf extracts of kale



**Şekil 4.** Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarındaki IC50 değerinin mevsimsel değişimi  
**Figure 4.** Seasonal variation of IC50 value in leaf extracts of kale



**Şekil 5.** Yaprak lahanası yaprak ekstraktlarındaki FRAP içeriğinin mevsimsel değişimi  
**Figure 5.** Seasonal variation of FRAP content in leaf extracts of kale

Çalışmanın bu aşamasının temel amacı yaprak lahanasının özellikle vejetatif olarak etkin olduğu sonbahar, kış, ilkbahar periyodundaki mevsimsel değişimin biyoaktif madde içerikleri üzerindeki etkisini araştırmaktır. Genelde çalışmalar taze halde, pişirme işlemleri veya depolamamanın biyoaktif içerik üzerine

etkisi üzerine yoğunlaşmıştır ama bu tarz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Alibas (2009) mikrodalgayla, havayla ve vakum altında farklı sürelerde kurutmanın renk ve askorbik asit düzeyini etkilemesini incelemiş ve tüm kurutma yöntemlerinin bu değerleri düşürdüğü fakat en iyi sonucun mikrodalgayla kurutmada alındığını

belirtmiştir. Ferioli ve ark. (2013), İtalya, Portekiz ve Türkiye'den topladıkları yaprak lahanaya yapraklarındaki toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 14.09, 28.15 ve 18.51 mg g<sup>-1</sup> olarak belirtmişlerdir. Agarwal ve ark. (2017) yaprak lahanaya ile ilgili yaptıkları çalışmalarında toplam fenolü 35.64 mg g<sup>-1</sup>, toplam flavonoidi 13.98 mg g<sup>-1</sup>, DPPH IC50 değerini 18 µg ml<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Akdaş ve Bakkalbaşı (2017) taze yaprak lahanaya yapraklarındaki fenolik madde içeriğini 20.87 mg g<sup>-1</sup>, DPPH aktivitesini ise 30.4 mmol g<sup>-1</sup> elde etmişlerdir. Murtaza ve ark. (2005), antioksidan aktivitesinin ve toplam fenollerin içeriğinin farklı genotipler arasında farklı olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca yabancı genotiplerin yetiştirilenlerden daha yüksek antioksidan aktivite ve toplam fenol seviyesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Rosa ve ark. (1996) ve Charron ve ark. (2005) bahar mevsiminde yetiştirilen yaprak lahanaya ve diğer Brassica sebzelerinde, sonbahar mevsimine göre daha yüksek biyoaktif içerikler bulmuştur. Hagen ve ark. (2009), yaprak lahananın biyoaktif içerikleri üzerine hasat tarihi ve soğuk depolamanın etkisini araştırdıkları çalışmalarında, soğuk depolamanın antioksidan kapasitesi, toplam fenoller veya flavonol içeriği üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, ancak C vitamini ve çözünür şekerlerin içeriğini azalttığını bulmuşlardır. Araştırmacılar ayrıca lahanaya örneklerinin antioksidan kapasitesi ile toplam fenol ve flavonoller arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da fenol ve flavonoid düzeyi arttıkça

antioksidan aktivite artmış, azalmasıyla birlikte düşüş görülmüştür.

## SONUÇ

Bu çalışma, bir Karadeniz bitkisi olarak bilinen yaprak lahanaya üzerine Akdeniz şehri olan Kahramanmaraş'ta yapılan ilk çalışmadır. Bitkisel yağlar, temel beslenmeyi sağlamaktan biyo-yağlayıcı maddeler olarak kullanılmaya kadar geniş bir yelpazede insan yaşamının birçok yönünde önemli bir rol oynamaktadır. Lipid profillerinin incelenmesi, lipid moleküler türlerinin sağlık ve hastalıklardaki spesifik rolleri hakkında bilgi verir. Bu çalışmada besin olarak tüketilen yaprak lahanaya yapraklarının insan sağlığı için faydaları olan yağ asitleri ve glukozinolatlar bakımından zengin olduğu anlaşılmıştır.

Brassica sebzeleri arasında fitokimyasal içerikteki büyük değişim genotip farklılıklarıyla ilişkili olabilir, fakat aynı zamanda iklim koşulları ve kültürel uygulamalar, hasatta olgunluk ve hasat sonrası depolama ve taşıma prosedürlerinden de etkilenir. Bununla birlikte, bu faktörlerin yaprak lahanadaki biyoaktif bileşiklerin içeriği üzerindeki etkisini konu alan yeterince çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmayla birlikte yaprak lahanadaki biyoaktif içerik (fenol-flavonoid) ve antioksidan aktivite üzerine daha önce hiç araştırılmamış olan mevsimsel etki araştırılmış ve bolca tüketildiği kış mevsiminde biyoaktivitenin de yüksek olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Aberoumand, A., and S.S. Deokule. 2009. Studies on nutritional values of some wild edible plants from Iran and India. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(1): 26-31.
- Adachi, K., Tamai, H. and M. Sadai. 1989. *U.S. Patent No. 4,874,791*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Agarwal, A., Raj, N. and N. Chaturvedi. 2017. A Comparative Study on Proximate and Antioxidant Activity of *Brassica oleracea* (Kale) and *Spinacea oleracea* (Spinach) Leaves. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 4(4): 22-29.
- Akdaş, Z. Z. and E. Bakkalbaşı. 2017. Influence of different cooking methods on color, bioactive compounds, and antioxidant activity of kale. *International Journal of Food Properties*, 20(4): 877-887.
- Alibas, I. 2009. Microwave, vacuum, and air drying characteristics of collard leaves. *Drying Technology*, 27(11): 1266-1273.
- Asif, M. 2011. Health effects of omega-3, 6, 9 fatty acids: *Perilla frutescens* is a good example of plant oils. *Oriental Pharmacy & Experimental Medicine*, 11(1): 51-59.
- Ayaz, F. A., Glew, R. H., Millson, M., Huang, H. S., Chuang, L. T., Sanz, C. and S. Hayrioglu-Ayaz. 2006. Nutrient contents of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.). *Food Chemistry*, 96(4): 572-579.
- Balkaya, A., Yanmaz, R., Okumuş, A., Demir, E. and A. Ergün. 2004. Karadeniz Bölgesindeki Yaprak Lahanaya Gen Kaynaklarının Toplanması, Karakterizasyonu ve Değerlendirilmesi. *Tübitak Projesi Sonuç Raporu*, Proje No: TOGTAG-2826.
- Balkaya, A. and R. Yanmaz. 2005. Promising kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) populations from Black Sea region, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(1): 1-7.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and C.L.W.T. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science Technology*, 28(1): 25-30.
- Benzie, I.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.
- Carvalho, I.S.D., Miranda, I. and H. Pereira. 2006. Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. *Industrial Crops and Products*, 24(1): 75-78.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and J.C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3): 178-182.
- Charron, C.S., Saxton, A.M. and C.E. Sams. 2005. Relationship of climate and genotype to seasonal variation in the glucosinolate-myrosinase system. I. Glucosinolate content in ten cultivars of *Brassica oleracea* grown in fall and spring seasons. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 671-681.

- Comlekcioglu, N. 2011. Kahramanmaraş'ta yayılış gösteren bazı *Isatis* spp. (çivitotu) türlerinde farklı ekim zamanlarının verim unsurlarına etkisi ile boyama özellikleri ve boyarmadde miktarının saptanması. Doktora Tezi. K.S.U. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.
- Çakmakçı, S. and D.T. Kahyaoglu. 2012. Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bölümü, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5(2): 133-137.
- De Caterina, R. 2011. n-3 fatty acids in cardiovascular disease. New England Journal of Medicine, 364(25): 2439-2450.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I. and N. Temur. 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. Journal of Food Composition and Analysis, 20(3): 337-345.
- Feroli, F., Giambanelli, E., D'Antuono, L.F., Costa, H.S., Albuquerque, T.G., Silva, A.S., Hayran, O. and B. Koçoğlu. 2013. Comparison of leafy kale populations from Italy, Portugal, and Turkey for their bioactive compound content: phenolics, glucosinolates, carotenoids, and chlorophylls. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(14): 3478-3489.
- Ferres, F., Fernandes, F., Sousa, C., Valentão, P., Pereira, J.A. and P.B. Andrade. 2009. Metabolic and bioactivity insights into *Brassica oleracea* var. *acephala*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(19): 8884-8892.
- Freitas-Silva, L., de Araújo, T.O., da Silva, L.C., de Oliveira, J.A. and J.M. de Araujo. 2016. Arsenic accumulation in Brassicaceae seedlings and its effects on growth and plant anatomy. Ecotoxicology and Environmental Safety, 124: 1-9.
- Gratacós-Cubarsí, M., Ribas-Agustí, A., García-Regueiro, J. A. and M. Castellari. 2010. Simultaneous evaluation of intact glucosinolates and phenolic compounds by UPLC-DAD-MS/MS in *Brassica oleracea* L. var. *botrytis*. Food chemistry, 121(1): 257-263.
- Hagen, S. F., Borge, G. I. A., Solhaug, K. A. and G.B. Bengtsson. 2009. Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). Postharvest Biology and Technology, 51(1): 36-42.
- Hijova, E. and A. Chmelarova. 2007. Short chain fatty acids and colonic health. Bratislavské lekárske listy, 108(8): 354.
- Kırcı, S., İbrikçi, H., Gür, M.A., Özel, A., Karaaslan, D., Kırpık, M., Akıncı, C., Gül, İ. and M. İnan 2004. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinde azot miktarı ve bitki yoğunluğunun tohum verimi ve yağ oranına etkisi. TÜBİTAK TOGTAG TARP Proje No. 1778, 2001: 1-54. Proje sonuç Raporu.
- Lamien-Meda, A., Lamien, C. E., Compaoré, M. M., Meda, R. N., Kiendrebeogo, M., Zeba, B., Millogo, J.F. and O.G. Nacoulma. 2008. Polyphenol content and antioxidant activity of fourteen wild edible fruits from Burkina Faso. Molecules, 13(3): 581-594.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. and T.A. Van Beek. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food chemistry, 85(2): 231-237.
- Mohanty, B.P., Bhattacharjee, S., Paria, P., Mahanty, A. and A.P. Sharma. 2013. Lipid biomarkers of lens aging. Applied Biochemistry and Biotechnology, 169(1): 192-200.
- Mohn, T., Cutting, B., Ernst, B. and M. Hamburger. 2007. Extraction and analysis of intact glucosinolates—A validated pressurized liquid extraction/liquid chromatography-mass spectrometry protocol for *Isatis tinctoria*, and qualitative analysis of other cruciferous plants. Journal of Chromatography A, 1166(1): 142-151.
- Murtaza, I., Beigh, G.M., Shah, T.A., Hussain, A., Khan, A.A. and C. Kaur. 2005. Antioxidant activity and total phenolic content of kale genotypes grown in Kashmir valley. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 14: 215-217.
- Neslihan, T.E.K. 2006. Chromatographic determination of glycoalkaloids in eggplant. Doctoral dissertation, İzmir Institute of Technology.
- Obanda, M., Owuor, P. O. and S.J. Taylor. 1997. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. Journal of The Science of Food and Agriculture, 74(2): 209-215.
- Park, Y.J., Lee, H.M., Shin, M., Arasu, M.V., Chung, D.Y., Al-Dhabi, N. A. and S.J. Kim. 2017. Effect of different proportion of sulphur treatments on the contents of glucosinolate in kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) commonly consumed in Republic of Korea. Saudi Journal of Biological Sciences. Basımda.
- Romajaro, A., Botella, M. Á., Obón, C. and M.T. Pretel. 2013. Nutritional and antioxidant properties of wild edible plants and their use as potential ingredients in the modern diet. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 64(8): 944-952.
- Rosa, E.A.S., Heaney, R.K., Portas, C.A.M. and G.R. Fenwick. 1996. Changes in glucosinolate concentrations in *Brassica* crops (*B. oleracea* and *B. napus*) throughout growing seasons. Journal of the Science of Food and Agriculture, 71: 237-244.
- Samancıoğlu, A., Sat, I.G., Yıldırım, E., Ercişli, S., Juríková, T. and J. Mlček. 2016. Total phenolic and vitamin C content and antiradical activity evaluation of traditionally consumed wild edible vegetables from Turkey. Indian Journal of Traditional Knowledge, 15(2): 208-213.
- Sarıkamış, G., Yanmaz, R. and A. Balkaya. 2008. Ülkemize Özgü Bazı Beyaz Baş Lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata*) ve Yaprak Lahanası (*B.oleracea* var. *acephala*) Genotiplerinin Glukozinolat İçeriklerinin İncelenmesi. Tübitak Proje Sonuç Raporu. Proje No: 106O318.
- Sarıkurku, C., Targan, S., Ozer, M. S. and B. Tepe. 2017. Fatty acid composition, enzyme inhibitory, and antioxidant activities of the ethanol extracts of selected wild edible plants consumed as vegetables in the Aegean region of Turkey. International Journal of Food Properties, 20(3): 560-572.
- Tian, Q., Rosselot, R. A. and S.J. Schwartz. 2005. Quantitative determination of intact glucosinolates in broccoli, broccoli sprouts, Brussels sprouts, and cauliflower by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. Analytical Biochemistry, 343(1): 93-99.
- Tosun, İ., Tekgüler, B. and M. Evren. 2002. Kara lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala*)'nın Kuru Tuzlamayla Muhafazası. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, (1):32-35.
- Unien 14775. 2010. Solid biofuels, determining the ash content.
- Warwick, S.I., Francis, A. and R.K. Gugel. 2009. Guide to wild germplasm of *Brassica* and allied crops (tribe Brassiceae, Brassicaceae). Canada: Agriculture and Agri-Food Canada, 1-6.
- Wen, L.R., Guo, X.B., Liu, R.H., You, L.J., Abbasi, A.M. and X. Fu. 2015. Phenolic Contents and Cellular Antioxidant Activity of Chinese Hawthorn *Crataegus pinnatifida*. Food Chemistry, 186: 54-62.



**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):129-137

DOI: 10.20289/zfdergi.408799

Kadir İLHAN

## Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Hava İle Ön Soğutma ve Ozon Uygulamalarının Etkisi

The Efficacy of Precooling with Air and Ozone Treatments Against Postharvest Diseases of Pomegranate

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 16059, Bursa / Türkiye

sorumlu yazar: kadirilhan@uludag.edu.tr

Alınış (Received): 04.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.11.2017

### Anahtar Sözcükler:

Nar, ozon, ön soğutma, çürüme, mikrobiyal popülasyon

### ÖZET

**B**u çalışmada, gaz halinde uygulanan ozonun ön soğutma yapılan ve yapılmayan "Hicaznar" nar çeşidi meyvelerinin hasat sonrası hastalıklarına karşı etkisi araştırılmıştır. Hasat edilen nar meyveleri 2 gruba ayrılarak yarısına 20 saat süre ile ön soğutma yapılmış (ÖS+), diğer yarısına ise ön soğutma yapılmamış (ÖS-)’tir. Hasattan 20 saat sonra ozon gazı uygulamaları yapılmıştır. Gaz halindeki ozon nar meyvelerine hava sızdırmaz polietilenden oluşturulan kapalı bir hacimde uygulanmıştır. Uygulama yapılan meyveler ticari modifiye atmosfer paketler içerisinde 6°C’de %90-95 oransal nemde, 60 ve 120 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir. Birbirini tekrar eden iki nar sezonu içerisinde denemeler yürütülmüştür. Her iki denemenin 60 ve 120 gün süren muhafazalarında, ÖS+ ve ÖS- meyvelere ozon gazının 4200, 5000 ve 8100 CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn)) dozundaki uygulamaları genel olarak meyve çürüme yüzdesi (MÇY)’ni azaltmış ancak meyvelerde sırası ile zayıf (1), orta (2) ve şiddetli (3) şekilde değişen fitotoksisite görülmüştür. Her iki denemenin 120 gün muhafaza edilen ÖS+ meyvelerinde, ozon gazının 3500 CxT uygulamasının fitotoksisite görülmeksizin MÇY’ni kontrole göre önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Her iki denemenin her iki muhafaza döneminde de ÖS+ meyvelerde, ÖS- meyvelere göre daha düşük ozon gazı dozlarının MÇY’ni kontrole göre önemli düzeyde azalttığı bulunmuştur. Bu sonuç ön soğutma yapılmasının uygulamaların etkinliğini artırdığını göstermiştir. Ayrıca genel olarak tüm ozon gazı dozlarının meyve kaliksi içinde bulunan mikroorganizma popülasyonunu önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir.

### Key Words:

Pomegranate, ozone, pre-cooling, decay, microbial population

### ABSTRACT

**T**he efficacy of gaseous ozone on postharvest diseases of precooled pomegranates cv. Hicaznar was investigated in this study. Harvested fruit were divided into two groups and a group was precooled (PR+) with air for 20 hours, while other group was not precooled (PR-). Fruit were treated with ozone in an airtight chamber made from a polyethylene bag. Fruit treated with ozone were stored in commercially available modified atmosphere bags at 6 C and 90 to 95 % relative humidity for 60 and 120 days. The experiments were repeated in two consecutive growing seasons (2015 and 2016 years). The data obtained from the evaluations performed on 60<sup>th</sup> and 120<sup>th</sup> days of the first experiment (2015) and 60<sup>th</sup> days evaluation of the second experiment (2016) showed that ozone treatments at doses of 4200, 5000 and 8100 C x T (concentration as ppm x time as sec.) reduced decay incidence of fruit although caused phytotoxicity on fruit at ranges classified as week (1), moderate (2) and severe (3), respectively. The ozone treatment at a dose of 3500 C x T on precooled fruit significantly reduced the decay incidence without any visible phytotoxicity in both growing seasons in 120<sup>th</sup> days. The data obtained from the fruit harvest in both growing seasons and evaluated in two storage periods (60 and 120 days) showed that lower ozone concentrations were able reduce the decay incidence significantly on precooled fruit compared to that of none-precooled fruit. These results showed us that precooling increased the efficacy of ozone treatments. All ozone treatments reduced the microorganism population significantly in fruit calyx.



## GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda nar yetiştiriciliği çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Hasat edilen narın miktarındaki artışa bağlı olarak meyvelerinin muhafazası da aynı oranda önem kazanmıştır. Resmi verilere göre 2016 yılında Türkiye'deki nar üretimi 465200 tondur (Bügem, 2016). Bu üretimin 179920 tonu ihraç edilmektedir (Aibgs, 2016). Türkiye'de farklı nar çeşitleri bulunmakla birlikte ihracatın tamamına yakını "Hicaznar" çeşidi narlardan yapılmakta ve bu çeşit yaygın olarak yetiştirilmektedir (Yaman ve ark., 2015).

Nar meyvesinin hasat sonrası ömrünün; çeşide, hasat öncesi ekolojik koşullara, bakım işlerine, hasat uygunluğuna, ön soğutmanın yapılıp yapılmamasına, depolama koşullarına (sıcaklık ve oransal nem) ve hangi ambalaj materyalinin kullanıldığına bağlı olduğu bildirilmektedir (Gil et al., 2000; Heshi et al., 2001; Şen ve Eroğul, 2012).

Hasat sonrasında meyvenin sağlıklı ve uzun şekilde muhafaza edilmesi için pek çok uygulama yapılmaktadır. Ürünün bahçe sıcaklığının hızlı bir şekilde asıl depolama sıcaklığına düşürme olarak bilinen ön soğutma, meyve olgunlaşması ve yaşlanmasının geciktirilmesinde düşük sıcaklık uygulamalarına yardımcı olmakta ve meyvenin su kaybını azaltmaktadır (Kaynas and Sivritepe, 1995). Hızlı yapılan soğutma işleminin (ön soğutma) meyve üzerinde bulunan patojenlerin ürüne penetrasyonlarını ve dolayısı ile çürümeyi de geciktirdiği ve hatta patojenlere zarar verdiği bilinmekte ve hasat sonrası hastalıkları ile savaşım stratejileri içinde yer almaktadır. Ancak Türkiye'de nar muhafaza eden firmaların büyük bir kısmının diğer pek çok üründe olduğu gibi narda da ön soğutma (ÖS) yapmamaktadırlar. ÖS yapılamamasının nedenleri arasında nar sezonunun kısa olması, yüksek miktardaki ürünün bu kısa süre içinde işlenmesi zorunluluğu, soğuk hava depoları ve meyve işleme alanlarının teknik ve kapasite yetersizlikleri önemli rol oynamaktadır. Bunun dışında teknik bilgi eksikliği de ÖS yapılmamasında önemli bir faktördür.

Narın muhafazasını kısıtlayan en önemli faktörlerden biri de hasat sonrası dönemde ortaya çıkan hastalıklardır. Yurtdışında narın hasat sonrası hastalıkları ile savaşımında kimyasal mücadele yaygın olarak kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde fludioxonil (Scholar) aktif maddeli bir fungusit 2005 yılında *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. ve narın diğer hasat sonrası hastalıklarına karşı kullanılmak üzere ruhsatlandırılmış ve kullanımında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Tedford et al., 2005). Ancak kimyasalların insan, hayvan, doğal yaşam ve çevreye olumsuz etkileri nedeni ile kamuoyunda bunlara karşı ciddi endişelerin oluşmasına yol açmıştır. Bu sebeple hasat sonu hastalıklarının engellenmesinde kullanılabilecek yeni teknolojilerin geliştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

Ozon gıda endüstrisinde özellikle antimikrobiyal özelliğinden dolayı kullanılmaktadır. Yüksek oksidasyon yeteneği sayesinde organik ve inorganik maddeleri okside edebilmekte ve mikroorganizmaları hızla inaktive edebilmektedir. Ayrıca ozon kendiliğinden ve çok kısa süre içinde oksijene geri dönüşmesi ve herhangi bir kalıntı bırakmaması sebebi ile yaygın olarak kullanılan dezenfektanlara alternatif olarak görülmektedir (Tetik ve ark., 2006; Tabakoğlu, 2016). Ozon uygulamaları bugüne kadar pek çok sebze ve meyvenin ozonlu su ile yıkaması, depo atmosferine yüksek dozda kısa süreli veya düşük dozda uzun süreli gaz halinde verilmesi şeklinde yapılmıştır (Palou et al., 2002; Nadas et al., 2003; Ozkan et al., 2011).

Bu çalışma, Türkiye'de giderek artan nar muhafazasında ortaya çıkan meyve çürümmesine karşı, hasat sonrası hastalıklar ile savaşım yöntemlerinden olan ön soğutma ve ozon gazının kombine kullanılmasının meyve çürümeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Meyve materyali ve ön soğutma

Her iki deneme de Finike/Antalya bölgesinden temin edilen 'Hicaznar' nar çeşidinde 2015 (1.deneme) ve 2016 (2.deneme) yılı nar sezonunda yapılmıştır. Her deneme için meyveler aynı bahçeden hasat edilmişlerdir. Her iki denemede de aynı uygulamalar yapılmıştır. Hasattan hemen sonra bahçede yaralı ve çürük meyveler ayrılarak kalan sağlam meyveler, ÖS uygulanacaklar ve ÖS uygulanmayacaklar olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. ÖS yapılacak olan meyveler hızla soğutmalı araca yüklenerek ÖS işlemine alınmışlardır. ÖS işlemi meyvelerin nakliyesi sırasında da araçta devam etmiş ve hava ile soğutma yöntemi kullanılmıştır. ÖS yapılmayacak meyvelerde soğutma tertibatı olmayan bir başka araca yüklenmiştir. Her iki araçtaki meyveler 14 saat süren yolculuk sonrasında denemenin yapılacağı birime getirilmişlerdir. ÖS yapılarak soğutmalı araç ile getirilen meyveler hızla 6°C'deki soğuk hava deposuna konulmuş, ÖS yapılmadan uygulama yapılacak meyveler ise ortam sıcaklığında bekletilmişlerdir. Hasattan 20 saat sonra uygulamalara başlanmıştır. Bunun sebebi, nar muhafazası ve ihracatını ticari olarak gerçekleştiren firmaların meyveleri işleyerek uzun süreli muhafaza amacı ile soğuk havaya konulmaları için geçen sürenin yaklaşık 12-30 saat arasında değişmesidir. Uygulamadan hemen önce yapılan sıcaklık ölçümlerinde, ÖS uygulanmayan ve uygulanan meyvelerin meyve eti sıcaklığı sırası ile 1. denemede 22°C ve 7°C, 2.denemede ise 19°C ve 7°C olarak ölçülmüştür.

### Ozon gazı uygulaması

Ozon uygulaması 30 x 50 x 17 cm (en x boy x yükseklik) boyutlarındaki 8 adet meyve kasası üst üste konulduğunda onu çevreleyecek büyüklükteki (102x170

cm) bir polietilen paket içerisine meyvelerin bulunduğu kasalar konarak yapılmıştır. Ozon gazının bu kapalı hacim içinde sirkülasyonu için en üst ve en alt kasa boş bırakılmış, meyve konulmamıştır. Meyveler 2., 3., 4., 5., 6., ve 7. kasalarda olmak üzere her bir kasaya 5 kg meyve konulmuştur. Ayrıca ozon gazının uygulama sırasında tüm hacim içinde eşit dağılması için en alt kasaya bir sirkülasyon fanı (20 watt-220 volt-12 cm çap) konularak, uygulama sırasında çalıştırılmıştır. Paketin tamamı dışarıdan hava girişini engelleyecek şekilde izole edilmiştir. Pakette sadece 0.5 cm çapında bir tahliye deliği bırakılmıştır. Pakette bir tahliye deliği bulunmaması durumunda, uygulama yapılan ortama ozon gazı verildiğinde kapalı ortamda ilave basınç oluşmakta ve uygulama yapılan ozon gazının ortama girişi içeride fazladan oluşan gaz basıncı sebebi ile azalabilmektedir. Bu fazladan oluşan gaz basıncının önlenmesi için pakette tahliye deliği açılması zorunludur. Ozon gazı uygulamaları belirli konsantrasyonlarda ve belirli sürelerde yapılmıştır. Bu uygulamalar, CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn)) olarak ifade

edilmiştir. Ozon gazı 20 g/dk veriminde çalışan bir ozon jeneratöründen (OGN-20, Opalsu, Türkiye) elde edilmiştir. Paket içindeki ozon gazı konsantrasyonu ozon analizörü (Model M405, Teledyne, A.B.D.) ile uygulama boyunca sürekli olarak ölçülmüştür.

Uygulama sonunda meyveler nar için ticari olarak kullanılan modifiye atmosfer paketler (Trendlife®, Deka Plastik, İstanbul) içerisine konarak, 60 ve 120 gün süre ile 6°C'de, %90-95 oransal nemde muhafaza edilmişlerdir (Onur ve ark., 1992; Karaçalı, 2009). Her bir pakete 5 kg meyve konulmuştur. Her iki muhafaza süresi sonunda (60 ve 120 gün) meyvelerdeki çürük meyve yüzdesi ve fitotoksosite şiddetleri belirlenmiştir. Deneme her kasa bir tekerrür olmak üzere her bir uygulama altı tekerrürlü olarak tekrar edilmiştir. Elde edilen verilere ANOVA varyans analizi uygulanmış ve LSD ( $P \leq 0.05$ ) testi ile ortalamalar gruplandırılmıştır.

Ozon gazı uygulamaları sonrasında meyvelerde oluşan fitotoksosite şiddetinin belirlenmesi amacı ile bir skala (0-3) oluşturulmuştur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Ozon gazı uygulamalarının skala değerlerinin nar meyvesinde oluşturduğu fitotoksosite şiddeti

**Table 1.** Phytoxicity level of ozone treatments on pomegranate fruit according scale value

Fitotoksosite Şiddeti	Skala Değeri	Fitotoksosite belirtileri
Yok	0	-
Zayıf	1	- Meyve yüzeyinin %5'ini geçmeyen kabuktaki küçük çöküntülerdir (<1 mm çap ve <1 mm derinlik - pitting). - Çöküntülerin içi kahverengi değildir. - Çöküntüler ancak dikkatli bir son tüketicinin anlayabileceği kabuk deformasyonlarıdır. - Meyve kabuğunda kahverengileşme yoktur. - Fitotoksosite meyvenin ticari değerinde küçüğe olsa bir kayıp meydana getirebilecek görselliktedirler. Meyveler rahatlıkla hala taze ürün olarak pazarlanabilirler.
Orta	2	- Meyve toplam yüzeyinin % 5-15'i arasında kabukta görülen küçük kabuk çöküntüleridir (1-2 mm çap ve 1-2 mm derinlik). - Çöküntülerin içi kahverengidir. - Çöküntüler tüm son tüketicilerin anlayabileceği kabuk deformasyonlarıdır. - Meyve kabuğunda kahverengileşme yoktur. - Fitotoksosite meyvenin ticari değerinde mutlaka bir kayıp meydana getirecek görselliktedirler. Meyvelerin ticari değerinde azalma olsa da meyveler hala taze ürün olarak pazarlanabilirler.
Şiddetli	3	- Meyve toplam yüzeyinin % 15'inden daha büyük bir kabuk alanında görülen çöküntülerdir (>2 mm çap ve >2 mm derinlik). - Çöküntüler derin ve içi kahverengidir. - Çöküntüleri tüm son tüketiciler rahatlıkla tanırlar. - Meyve kabuğunda kahverengi bölgeler bulunmaktadır. - Fitotoksosite sonucu meyve taze ürün olarak ticari değerini kaybetmiştir ancak meyve suyu için kullanılabilir.

### Ozon gazının meyvedeki mikrobiyal yük üzerine etkisinin belirlenmesi

Ozon gazı uygulamasının nar meyvesindeki mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacı ile nar meyvelerinde yoğun olarak çürümenin başladığı yer olan kaliks bölgesi incelenmiştir. Nar meyvesinin soğuk havada depolanması sırasında kaliks bölgesinde bulunan pistiller üzerinde yoğun fungal gelişim görülmektedir. Pistillerde gelişen fungal mikroorganizmaların bazı meyvelerde kaliks bölgesinden

başlayan çürümelere neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle ozon uygulamaları yapıldıktan hemen sonra her kasadan tesadüfen 2 adet meyve seçilmiş ve meyvelerin kaliks bölgesi içine 1 ml steril saf su pipetlenerek 20 saniye süresince seri pipetleme yapılmıştır.

Toplam mikroorganizma yükünün belirlenmesi için Patates Dekstroz Agar (PDA), toplam maya ve fungal populasyonun belirlenmesinde 100 mgL<sup>-1</sup> streptomycin sülfat (Merck, Almanya) içeren PDA ve bakteriyel populasyonun belirlenmesinde 200 mgL<sup>-1</sup> cycloheximide

(Actidione, Sigma-Aldric, ABD) içeren Tryptic Soy Agar (TSA) kullanılmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere meyve kaliksinde pipetleme yapıldıktan sonra buradan alınan 100 µl örnek, içinde 900 µl steril fizyolojik saf su (%0.85 NaCl) bulunan steril eppendorf tüplere karıştırılmış ve aynı şekilde seri desimal (10 kat) seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden ilgili petri kaplarına 100 µl örnek alınmış ve besi ortamı üzerinde dağılması sağlanmıştır. Daha sonra petri kapları 24°C'de bakteri ve maya gelişimi için 2-3 gün, fungus gelişimi için 3-5 gün inkube edilip, gelişen koloniler sayılarak, meyve kaliksinde bulunan mikroorganizma yükü tespit edilmiştir. Her meyve bir tekerrür kabul edilmiş ve tekerrürde ilgili

mikroorganizma grubu için 5 petri kabı kullanılmıştır. Elde edilen verilere ANOVA testi uygulanmış ve LSD ( $P \leq 0.05$ ) testi ile ortalamalar ayrılmıştır. Analizden önce değerlere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Kaliks içinde bulunan mikroorganizma sayıları mililitre başına koloni oluşturan birim (cfu) olarak tanımlanmıştır.

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Her iki denemede de nar meyveleri, 60 ve 120 gün süre ile 6°C'de, %90-95 oransal nemde muhafaza edilmişlerdir. İlk denemede meyve çürümeye ait sonuçlar Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin ozon uygulamaları sonrası 60 gün 6°C'de muhafaza edilmesi sonucunda görülen meyve çürüme yüzdeleri ve fitotoksosite şiddetleri (1.deneme)

**Table 2.** Efficacy of ozone treatment on decay incidence and phytotoxicity level of precooled and none precooled fruit after 60 days of storage at 6°C (1<sup>st</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Çürüme (%)				Fitotoksosite	
	Ön soğutmasız		Ön soğutmalı		Ön soğutmasız	Ön soğutmalı
Kontrol	8.4*	A/a*	5.6	A/a	0	0
950 (1000 ppm-57 sn)	9.2	A/a	5.0	A/a	0	0
2.000 (1550 ppm-77 sn)	7.6	AB/a	4.6	AB/a	0	0
3.500 (2000 ppm-105 sn)	6.4	AB/a	4.2	AB/a	0	0
4.200 (1000 ppm-252 sn)	6.2	AB/ab	3.8	AB/b	1	1
5.000 (2360 ppm-127 sn)	5.2	AB/ab	2.6	BC/b	2	2
8.100 (3000 ppm-162 sn)	3.8	B/bc	1.0	C/c	3	3

<sup>†</sup>LSD Test: ( $P < 0.05$ ) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\*İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek büyük harfler ile, her bir satır ise faktöriyel deneme desenine göre değerlendirilerek küçük harfler ile gösterilmiştir.

**Çizelge 3.** Ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin ozon uygulamaları sonrası 120 gün 6°C'de muhafaza edilmesi sonucunda görülen meyve çürüme yüzdeleri ve fitotoksosite şiddetleri (1.deneme)

**Table 3.** Efficacy of ozone treatment on decay incidence and phytotoxicity level of precooled and none precooled fruit after 120 days of storage at 6°C (1<sup>st</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Çürüme (%)				Fitotoksosite	
	Ön soğutmasız		Ön soğutmalı		Ön soğutmasız	Ön soğutmalı
Kontrol	28.6*	A/a*	23.8	A/a	0	0
950 (1000 ppm-57sn)	27.2	A/a	21.6	AB/a	0	0
2.000 (1550 ppm-77 sn)	25.8	AB/a	20.2	ABC/a	0	0
3.500 (2000 ppm-105 sn)	21.2	AB/a	17.4	BCD/a	0	0
4.200 (1000 ppm-252 sn)	20.4	AB/ab	15.8	CD/b	1	1
5.000 (2360 ppm-127 sn)	18.2	AB/ab	13.2	DE/b	2	2
8.100 (3000 ppm-162 sn)	14.8	B/bc	10.6	E/c	3	3

<sup>†</sup>LSD Test: ( $P < 0.05$ ) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\*İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek büyük harfler ile, her bir satır ise faktöriyel deneme desenine göre değerlendirilerek küçük harfler ile gösterilmiştir.

İlk denemede 60 ve 120 gün süre ile muhafaza edilen nar meyvelerine uygulanan ozon gazının CxT dozu arttıkça hem ÖS yapılmayan ve hem de ÖS yapılan uygulamaların meyve çürüme yüzdeleri (MÇY)'nin azaldığı görülmüştür. ÖS yapılmayan meyvelerde her iki muhafaza süresinde de 8100 CxT ozon gazı uygulaması, ÖS yapılan meyvelerde de 60 gün muhafaza süresinde 5000 ve 8100 CxT ozon gazı uygulamaları, 120 gün muhafaza süresinde 3500, 4200, 5000 ve 8100 CxT ozon gazı uygulamalarının MÇY'lerinin kontrolden istatistiksel anlamda farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Kontrol grubu meyvelerde ÖS yapılmasının, ÖS yapılmayan meyvelere göre MÇY'ni önemli düzeyde azaltmadığı görülmüştür. Bunun yanında ÖS yapılan meyvelerde, ÖS yapılmayan meyvelere göre daha düşük ozon gazı dozlarında, MÇY'nin kontrole göre önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan ozon dozlarının 950, 2000 ve 3500 CxT değerlerinde meyvede fitotoksitate görülmemiştir. Ancak daha yüksek CxT uygulamalarında (4200, 500 ve 8100) sırası ile zayıf, orta ve şiddetli fitotoksitime rastlanmıştır. Fitotoksitate şiddeti açısından 60. ve 120. günlerde farklılık bulunmamıştır. Birinci denemede ön soğutma yapılan meyvelerin 120 gün süre ile yapılan muhafazasında, fitotoksitate görülmeyen en yüksek ozon gazı uygulaması olan 3500 CxT uygulaması, meyve çürümesini kontrole göre önemli düzeyde azaltmıştır. Aynı uygulamanın daha yüksek CxT dozlarında ise

fitotoksitate görülmüştür. Çalışmada ozon gazı yüksek konsantrasyon ve kısa süreli uygulama şeklinde yapılmıştır. Yüksek konsantrasyonda ozon gazının kullanımındaki amaç hasat sezonunun yoğunluğu içerisinde hızlı şekilde meyvelere uygulamaların yapılarak çürümelerin azaltılmasıdır. Benzer şekilde Gabler et al. (2010) üzümde yaptıkları çalışmada 2500 ppm ozon gazı konsantrasyonunu 120 dakika uyguladıkları meyvelerde meyve çürümesi kontrole göre önemli düzeyde azalmış ve üzüm salkımlarının sap kısımlarında fitotoksitate görmemişlerdir. Ancak aynı denemede benzer CxT uygulaması olan 5000 ppm ozon gazı konsantrasyonunun 1 saat süren uygulamasında meyve çürümesi kontrole göre önemli düzeyde azaltılmasına rağmen üzüm salkımlarının sap kısımlarında koyu renkli lekelerin oluştuğunu bildirmişlerdir.

İlk denemeye ait ozon gazı uygulamalarının meyve kaliksleri içerisindeki mikroorganizma sayıları üzerindeki etkileri Çizelge 4'de verilmiştir. ÖS yapılmayan ve yapılan meyvelerin kontrol uygulamalarındaki mikroorganizma sayıları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Genel olarak en düşük doz olan 950 CxT ozon gazı uygulaması dışındaki tüm ozon gazı uygulamaları mikroorganizma sayısını kontrole göre önemli seviyede azaltmışlardır. Uygulanan ozon gazı CxT değeri arttıkça, bazı uygulamaların arasındaki mikroorganizma sayıları da önemli derecede azalmıştır.

**Çizelge 4.** Ozon gazı uygulamalarının ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin kaliksleri içindeki mikroorganizma sayıları (cfu/ml) üzerine etkisi (1. deneme).

**Table 4.** Efficacy of ozone treatments on the microorganism population in the calyx of precooled and none precooled pomegranate fruit (1<sup>st</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Ön soğutmasız			Ön soğutmalı		
	Toplam mikroorganizma <sup>a</sup>	Fungus	Bakteri	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol	3.4*10 <sup>5x</sup> A*	8.2*10 <sup>4</sup> A	2.0*10 <sup>5</sup> A	4.4*10 <sup>5</sup> A	6.8*10 <sup>4</sup> A	3.4*10 <sup>5</sup> A
950 (1000 ppm-57 sn)	7.8*10 <sup>4</sup> B	5.4*10 <sup>4</sup> A	7.8*10 <sup>4</sup> B	4.0*10 <sup>5</sup> A	5.2*10 <sup>4</sup> A	3.0*10 <sup>5</sup> A
2.000 (1550 ppm-77 sn)	2.2*10 <sup>4</sup> C	9.6*10 <sup>3</sup> B	3.4*10 <sup>3</sup> C	5.6*10 <sup>4</sup> B	8.4*10 <sup>3</sup> B	5.8*10 <sup>3</sup> B
3.500 (2000 ppm-105 sn)	8.4*10 <sup>3</sup> CD	4.8*10 <sup>3</sup> B	1.2*10 <sup>3</sup> C	8.2*10 <sup>3</sup> B	3.2*10 <sup>3</sup> BC	2.0*10 <sup>3</sup> B
4.200 (1000 ppm-252 sn)	7.6*10 <sup>3</sup> DE	2.2*10 <sup>3</sup> B	6.0*10 <sup>2</sup> C	6.4*10 <sup>3</sup> C	1.4*10 <sup>3</sup> BC	9.0*10 <sup>2</sup> B
5.000 (2360 ppm-127 sn)	5.4*10 <sup>3</sup> DE	7.4*10 <sup>2</sup> B	3.6*10 <sup>2</sup> C	5.8*10 <sup>3</sup> C	7.8*10 <sup>2</sup> C	4.0*10 <sup>2</sup> B
8.100 (3000 ppm-162 sn)	1.0*10 <sup>3</sup> E	2.6*10 <sup>2</sup> B	1.4*10 <sup>2</sup> C	2.2*10 <sup>3</sup> C	2.6*10 <sup>2</sup> C	1.2*10 <sup>2</sup> B

<sup>x</sup>LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

<sup>a</sup>İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında değerlendirilmiştir.

İkinci denemenin meyve çürümesi ve fitotoksisite değerlendirmelerine ait sonuçlar Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir. İlk denemeye benzer şekilde ozon gazı uygulamalarının CxT dozu arttıkça hem ÖS yapılmayan ve hem de ÖS yapılan uygulamaların MÇY'nin azaldığı görülmüştür. İlk denemeden farklı olarak ÖS yapılmayan meyvelerde 8100 CxT uygulamasına ilave olarak 5000 CxT ozon gazı uygulamasının, ÖS yapılan meyvelerde de muhafaza dönemine göre farklılık göstermekle birlikte ilk denemeye benzer şekilde 3500, 4200 5000 ve 8100 CxT ozon gazı uygulamalarının da MÇY'ni kontrole göre önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. İkinci

denemede kullanılan tüm ozon gazı dozlarının meyvelerde oluşturduğu fitotoksisite şiddetleri 1.deneme ile paralellik göstermiştir. ÖS yapılan meyvelerde, 1. denemedeki 120 günlük muhafaza süresindeki sonuca benzer şekilde ikinci denemenin 120 gün süre ile yapılan muhafaza süresinde de 3500 CxT ozon gazı uygulaması, meyve çürümesini fitotoksisite görülmeden kontrole göre önemli düzeyde azaltmıştır. Benzer şekilde İlhan ve ark. (2014) 100 gün süre ile 7°C'de muhafaza edilen nar meyvelerinde 3500 CxT ozon gazı uygulamasında fitotoksisite görülmediğini ve kontrole göre MÇY'nin önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir.

**Çizelge 5.** Ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin ozon uygulamaları sonrası 80 gün 6°C'de muhafaza edilmesi sonucunda görülen meyve çürüme yüzdeleri ve fitotoksisite şiddetleri (2.deneme)

**Table 5.** Efficacy of ozone treatment on decay incidence and phytotoxicity level of precooled and none precooled fruit after 60 days of storage at 6°C (2<sup>nd</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Çürüme (%)				Fitotoksisite	
	Ön soğutmasız	A/a*	Ön soğutmalı	A/a	Ön soğutmasız	Ön soğutmalı
Kontrol	12.2*	A/a*	8.8	A/a	0	0
950 (1000 ppm-57 sn)	11.4	AB/a	8.6	A/a	0	0
2.000 (1550 ppm-77 sn)	10.8	AB/ab	7.2	AB/b	0	0
3.500 (2000 ppm-105 sn)	8.4	ABC/ab	6.4	AB/b	0	0
4.200 (1000 ppm-252 sn)	8.0	ABC/b	5.8	BC/b	1	1
5.000 (2360 ppm-127 sn)	7.2	BC/b	3.6	CD/c	2	2
8.100 (3000 ppm-162 sn)	5.8	C/b	1.2	D/c	3	3

†LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\*İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek büyük harfler ile, her bir satır ise faktöriyel deneme desenine göre değerlendirilerek küçük harfler ile gösterilmiştir.

**Çizelge 6.** Ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin ozon uygulamaları sonrası 120 gün 6°C'de muhafaza edilmesi sonucunda görülen meyve çürüme yüzdeleri ve fitotoksisite şiddetleri (2.deneme)

**Table 6.** Efficacy of ozone treatment on decay incidence and phytotoxicity level of precooled and none precooled fruit after 120 days of storage at 6°C (2<sup>nd</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Çürüme (%)				Fitotoksisite	
	Ön soğutmasız	A/a*	Ön soğutmalı	A/a	Ön soğutmasız	Ön soğutmalı
Kontrol	50.4*	A/a*	43.4	A/a	0	0
950 (1000 ppm-57 sn)	48.6	A/a	42.6	A/a	0	0
2.000 (1550 ppm-77 sn)	42.8	AB/a	37.2	AB/a	0	0
3.500 (2000 ppm-105 sn)	38.2	AB/ab	31.4	BC/b	0	0
4.200 (1000 ppm-252 sn)	36.8	ABC/ab	28.8	BC/b	1	1
5.000 (2360 ppm-127 sn)	30.4	BC/bc	23.4	CD/c	2	2
8.100 (3000 ppm-162 sn)	23.6	C/b	17.8	D/b	3	3

†LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\*İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek büyük harfler ile, her bir satır ise faktöriyel deneme desenine göre değerlendirilerek küçük harfler ile gösterilmiştir.

İlk denemeye benzer şekilde kontrol grubu meyvelerde ÖS yapılmasının, ÖS yapılmayan meyvelere göre MÇY'ni önemli düzeyde azaltmadığı görülmüştür.

İkinci denemede her iki muhafaza zamanında kontrol meyvelerindeki çürüme yüzdesinin, 1. denemede kontrol meyvelerinin çürüme yüzdesinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebeplerinden birisi 2. denemede meyvelerin yağmurdan sonra hasat edilmesidir. Yağış ve nemli hava ile birlikte patojen baskısı ve mikroorganizma yoğunluğunun artması her zaman beklenen bir durumdur. Bunun dışında, Karaçalı (2009) çürüklük gelişimi bakımından yıllar arasında fark olmasında, hasat öncesi ekolojik koşullar ve bakım işlerinin etkili olduğunu bildirmektedir. Bunun yanında hasat, hasat sonrası ve depolama süresince yapılan hataların kalite ve çürüklük kayıplarını arttırabileceği de dikkate alınmalı ve ürünün depolanmasında kaliteyi etkileyen tüm faktörler birlikte düşünülmelidir (Şen ve Eroğul, 2012). Bu çalışmada aynı bahçeden farklı yıllarda alınan aynı çeşit nar meyvelerinde farklı çürüme oranlarının tespit edilmesi araştırmacıların görüşlerini doğrulamaktadır.

Her iki denemede de çürüyen meyveler makroskobik olarak incelendiklerinde, meyvenin taç bölgesi ve diğer kısımlarında ağırlıklı olarak *B. cinerea* çürüklüğe sebep olmuş, bunu *Coniella granati* (Saccardo) Petrak & Sydow takip etmiştir. Bunu yanında diğer patojenlerden kaynaklanan çürümeler ve karışık enfeksiyonlar bu iki patojenin oluşturduğu enfeksiyon sayısına göre çok daha az düzeyde gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmada, nar meyvesinde fitotoksisitenin ortaya çıkışı, MÇY'ni daha etkili şekilde azaltacak ozon gazı CxT dozlarına ulaşmasını engellemektedir. Yürütülen çalışmada ozon gazı yüksek konsantrasyonda ve kısa süre ile uygulanmaktadır. Ozon gazının yüksek konsantrasyonda kullanılması fitotoksisiteyi artırmaktadır. Ancak ekonomik analizleri yapılmak ve kayıpları göz önüne alınmak kaydı ile zayıf fitotoksisite görülen 4200 CxT ozon gazı dozunun taze veya nar suyu tüketimi için kullanılan nar meyvelerine uygulanması da mümkün olabilir. Bunun yanında, ozon gazının daha düşük dozlarda ve daha uzun sürelerde uygulanmasının nar meyvesinde oluşturacağı fitotoksisite ve MÇY üzerindeki etkisi de sonraki çalışmalarda araştırılmalıdır. Çünkü farklı meyveler üzerinde düşük konsantrasyondaki ozon gazının uzun süre uygulanması ile fitotoksisite görülmesinin meyve çürüklüğünün başarılı şekilde azaltıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Feliziani et al., 2014; Tabakoğlu, 2016).

Her iki denemede de kontrol uygulamasında ÖS yapılmasının meyve çürümesini azaltıcı ilave bir etkisi ortaya çıkmamıştır (Çizelge 2, 3, 5 ve 6). Buna rağmen her iki denemede de ÖS yapılan meyvelerde, ÖS yapılmayan meyvelere göre daha düşük ozon gazı dozlarında meyve çürümesinin kontrole göre önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Örneğin, 1. ve 2. denemenin 120 günlük muhafaza süresinde MÇY'nin kontrole göre önemli düzeyde azaltılması, ÖS yapılan meyvelerde 3500 CxT ve üzeri ozon gazı uygulamalarında gerçekleşirken, ÖS yapılmayan meyvelerde ancak 5000 ve 8100 CxT ozon gazı uygulamalarında gerçekleşmiştir (Çizelge 3 ve 6). Bu sonuçlar ÖS'nin ozon gazı uygulamalarının etkinliğini artırdığını göstermektedir.

Buna rağmen pek çok sebze ve meyvede sadece hızlı ÖS yapılmasının ürünün hasat sonrası ömrünü artırdığı bildirilmektedir. Gariepy et al. (1991) kuşkonmazda ÖS yapılmasının kayıpları %20 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Çalışmada sadece ön soğutma uygulamalarının kontrol meyvelerindeki çürüme yüzdesini önemli derecede azaltmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2, 3, 5 ve 6). Bunun nedeninin nar meyvelerindeki latent enfeksiyonlar olduğu söylenebilir. Latent enfeksiyonların bulunması ve fazla olması ozon gazı uygulamalarının etkisini de azaltacaktır. Bunun en önemli nedeni ozon gazının temas ettiği yüzeylerde etkili olması, doku içerisine penetrasyon özelliğinin bulunmamasıdır (Smilanick et al., 1999; Hur et al., 2005). Latent enfeksiyonların önlenmesi ancak çiçek zamanından itibaren yapılacak, fungusit uygulamaları ile mümkün olabilir. Farklı yıllar veya aynı yıl içinde yapılan çalışmalarda da, MÇY'leri arasında farkların bulunmasında latent enfeksiyonların da etkilerinin olacağı dikkate alınmalıdır.

İkinci denemeye ait ozon gazı uygulamalarının meyve kaliksleri içerisindeki mikroorganizma popülasyonu üzerindeki etkileri Çizelge 7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar 1. deneme ile paralellik göstermiştir. Ancak 2. denemede kontrol meyvelerinin kaliksleri içindeki mikroorganizma sayılarının, 1. denemeden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bununla ilişkili olarak 2. denemede tüm uygulamalarda, 1. denemeye göre daha yüksek çürük meyve yüzdesi ortaya çıkmıştır. Ancak meyve çürümesine etki eden tek sebebin mikroorganizma yoğunluğu olmadığı hasat öncesi ve sonrası tüm uygulamaların meyve çürümesini doğrudan etkilediği bilinmektedir.

**Çizelge 7.** Ozon gazı uygulamalarının ön soğutma yapılan ve yapılmayan nar meyvelerinin kaliksleri içindeki mikroorganizma sayıları (cfu/ml) üzerine etkisi (2. deneme).

**Table 7.** Efficacy of ozone treatments on the microorganism population in the calyx of pre-cooled and none pre-cooled pomegranate fruit (2<sup>nd</sup> experiment)

Uygulamalar CxT (konsantrasyon (ppm) X süre (sn))	Ön soğutmasız			Ön soğutmalı		
	Toplam mikroorganizma <sup>a</sup>	Fungus	Bakteri	Toplam mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol	4.4*10 <sup>6</sup> A	6.8*10 <sup>5</sup> A	2.5*10 <sup>6</sup> A	5.2*10 <sup>6</sup> A	4.7*10 <sup>5</sup> A	3.8*10 <sup>6</sup> A
950 (1000 ppm-57 sn)	2.8*10 <sup>5</sup> B	1.5*10 <sup>5</sup> B	1.8*10 <sup>5</sup> B	2.5*10 <sup>5</sup> B	1.2*10 <sup>5</sup> B	2.4*10 <sup>5</sup> B
2.000 (1550 ppm-77 sn)	2.2*10 <sup>5</sup> B	8.8*10 <sup>4</sup> BC	7.5*10 <sup>4</sup> BC	2.0*10 <sup>5</sup> BC	5.3*10 <sup>4</sup> C	8.7*10 <sup>4</sup> BC
3.500 (2000 ppm-105 sn)	9.5*10 <sup>4</sup> B	7.7*10 <sup>4</sup> BC	3.8*10 <sup>4</sup> CD	8.6*10 <sup>4</sup> BC	2.2*10 <sup>4</sup> CD	4.2*10 <sup>4</sup> BC
4.200 (1000 ppm-252 sn)	8.7*10 <sup>4</sup> B	3.2*10 <sup>4</sup> CD	1.0*10 <sup>4</sup> D	7.7*10 <sup>4</sup> BC	1.1*10 <sup>4</sup> D	9.0*10 <sup>3</sup> C
5.000 (2360 ppm-127 sn)	5.3*10 <sup>4</sup> B	3.1*10 <sup>4</sup> CD	6.6*10 <sup>3</sup> D	3.1*10 <sup>4</sup> C	8.7*10 <sup>3</sup> D	6.5*10 <sup>3</sup> C
8.100 (3000 ppm-162 sn)	2.2*10 <sup>4</sup> B	1.7*10 <sup>4</sup> D	4.6*10 <sup>3</sup> D	2.3*10 <sup>4</sup> C	6.6*10 <sup>3</sup> D	3.7*10 <sup>3</sup> C

<sup>a</sup>LSD Test: (P<0.05) önemlilik seviyesinde aynı harfler arasında istatistik anlamda fark bulunmamaktadır.

\*İstatistik analizde her bir sütun kendi arasında değerlendirilmiştir.

## SONUÇ

Çalışmada gaz halinde uygulanan ozonun ön soğutma yapılan ve yapılmayan "Hicaznar" nar çeşidi meyvelerinin hasat sonrası hastalıklarına karşı etkisi araştırılmıştır. Yürütülen her iki denemede de uygulanan ozon gazı CxT değerlerinin yükselmesinin MÇY'ni sayısal olarak azalttığı görülmüştür. Meyve çürümesinin azalmasında kontrole göre istatistik önemde farklılık, her iki denemede aynı olmamakla birlikte 3500, 4200, 5000 ve 8100 CxT ozon gazı dozlarında ortaya çıkmıştır. Özellikle her iki denemenin 120 gün süren muhafazasında ÖS yapılan meyvelerde 3500 CxT ozon gazı uygulamasında fitotoksitate görülmemiş ve MÇY'si kontrole göre önemli düzeyde azalmıştır. Her iki denemede de 4200, 5000 ve 8100 CxT ozon gazı uygulamalarında sırası ile zayıf (1), orta (2) ve şiddetli (3) fitotoksitate görülmüştür. Uygulanan en düşük doz olan 950 CxT ozon gazı dozu da kısmen dahil olmak üzere diğer tüm ozon gazı dozlarının, meyve kaliksinde bulunan mikroorganizma popülasyonunu kontrole göre etkili şekilde azalttığı belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aibgs, 2016. 2015-2016 Ocak-aralık dönemi Türkiye geneli yaş meyve ve sebze ihracatı yapılan ilk 20 madde. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, yaş meyve ve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu (2015/2016 Ocak-Aralık ayı). Erişim tarihi:24-4-2017. <http://www.akib.org.tr/files/downloads/ArastirmaRaporlari/YSM/ocak-aralik-2016.pdf>
- Bügem, 2016. Meyve üretim miktarları-2. Erişim tarihi:24-4-2017. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>
- Feliziani, E., Romanazzi, G. and J.L. Smilanick. 2014. Application of low concentrations of ozone during the cold storage of table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 93:38–48.
- Gabler, F.M., Smilanick, J.L., Mansour, M.F. and H. Karaca. 2010. Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 55:85–90.
- Garipey, Y., Raghavan, G.S.V., Castaigne, F., Arul, J. and C. Willemot. 1991. Precooling and modified atmosphere storage of green

- asparagus. Journal of Food Processing and Preservation, 15(99):215-224.
- Gil M.I., Toma's-Barbera'n, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and A.A. Kader. 2000. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:4581-4589.
- Heshi, A.B., Garande, V.K., Wagh, A.N. and H.S. Katore. 2001. Effect of Pre-Harvest Sprays of Chemicals on The Quality of Pomegranate Fruit (*Punica granatum* L.) cv G-137. Agricultural Science Digest, 21(1):25-27.
- Hur, J.S., Oh, S.O., Lim, K.M., Jung, J.S., Kim, J.W. and Y.J. Koh. 2005. Novel effects of TiO<sub>2</sub> photocatalytic ozonation on control of postharvest fungal spoilage of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 35:109-113.
- İlhan, K., Şehirli, S., Karabulut, O.A ve Ü. Arslan. 2014. Narin hasat sonrası hastalıklarına karşı ozon uygulamalarının etkisi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri (3-5 Şubat 2014, Antalya), s. 294.
- Karaçalı, İ. 2009. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova, İzmir. s. 486.
- Kaynas, K. and H.O. Sivritepe. 1995. Effect of pre-cooling treatments on storage quality of mature green tomatoes. Acta Horticulturae, 412:200-209.
- Nadas, A., Olmo, M. and J.M. Garcia. 2003. Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. Journal of Food Science, 68(5):1798-1802.
- Onur, C., Pekmezci, M., Tibet, H., Erkan, M., Kuzu, S. ve P. Tandogan, 1992. Hicaznarının soğukta muhafazası üzerinde bir araştırma. 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir. Cilt 1, s. 449-452.
- Ozkan, R., Smilanick, J.L. and O.A. Karabulut. 2011. Toxicity of ozone gas to conidia of *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, and *Botrytis cinerea* and control of gray mold on table grapes. Postharvest Biology and Technology, 60:47-51.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., Adaskaveg, J.E. and J.F. Zoffoli. 2002. Effects of continuous 0,3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. Postharvest Biology and Technology, 24:39-48.
- Smilanick, J.L., Crisosto, C. and F. Mlikota. 1999. Postharvest Use of Ozone on Fresh Fruit. Perishables Handling Quarterly, No. 99
- Şen, F. ve D. Eroğul. 2012. Adıyaman ilinde yetiştirilen 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama sürecindeki kalite değişiminin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2):103-111.
- Tabakoğlu, N. 2016. Ozon gazı uygulamasının karadutun (*Morus nigra* L.) mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi üzerine etkisi. T.C. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 79s.
- Tedford E.C., Adaskaveg, J.E. and A.J. Ott, 2005. Impact of Scholar (a new post-harvest fungicide) on the California pomegranate industry. Plant Health Progress doi:10.1094/ PHP-2005-0216-01-PS. Online, www.plantmanagementnetwork.org.
- Tetik, N., Topuz, A., Turhan, İ. ve M. Karhan. 2006. Meyve ve sebzelerin işlenmesi ve muhafazasında ozon uygulamaları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. s. 281-293.
- Yaman, S., Öcal, Ö., Toprak, Z., Avcı, F., Bayazit, S. ve O. Çalışkan. 2015. Farklı yükseltilerde yetiştirilen 'Hicaznar' çeşidinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Meyve Bilimi, 2:9-15.





**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):139-145

DOI: 10.20289/zfdergi.408806

Ercan YILDIZ<sup>1</sup>  
Mustafa KAPLANKIRAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Usak University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Horticulture, 64200, Uşak/ Turkey

<sup>2</sup> Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 31034, Hatay / Turkey

corresponding author: ercan.yildiz@usak.edu.tr

## Performances of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma Mandarins on Different Rootstocks in Eastern Mediterranean of Turkey

Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 'Okitsu' ve 'Clausellina' Satsuma Mandarin Çeşitlerinin Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki Performansları

Alınış (Received): 06.09.2017 Kabul tarihi (Accepted): 30.11.2017

### Key Words:

*Citrus unshiu* Marc., cultivar, canopy growth, yield efficiency, fruit quality

### Anahtar Sözcükler:

*Citrus unshiu* Marc., çeşit, taç gelişimi, verim etkinliği, meyve kalitesi

### ABSTRACT

The experiment was installed in Dörtöy, Turkey with the aim of evaluating the effects of the rootstocks of sour orange, Carrizo and Troyer citranges on plant growth, yield and fruit quality of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.). 'Okitsu' Satsuma trees had the highest cumulative yield on Carrizo and Troyer citranges. Plants of this cultivar on sour orange had significant higher yield efficiency than trees on the other rootstocks. While 'Clausellina' Satsuma trees budded on Carrizo citrange had higher cumulative yield, yield efficiency of this cultivar had higher on Troyer citrange. The larger trees of 'Clausellina' Satsuma were those on Carrizo citrange, although canopy growth of 'Okitsu' Satsuma trees budded on Carrizo and Troyer citranges were similar. Fruit weight was highest in fruits of both 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma cultivars budded on sour orange. The rind thickness and total soluble solids (TSS) of both cultivars were not affected by the rootstocks. The fruits of 'Okitsu' Satsuma trees on Carrizo citrange had higher juice content and high TSS:titratable acidity (TA) ratios were observed in fruits of 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange. Instead of sour orange, Troyer citrange is suitable rootstocks for 'Clausellina' Satsuma, whereas both rootstocks evaluated are adequate for 'Okitsu' Satsuma.

### ÖZET

Deneme, 'Okitsu' ve 'Clausellina' (*Citrus unshiu* Marc.) Satsuma mandarin çeşitlerinin turunc, Carrizo ve Troyer sitranji anaçları üzerindeki bitki gelişimi, meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla Dörtöy'de kurulmuştur. Çalışmada, 'Okitsu' çeşidinde en yüksek kümülatif meyve verimi Carrizo ve Troyer sitranji anaçları üzerinde belirlenirken, verim etkinliği yönünden turunc anacı diğer anaçlara göre daha yüksek değerler göstermiştir. 'Clausellina' çeşidinde en yüksek kümülatif verim Carrizo sitranji üzerinde belirlenirken, verim etkinliği Troyer sitranji üzerinde daha yüksek bulunmuştur. 'Okitsu' çeşidinde Carrizo ve Troyer sitranji anaçları benzer taç büyüklüğü gösterirken, 'Clausellina' çeşidinde en büyük taçlı ağaçlar Carrizo sitranji üzerinde belirlenmiştir. Meyve ağırlığı hem 'Okitsu' hemde 'Clausellina' çeşitlerinde turunc anacı üzerindeki ağaçlarda daha yüksek elde edilmiştir. Her iki çeşidin meyvelerinde kabuk kalınlığı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı anaçlar tarafından istatistik olarak etkilenmemiştir. 'Okitsu' çeşidinde Carrizo sitranji üzerindeki meyveler daha yüksek usare içeriğine sahip olmuştur. 'Clausellina' çeşidinde meyvelerin SÇKM/asit içeriğinin Carrizo sitranji üzerine aşılı ağaçlarda daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, turunc anacına alternatif olarak 'Clausellina' çeşidinde Troyer sitranji, 'Okitsu' çeşidinde ise hem Carrizo sitranji hemde Troyer sitranji anacının kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

### INTRODUCTION

The citrus production of Turkey has reached at 3 181 359 tons in 2014, with an increase of 80% in last 20 years. Total citrus production of Turkey is

composed of orange the first (1 779 675 tons), mandarin the second (1 046 899 tons) and lemon the third (725 230 tons) species (FAOSTAT, 2014). Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) represents 86% of the

total mandarin production in Turkey. 'Owari' is the main Satsuma in Turkey; however, 'Okitsu' in early 1990's and 'Clausellina' in late 1990's have been planted in the orchards (Cinar, 2004). 'Okitsu' is obtained from a nucellar seedling from a controlled pollination of 'Miyagawa'. It is earlier than both 'Miyagawa' and 'Owari' and has lower acidity and relatively higher soluble solids (Saunt, 1990; Davies and Albrigo, 1998). 'Clausellina', a bud mutation from 'Owari' reaches acceptable maturity about three weeks ahead of 'Owari'. However, the quality and sweetness are lower, when fully mature. 'Clausellina' is much more popular than 'Owari' on account of its earlier maturity. Kaska et al. (2005) suggested the use of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins to extend the harvest period and to avoid marketing problems in both domestic and foreign markets.

The rootstock could affect many features of citrus growth and development, consisting yield, fruit quality, and tolerance to stress caused by biotic and abiotic factors (Filho et al., 2007). Trifoliate orange, Troyer and Carrizo citranges are also used, however the main rootstock of Turkish citrus production is sour orange, highly susceptible to tristeza virus (Wallace, 1956; Salibe, 1974). The problem of tristeza in Turkey has necessitated a research program to replace sour orange with rootstocks tolerant to tristeza for almost all the commercial cultivars (Tuzcu et al., 1998; Kaplankiran et al., 2005; Demirköser et al., 2009). The utilization of Carrizo citrange has been raised recently notably in Eastern Mediterranean Region of Turkey. Trifoliate orange was used in old Satsuma orchards of Aegean Region of Turkey (Kaplankiran et al., 2005).

This paper focused on finding the performance of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins budded on three rootstocks and evaluate the results to make suggestions to region's growers in the Dörtüyl, Eastern Mediterranean Region, Turkey.

## MATERIAL and METHOD

### Plant Material and Field Trial

'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins were budded on sour orange (*C. aurantium* L. var. 'Yerli'), Carrizo and Troyer citranges (*C. sinensis* (L.) Osb. X *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) rootstocks. The experiment was carried out at Dörtüyl Research Station (Longitude, 36° 09' E; Latitude, 36° 51' N; Elevation: 9 m above sea level), Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, with soil conditions described as sandy-silt texture. The soil had characteristics of 17.6% coarse sand, 37.6% fine sand, 23.8% silt, 22% clay and slightly alkaline to alkaline in the soil profile. The pH levels were 7.80, 7.98 and 8.25 for 0–30, 30–60 and 60–90 cm depth,

respectively, rich in carbonate content; 61–63 g kg<sup>-1</sup> for 0–60 cm and 113.5 g kg<sup>-1</sup> for 60–90 cm depth.

The climate, according to Köppen climate classification, is of the Csa type (subtropical with moderate and rainy winters, hot and dry summers), with 23.1°C yearly maximum temperature, 14.0°C yearly minimum temperature, 18.2°C yearly average temperature, and 729.6 mm annual rainfall. In the horticultural research station, the most common crops are subtropical and citrus species (mandarin, orange and grapefruit). Trees were planted in November 1998 and February 1999. The experimental orchard was encircled by several other citrus such as 'Silverhill 22-9', 'Fremont', 'Nova', 'Robinson', 'Rhode Red Valencia', 'Midnight Valencia' and 'Valencia Late'.

### Growth measurements, fruit yield and quality characteristics

In order to obtain the mean diameter, and canopy height and canopy diameter in the two tree directions were calculated after harvesting in each season at the end of December. By considering canopy as a prolate spheroid and applying the formula:  $CV = 4/3 \pi ab^2$  where  $a$  is the major axis length/2, and  $b$  is the minor axis length/2, the canopy volume (CV) was measured from canopy height and spread (Westwood, 1993). Besides, stock and scion trunk circumferences were calculated as 10 cm below and above the bud union and their scion/stock ratio was measured. The scion trunk circumferences were converted to trunk cross-sectional area (TCSA). The yield efficiency was estimated as the ratio of yield to canopy volume (kg/m<sup>3</sup>) for each rootstock in the 13<sup>th</sup> year after planting (YAP).

The alternate bearing index (ABI) was measured by taking into consideration fruit yield between the 9<sup>th</sup> YAP and the 13<sup>th</sup> YAP, using the expression below (Monselise and Goldschmidt, 1982):

$$ABI = \frac{1}{n-1} \times \left\{ \frac{|a_2 - a_1|}{a_2 + a_1} + \frac{|a_3 - a_2|}{a_3 + a_2} + \dots + \frac{|a_n - a_{n-1}|}{a_n + a_{n-1}} \right\}$$

The  $n$  in the formula symbolizes number of years, and  $a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n$  represent yields of the corresponding years.

Harvest occurred on the late September of each year. Total fruit mass production was registered for each plant. The cumulative yield/tree was calculated for the 9<sup>th</sup> YAP through the 13<sup>th</sup> YAP (5-years cumulative yield).

In all five experimental years, 20 fruits per tree were collected to evaluate fruit quality. Fruits were weighed, and fruit diameter and rind thickness were determined with a digital caliper. Fruit juice was extracted with an electrical squeezer. The juice content (%) was measured

by the relation juice weight: fruit weight. Total soluble solids (TSS) content was identified by direct reading in a hand refractometer (Atago ATC-1E model). Titratable acidity (TA) was determined by titrating of 10 ml of juice with 0.1 N NaOH to an endpoint of pH 8.1 and expressed as g citric acid/100 ml fruit juice. Ratio was calculated by the relation TSS: TA.

### Experimental design and data analysis

The experiment followed a complete randomized design with five replications of each treatment. Vegetative characteristics, yield data for each year, cumulative yield, yield efficiency, alternate bearing index, and fruit quality parameters were exposed to the analysis of variance using GLM procedure of SAS software (SAS Institute Inc., North Carolina, and USA). Mean separations were carried out by a Tukey test and assessed at the 5% significance level.

## RESULTS and DISCUSSION

### Plant growth

The rootstock significantly affected canopy height (CH), diameter (CD) and volume (CV), and trunk cross-sectional area (TCSA) but not scion to stock ratio of 'Okitsu' Satsuma trees in the 13<sup>th</sup> year after planting (YAP). In addition, plant growth of 'Clausellina' Satsuma trees was not significantly different according to rootstocks, except for CV and TCSA. The larger trees of 'Clausellina' Satsuma were those on Carrizo citrange although canopy growth of 'Okitsu' Satsuma trees on Carrizo and Troyer citranges were alike. CV of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange were nearly 67% and 15% larger, respectively, than those on

sour orange (Table 1). The results in harmony with Carrizo citrange rootstock provided higher canopy height and diameter than other rootstocks on 'Nova' mandarin (Demirköser et al., 2009). On the other hand, sour orange induced higher canopy volume in 'Nova' tangelo (Georgiou, 2000) and 'Clementine' (Georgiou, 2002; Tsakelidou et al., 2002) than those budded on Carrizo citrange. However, Gonzalez-Velez et al. (2002) pointed that canopy growth of 'Orlando' tangelo trees was not influenced by the rootstocks. The features of rootstocks should be considered to decide distance on row and space between rows in establishing the orchard. The growth and development of plant were affected by various factors, such as, rootstock, genotype, ecological conditions, cultivation techniques etc. (Georgiou and Gregoriou, 1999).

At 13 year-of-age, rootstocks have significant effect on the TCSS, but this characteristic of trees changed according to scion-rootstock combination. The TCSA of trees on Troyer citrange was found the highest in 'Okitsu', and the smallest in 'Clausellina'. In addition, the TCSA of both 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange were importantly higher than those on sour orange (Table 1). TCSA of 'Clementine' mandarin and 'Valencia' orange trees on Carrizo citrange were discovered lower than those on sour orange by Georgiou (2002; 2004), on the other hand the trees on Carrizo citrange had similar TCSA those on sour orange in 'Fremont' mandarin (Demirköser et al., 2011), 'Silverhill (22-9)' Satsuma (Yildiz et al., 2012), and 'Rohde Red Valencia' and 'Valencia Late' oranges (Yildiz et al., 2013).

**Table 1.** Effects of different rootstocks on some vegetative characteristics of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins (in the 13<sup>th</sup> YAP)

Rootstocks	Canopy height (m)	Canopy diameter (m)	Canopy volume (m <sup>3</sup> )	Trunk cross-sectional area (cm <sup>2</sup> )	Scion/stock ratio <sup>(3)</sup>
<b>Okitsu Satsuma</b>					
Sour orange	1.58b <sup>(1)</sup>	2.84b	5.75b	86.34b	0.92
Carrizo citrange	1.90a	3.36a	9.62a	140.02a	0.90
Troyer citrange	1.97a	3.25a	9.49a	156.03a	0.90
HSD (5%)	0.21	0.28	1.75	32.14	NS
<b>Clausellina Satsuma</b>					
Sour orange	1.59	2.40	4.22b	92.30b	0.94
Carrizo citrange	1.61	2.58	4.85a	113.16a	0.93
Troyer citrange	1.45	2.41	3.78b	85.96b	0.90
HSD (5%)	NS <sup>(2)</sup>	NS	0.43	19.21	NS

(1): Means with different letters in each column are significantly at  $p \leq 0.05$  (Tukey test)

(2): NS: Non-significant.

(3): Ratio of scion trunk circumference to rootstock trunk circumference.

The ratio between scion and rootstock trunk girth is used as a scion/rootstock affinity indicator, whereas values close to 1 are related with very good affinity (Bisio

et al., 2000). Most favorable rootstocks for 'Okitsu' and 'Clausellina' were sour orange although rootstock influence on scion: stock ratio had statistically similar

values (Table 1). Similar results were taken from other mandarin cultivars by Hassan et al. (2000), Georgiou (2002), Bassal (2009) and Yıldız et al. (2012) mentioning the highest scion/stock trunk girth ratio was on sour orange. Nevertheless, there is no the graft incompatibility between satsuma varieties and poncirus hybrids (Kafa and Canihos, 2010).

### Yield

The fruit yield was generally influenced by the rootstocks for both scion cultivars. The yield traits differed based on years. However, the yield trends caused by rootstocks were consistent. 'Okitsu' Satsuma trees on Carrizo and Troyer citranges and 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange had higher yield than the others. The yield of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange were higher about 43% and 16% more than those on sour orange, respectively (Table 2). This finding was in agreement with others reporting the positive effect of Carrizo citrange on the yield of 'Owari' (Tuzcu et al., 1998) and 'Okitsu' (Gallash et al., 2005, Kaplankiran et al., 2005) Satsuma cultivars. However, higher cumulative yield was confirmed for 'Okitsu' Satsuma trees on Troyer citrange when compared with plants on sour orange. Although trees budded on Troyer citrange were not significantly different from those on sour orange for 'Clausellina' Satsuma trees in this variable, as the amount of yield of trees on Troyer citrange had lower cumulative fruit yield than those on the sour orange (Table 2). Our yield results are in harmony with those of Georgiou (2000) on 'Nova' tangelo, Georgiou (2002) on 'Clementine', and Demirkese et al. (2009) on 'Robinson' mandarin trees budded on different rootstocks, reporting that the yield on Troyer citrange was lower than those budded

on sour orange and Carrizo citrange, but no differences were determined in the cumulative yield of 'Murcott' (Figueiredo et al., 2001; 2006), 'Sunburst' (Filho et al., 2007), 'Fremont' (Espinoza-Nunez et al., 2007) and 'Swatow', 'Ellendale', 'Fortune' and 'Nova' mandarins (Stuchi et al., 2008) on different rootstocks. As shown in research studies in literature, yield/tree changed according to rootstock-scion combination and different ecological conditions.

To show the effectiveness of the rootstock on productivity of trees in relation to tree size, the yield per canopy volume was measured. Effects of rootstocks on yield efficiency were found to be statistically significant for both 'Okitsu' and 'Clausellina' cultivars. 'Okitsu' Satsuma trees on sour orange and 'Clausellina' Satsuma trees on Troyer citrange had significant higher yield efficiency than trees on the other rootstocks. According to average of the rootstocks, 'Clausellina' Satsuma trees, with lower canopy volumes had higher yield efficiency than 'Okitsu' Satsuma trees. Yield efficiency of 'Okitsu' Satsuma trees on sour orange was almost 61% and 64% greater than those on Carrizo and Troyer citranges, respectively (Table 2). Low yield efficiency was perhaps resulted from the bigger canopy size induced by rootstocks. Sour orange increased yield efficiency for 'Clementine' in Greece (Tsakelidou et al., 2002) and for 'Nova' in Turkey (Demirkese et al., 2009). Sour orange also induced low yield efficiency for 'Clementine' mandarin in Cyprus (Georgiou, 2002) in comparison to Carrizo and Troyer citranges. On the other hand, Demirkese et al. (2009) resulted that yield efficiency of 'Robinson' mandarin trees was not impressed by the rootstocks.

**Table 2.** Annual and cumulative yield and yield efficiency (in the 13<sup>th</sup> YAP) of Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins on different rootstocks

Rootstocks	Yield (kg per tree)					Cumulative yield	Yield efficiency (kg/m <sup>3</sup> )	ABI <sup>(3)</sup> (%)
	Year after planting (YAP)							
	9 <sup>th</sup>	10 <sup>th</sup>	11 <sup>th</sup>	12 <sup>th</sup>	13 <sup>th</sup>			
<b>Okitsu Satsuma</b>								
Sour orange	53.75 <sup>c(1)</sup>	68.70	70.88 <sup>b</sup>	150.00 <sup>b</sup>	111.52	454.8 <sup>b</sup>	19.83 <sup>a</sup>	0.13 <sup>b</sup>
Carrizo citran.	130.80 <sup>a</sup>	78.25	107.12 <sup>a</sup>	216.04 <sup>a</sup>	116.79	649.0 <sup>a</sup>	12.29 <sup>b</sup>	0.21 <sup>a</sup>
Troyer citran.	93.33 <sup>b</sup>	71.30	110.84 <sup>a</sup>	227.71 <sup>a</sup>	112.12	615.3 <sup>a</sup>	12.09 <sup>b</sup>	0.21 <sup>a</sup>
HSD (5%)	24.09	NS <sup>(2)</sup>	26.14	31.06	NS	84.2	2.70	0.04
<b>Clausellina Satsuma</b>								
Sour orange	40.55 <sup>b</sup>	38.09 <sup>b</sup>	94.29 <sup>a</sup>	136.08 <sup>a</sup>	112.13	421.1 <sup>b</sup>	26.85 <sup>b</sup>	0.15 <sup>a</sup>
Carrizo citran.	63.82 <sup>a</sup>	50.20 <sup>a</sup>	103.77 <sup>a</sup>	148.96 <sup>a</sup>	120.38	487.1 <sup>a</sup>	25.16 <sup>b</sup>	0.15 <sup>a</sup>
Troyer citran.	46.20 <sup>b</sup>	43.77 <sup>ab</sup>	70.24 <sup>b</sup>	107.39 <sup>b</sup>	115.52	383.1 <sup>b</sup>	30.75 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>
HSD (5%)	12.82	8.08	22.98	19.52	NS	52.6	3.50	0.04

(1): Means with different letters in each column are significantly at  $p \leq 0.05$  (Tukey test)

(2): NS: Non-significant.

(3): ABI: Alternate bearing index.

Alternate bearing index (ABI) was impacted by the rootstocks for both scion cultivars. 'Okitsu' Satsuma trees on sour orange and 'Clausellina' Satsuma trees on Troyer citrange had lower ABI than other rootstock-scion combination. According to average of the rootstocks, 'Okitsu' Satsuma trees had higher ABI than 'Clausellina' Satsuma trees (Table 2). Effect of the rootstocks on the ABI was verified in 'Okitsu' Satsuma in the subtropical region of Brazil (Cantuarias-Aviles et al., 2010). Similar results were recorded in 'Marisol' Clementine on 4 rootstocks (Bassal, 2009). This result is different from the previous study having reported no rootstock effects on the ABI of mandarins (Georgiou, 2000; Smith et al., 2004; Filho et al., 2007). With cultural practices, the ABI can be decreased with the control of the crop load during the 'on' years, by thinning fruit, girdling branch, applying plant growth regulators, and early harvest (Sposito et al., 1998). During the "off" years, the flowering may be raised by applying foliar urea (El-Otmani et al., 2004).

### Fruit quality

According to 5 years average, fruit weight, juice content and TA concentration for 'Okitsu' Satsuma and fruit weight and diameter, and TSS:TA ratio for 'Clausellina' Satsuma were affected by the rootstocks. Fruit weight was higher in fruits of both 'Okitsu' and 'Clausellina' mandarin trees budded on sour orange than trees on the other rootstocks (Table 3). These results resemble to the ones in previous study (Bassal, 2009) where fruit weight of 'Marisol' mandarin on sour orange was higher than those budded different rootstocks. However, Figueiredo et al. (2006) on 'Murcott', Filho et al. (2007) on 'Fallglo' and 'Sunburst', Stuchi et al. (2008) on 'Swatow', 'Fortune' and 'Nova' and Demirkeseer et al. (2009) on 'Robinson' mandarin noticed the effects of the rootstocks on fruit weight were unimportant. There is a negative relationship

between the number of fruit and the size of fruit in citrus. However, in this paper, the differences in fruit weight among trees on different rootstocks weren't related with crop load.

Fruit shape index, rind thickness and TSS of both Satsuma cultivars weren't affected by the rootstocks (Table 3). Similar results were reported by Tsakelidou et al. (2002) on 'Clementine', Bassal (2009) on 'Marisol', and Demirkeseer et al. (2009) on 'Nova' and 'Robinson' mandarins, stating that rind thickness was not significantly different among rootstocks. Similarly, Demirkeseer et al. (2009) stated TSS of 'Nova' and 'Robinson' mandarin trees weren't influenced by the rootstocks. By contrast, Legua et al. (2014) on 'Clementine' found that there were small differences between rootstocks with respect to TSS variables.

Fruit of 'Clausellina' Satsuma trees had lower juice content than those of 'Okitsu' Satsuma trees. 'Okitsu' Satsuma trees on Carrizo citrange had higher juice content than those budded on the other rootstocks, while the rootstocks hadn't important impacts on juice content of 'Clausellina' Satsuma (Table 3). Our results supplied from 'Clausellina' Satsuma are in agreement with those of Fallahi and Rodney (1992) on 'Fairchild', Figueiredo et al. (2006) on 'Murcott', Filho et al. (2007) on 'Fallglo' and 'Sunburst', Stuchi et al. (2008) on 'Swatow', 'Fortune' and 'Nova', Bassal (2009) on 'Marisol', Demirkeseer et al. (2009) on 'Nova' and 'Robinson', and Gonzatto et al. (2011) on 'Oneco' mandarin, reporting juice content wasn't influenced by the rootstock. Our juice content of 'Okitsu' Satsuma results provided from this study was higher than the ones of 'Okitsu' Satsuma by Cantuarias-Aviles et al. (2010), reporting that fruits on 12 rootstocks had juice content between 39.5% and 47.5%.

**Table 3.** The effects of different rootstocks on fruit quality of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma mandarins (Average 9th-13th YAP)

Rootstocks	Fruit weight (g)	Fruit diameter (mm)	Fruit shape index	Rind thickness (mm)	Juice content (%)	TSS (%)	TA (%)	TSS:TA ratio
<b>Okitsu Satsuma</b>								
Sour orange	134.14a <sup>(1)</sup>	66.17	1.26	2.73	52.92ab	9.42	1.11a	8.62
Carrizo citran.	131.43ab	65.17	1.28	2.98	53.68a	9.24	1.05b	8.87
Troyer citran.	125.49b	64.61	1.28	2.75	52.59b	9.15	1.05b	8.83
HSD (5%)	6.41	NS <sup>(2)</sup>	NS	NS	0.78	NS	0.02	NS
<b>Clausellina Satsuma</b>								
Sour orange	116.54a	62.91a	1.28	3.08	50.35	9.25	1.04	9.03ab
Carrizo citran.	104.73b	60.87ab	1.31	3.12	49.55	9.32	1.01	9.39a
Troyer citran.	107.56b	60.18b	1.31	2.93	49.79	9.11	1.05	8.79b
HSD (5%)	8.54	2.09	NS	NS	NS	NS	NS	0.47

(1): Means with different letters in each column are significantly at  $p \leq 0.05$  (Tukey test)

(2): NS: Non-significant.

Although TA concentration wasn't meaningfully differed by the rootstocks on 'Clausellina' Satsuma, it was higher in fruits of 'Okitsu' Satsuma trees on sour orange than those grafted on the other rootstocks.

The TSS:TA ratio which is the most widely used method to estimate citrus maturity level is an important parameter related to quality characteristic of Citrus fruits (Legua et al., 2014). High values of TSS:TA ratio was confirmed in fruits of 'Clausellina' Satsuma trees on Carrizo citrange, while TSS:TA ratio was not affected by the rootstock in 'Okitsu' Satsuma trees (Table 3). Similar results were also found for 'Nova' tangelo budded on 11 rootstocks by Georgiou (2002), reporting that mandarin trees on Carrizo citrange was higher TSS:TA ratio than those on sour orange and Troyer citrange. Figueiredo et al. (2006) on 'Murcott', Stuchi et al (2008) on 'Swatow', 'Ellendale' and 'Fortune', and Demirköser et al. (2009) on 'Robinson' and 'Nova' mandarins observed impacts of the rootstocks on TSS:TA ratio weren't meaningful. On the other hand, our results showed that TSS:TA ratio of both 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma cultivars registered lower ratio than the findings (10.5-12.5) of Cantuarias-Aviles et al. (2010) on 'Okitsu' Satsuma. Fruit quality of citrus in this study varied according to the rootstocks used and rootstock-scion combination. These differences are attributable to climatic conditions

(illumination, temperature differences between day and night, etc.) and cultural practices (pruning, irrigation, fertilization etc.).

## CONCLUSION

'Okitsu' Satsuma to replace 'Owari' Satsuma is an applicable alternative to spread commercial purposes because of its high yield efficiency, high fruit quality and good fruit external appearance. 'Clausellina' Satsuma should also replace 'Owari' Satsuma because of its higher quality fruits and the ability of earlier maturity for fresh fruit market. There are advantages to the early shipment and sale of early mandarins. But, early varieties in the Dörtyol region will delay the fruit peel coloration because of unstable weather conditions, including high temperatures in early fall. Therefore, exporting of Satsuma fruits requires the enhancement of peel color, which may be achieved by degreening treatments.

Carrizo and Troyer citranges for the 'Okitsu' Satsuma, and Troyer citrange for 'Clausellina' Satsuma are capable of being a suitable alternative rootstock to sour orange. Carrizo citrange rootstock can be used to eastern Mediterranean soils where calcium (free lime) levels are high. Carrizo citrange rootstock has good tolerance to high lime content than Troyer citrange.

## REFERENCES

- Bassal, MA. 2009. Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119:132-137.
- Bisio, L., B. Vignale, F. Carrau and DJ. Diez. 2000. Evaluation of nine rootstocks for 'Owari' Satsuma mandarin in Uruguay. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Society of Citriculture (3-7 December, USA)*, p. 479-481.
- Cantuarias-Aviles, T., FAAM. Filho, ES. Stuchi, SR. Silva and E. Espinoza-Nunez. 2010. Tree performance and fruit yield and quality of 'Okitsu' Satsuma mandarin grafted on 12 rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 123:318-322.
- Cinar, A. 2004. The structure of citrus cultivation in Turkey and some developments in recent years (in Turkish with an English summary). *Cine Tarım*, 7:14-17.
- Davies, FS. and LG. Albrigo. 1998. *Citrus*. CABI Publication, Florida, USA. 254 p.
- Demirköser, TH., M. Kaplankiran, C. Toplu and E. Yıldız. 2009. Yield and fruit quality performance of 'Nova' and 'Robinson' mandarins on three rootstocks in Eastern Mediterranean. *African Journal of Agricultural Research*, 4:262-268.
- Demirköser, TH., M. Kaplankiran, E. Yıldız, C. Toplu, M. Kamiloğlu, AE. Özdemir, E. Çandır. 2011. Yield and fruit quality performance of Fremont mandarin on different rootstocks in Dörtyol (Turkey) conditions (in Turkish with an English summary). *The 6<sup>th</sup> National Symposium on Horticulture (4-8 October, Turkey)*. p. 889-894.
- El-Otmani, M., CJ. Lovatt, F. Taibi, B. Lmoufid and A. Ait-Oubahou. 2004. Improved use of foliar urea on Clementine mandarin to manipulate cropping in a sustainable production system. *Acta Horticulturae*, 632:167-175.
- Espinoza-Nunez, E., FAAM. Filho and ES. Stuchi. 2007. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de frutos da tangerina 'Fremont' sobre quatro porta-enxertos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29:308-312.
- Fallahi, E. and DR. Rodney. 1992. Tree size, yield, fruit quality and leaf mineral nutrient concentration of 'Fairchild' mandarin on six rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117:28-37.
- FAOSTAT, 2014. <http://faostat.fao.org/page/collections?subset=agriculture>. <Accessed January 2017>
- Figueiredo, JO., RS. Pio, SJ. Teofilo, FF. Laranjeira and AA. Salibe. 2001. Comportamento de quinze porta-enxertos para o tangor 'Murcott' na região de Porto Feliz, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23:147-151.
- Figueiredo, JO., JD. DeNegri, D. Mattos-Junior, RM. Pio, FA. Azevedo and VXP. Garcia. 2006. Comportamento de 16 porta-enxertos para o tangor Murcott na região de Itirapina-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28:76-78.
- Filho, FAAM., E. Espinoza-Nunez, ES. Stuchi and EMM. Ortega. 2007. Plant growth, yield, and fruit quality of 'Fallglo' and 'Sunburst' mandarins on four rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 114:45-49.
- Gallash, PT., J. Daimiana and S. Faliven. 2005. *Citrus growing in Spain and California*. South Australian Research and Development Institute Publishers, Urrbrae, Australia. 36 p.
- Georgiou, A. and C. Gregoriou. 1999. Growth, yield and fruit quality of 'Shamouti' orange on fourteen rootstocks in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 80:113-121.
- Georgiou, A. 2000. Performance of 'Nova' mandarin on eleven rootstocks in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 84:115-126.

- Georgiou, A. 2002. Evaluation of rootstocks for 'Clementine' mandarin in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 93:29–38.
- Georgiou, A. 2004. Evaluation of rootstocks for 'Valencia' orange. *Agriculture Mediteranea*, 134:193-200.
- Gonzalez-Velez, A., F. Roman-Perez and C. Flores. 2002. Tangelo 'Orlando' grafted on five rootstocks: production, fruit quality and growth. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 86:131-137.
- Gonzatto, MP., AP. Kovaleski, EC. Brugnara, RL. Weiler, IA. Sartori, JG. Lima, RJ. Bender and SF. Schwarz. 2011. Performance of 'Oneco' mandarin on six rootstocks in South Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:406-411.
- Hassan, AS., SI. Gaafer, MH. Saad-Allah and AM. Ibrahim. 2000. Effect of some citrus rootstocks on growth of young Baladi mandarin and Valencia orange trees in newly reclaimed soil. II. Growth flushes and leaf chemical constituents. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 27:965–989.
- Kafa, G. and E. Canihos, 2010. *Citrus Cultivation* (in Turkish). Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock Publication, Ankara, TURKEY. 208 p.
- Kaplankiran, M., TH. Demirkeseer and E. Yildiz. 2005. The effects of some citrus rootstocks on fruit yield and quality for Okitsu Satsuma during the juvenility period in Dörtol (Hatay, Turkey) conditions. *Proceeding of 7<sup>th</sup> International Congress of Citrus Nurserymen* (17-21 September, Egypt), Abst. No. 27.
- Kaska, N., M. Guleryuz, M. Kaplankiran, S. Kafkas, S. Ercisli, A. Esitken, R. Aslantaş and E. Akçay. 2005. The targets of fruit production in Turkey (in Turkish with an English summary). *The seventh Technical Congress of Turkey Agricultural Engineering* (3-7 January, Turkey), p. 519-549.
- Legua, P., JB. Forner, Fca. Hernández and MA. Forner-Giner. 2014. Total phenolics, organic acids, sugars and antioxidant activity of mandarin (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.): Variation from rootstock. *Scientia Horticulturae*, 174:60-64.
- Monselise, SP. and EE. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. In: *Horticultural Reviews*. (Eds. J. Janic). AVI Publishing Company, INC Westport, USA. p. 128-166.
- Salibe, AA. 1974. The Tristeza Disease. *Proceedings of the First International Citrus Short Course*, Florida, USA, pp. 68-76.
- Saunt, J. 1990. *Citrus varieties of the World*. Sinclair International Limited, Norwich, England. 126 p.
- Smith, MW., RG. Shaw, JC. Chapman, J. Owen-Turner, LS. Lee, KB. McRae, KR. Jorgensen and WV. Mungomery. 2004. Long-term performance of 'Ellendale' mandarin on seven commercial rootstocks in sub-tropical Australia. *Scientia Horticulturae*, 102:75-89.
- Sposito, MB., PRC. Castro and M. Agusti. 1998. *Alternância de produção em citros* (in French with an English summary). *Laranja*, 19:293-304.
- Stuchi, ES., E. Espinoza-Nunez, FAAM. Filho and EMM. Ortega. 2008. Vegetative growth, yield and fruit quality of four mandarin and hybrid cultivars on four rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30:741-747.
- Tsakelidou, K., X. Papanikolaou and E. Protopapadakis. 2002. Rootstock effects on the yields, tree and fruit characteristics of the mandarin cultivar 'Clementine' on the Island of Rhodes. *Experimental Agriculture*, 38:351-358.
- Tuzcu, O., M. Kaplankiran and M. Seker. 1998. The effects of some citrus rootstocks on fruit productivity of some important orange, grapefruit, lemon and mandarin cultivars in Çukurova region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22:117-126.
- Wallace, JM. 1956. Tristeza disease of citrus with special reference to its situation in the US. *FAO Plant Production Bulletin*, 10:77-78.
- Westwood, MN. 1993. *Temperate-zone pomology, Physiology and culture*, Timber Press Inc., Portland, Oregon. 535 p.
- Yildiz, E., TH. Demirkeseer, M. Kaplankiran, C. Toplu, AE. Ozdemir and EE. Candir. 2012. Performances of 'Silverhill (22-9)' satsuma on different rootstocks in Dörtol (Hatay) ecological conditions (in Turkish with an English summary). *Journal of Agricultural Faculty, Mustafa Kemal University*, 17:31-40.
- Yildiz, E., TH. Demirkeseer and M. Kaplankiran. 2013. Growth, yield, and fruit quality of 'Rhode Red Valencia' and 'Valencia Late' sweet oranges grown on three rootstocks in eastern Mediterranean. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73:142-146.





**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):147-151  
DOI: 10.20289/zfdergi.352207

Nurdan ZİNCİRCİOĞLU

## Domat Zeytin Çeşidinde Meyve - Yaprak Besin Elementleri Değişimlerinin İncelenmesi

Leaf and Fruit Plant Nutrients of Olive cv *Domat* and Their Yearly Variation

Celal Bayar Üniversitesi, Akhisar Meslek Yüksekokulu,  
45240 , Manisa / Türkiye  
sorumlu yazar: tezcannurdan@yahoo.com

Alınış (Received): 14.11.2017

Kabul tarihi (Accepted): 04.12.2017

### Anahtar Sözcükler:

Zeytin, bitki besleme, makro element, mikro element

### Key Words:

Olive, plant nutrition, macro elements, micro elements

### ÖZET

**T**arımsal üretimdeki temel hedef kaliteli ürün almak yanında ürün miktarının da yüksek olmasıdır. Zeytin bitkisinin genetik özellikleri dikkate alındığında elde edilen verim miktarının günümüz koşullarında devamlılığının sağlanması da önem kazanmaktadır. Zeytin ağacından yüksek verim ve kaliteli ürün alınabilmesi için kültürel işlemlerin yanı sıra gübreleme üzerinde durulması gereken bir konudur. Araştırmada üç yıl ard arda hasat dönemlerinde alınan meyve ve yaprak örneklerinde yaprakların makro elementlerinden azot ve potasyumun genel olarak düşük, fosforun değişkenlik gösterdiği, kalsiyumun ise yeterli olduğu belirlenmiştir. Mikro besin elementleri açısından ise genelinen yetersiz olduğu bulunmuştur. Meyve örneklerine ait olarak belirlenen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, incelenen literatürlerle uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

### ABSTRACT

**T**he main target in agricultural activities should aim at producing safe food as well as food safety to fulfill the food demand of the growing population. Genetic characteristics of olive is different from many other crops. For olive one year is a bearing year and the following non-bearing. In this regard, periodicity and how to decrease its severity needs studying. Therefore, in addition to other cultural practices, more care should be given to fertilization. Right fertilizers should be given to right place, at right time and at right amount. In the current research, leaf and soils were sampled from twenty trees during the harvest time. Results showed that the primary plant nutrients in the leaves - nitrogen and potassium are found generally low, phosphorus varied, and calcium sufficient. The secondary plant nutrients of the leaves are found in general insufficient. When the results of fruit samples are evaluated, our findings are in accordance with the reviewed literature.

### GİRİŞ

Tarih boyunca birçok uygarlığın sembolü olan zeytin (*Olea europaea L.*), değişik kültürlerde umudu ve barışı temsil etmiş, üretildiği bölgelerde kurulan tüm uygarlıkların şekillenmesinde önemli yere sahip bulunmuştur. Farklı şekillerde işlenen meyveleri ve yağının insan beslenmesindeki olumlu etkilerinin her geçen gün daha çok fark edilmesi ve bilimsel verilere dayanarak kanıtlanması, zeytine olan talebi dikkate değer ölçüde arttırmaktadır.

Dünya zeytinciliğinin merkezi olan Akdeniz havzasının doğusunda yer alan Türkiye'de zeytin Ege, Marmara sahilleri başta olmak üzere tüm sahil şeridi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve çok az da olsa Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Çanakkale'den Muğla'ya

kadar uzanan Ege ve Marmara bölgesinde Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Manisa ve Çanakkale üretimin gerçekleştiği başlıca illerdir ve ülke zeytinciliğinin en önemli bölümünü oluşturmakta, üretimin %71'ini karşılayarak birinci sırada yer almaktadır.

Tarımsal üretimdeki temel hedef kaliteli ürün almak yanında ürün miktarının da yüksek olmasıdır. Zeytin bitkisinin genetik özellikleri dikkate alındığında elde edilen verim miktarının günümüz koşullarında devamlılığının sağlanması da önem kazanmaktadır.

Temel hedef, mümkün olduğunca kültürel önlemlerle zeytin bitkisinin yetiştirme koşullarını iyileştirerek, verimliliğin devamını sağlamaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi zeytin ağacının yetiştirme ortamı olan toprağın verim gücünün korunması

ve geliştirilmesi ile yakından ilgilidir. Özellikle çok yıllık bitkilerde bitki besleme açısından en doğru değerlendirme yaprak ve beraberinde meyve analizleri yapılarak kontrol edilmelidir.

Çalışmada, zeytin meyvesinde bitki besleme ile ilgili referans aralığının olmaması sebebiyle, sonraki çalışmalara ışık tutması açısından; üst üste üç yıl meyve ve beraberinde yaprak örnekleri de alınarak bitki besin maddelerinin değişimleri ve miktarları verilmiştir.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Manisa İli Akhisar İlçesi Sindelli köyünde bulunan verim çağındaki, tamami sulu koşullarda yetiştirilen, Domat zeytin çeşidinde yirmi ağaçtan üç yıl üst üste alınan ( Eylül 2011, Ağustos 2012, Eylül 2013) yaprak ve meyve örnekleri (taze ağırlık) oluşturmuştur.

Alınan tüm örneklerin besin elementi içerikleri konsantre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + konsantre HNO<sub>3</sub> Asit ile mikrodalga fırında yakılıp elde edilen süzükte ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir (Soltanpour and Workman, 1981).

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

#### Yaprak Örnekleri

Akhisar'da bulunan önemli üretim kapasitesine sahip olan ve dış pazara ürün hazırlayan modern sofralık zeytin işleme tesisleri, standart, sürdürülebilir bir üretim için gerekli olan kaliteli hammadde temininde sıkıntılarla karşılaşmaktadırlar. Sürdürülebilir üretim, sürekli hammadde teminini mümkün olacaktır. (Ligvani, T., M.,

Artukoğlu, M., 2015). Zeytin ağacından yüksek verim ve kaliteli ürün alınabilmesi için kültürel işlemler ve gübreleme önem arz etmektedir. Toprağın fiziksel durumu ve besin elementi içeriğine bağlı olarak bitkinin beslenmesini en iyi şekilde yapraklardaki besin element miktarı belirler.

Bu çalışmada birinci yıl alınan yaprak örneklerinin azot miktarları en düşük %0.86, en yüksek %1.47 bulunmuştur (Çizelge 1). İkinci yıl en düşük %0.91 en yüksek %1.81 azot iç erdikleri tespit edilmiştir. Örnekler Reuter and Robinson (1986)'ya göre sınıflandırıldığında ilk iki yıl tüm örnekler noksan sınıfında yer almaktadırlar. Son yıl örneklerinde ise yaprakların en düşük %1.20 en yüksek %1.83 azot içerdiği ve %15'inin yetersiz , %85'inin noksan sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Zincircioğlu (2010) iki yıl ard arda yaptığı Ayvalık zeytin çeşidi yaprak örneklerinde birinci yıl azot değerleri %0.74-1.33, ikinci yıl en düşük ve en yüksek değerler %1.06-1.68 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Fosfor miktarlarına bakıldığında ilk yıl yapraklarda en düşük %0.01 en yüksek %3.14 fosfor bulunmuştur. Sınıflandırıldığında tamamının yüksek sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. İkinci yıl örneklerinde en düşük %0.01 en yüksek %3.15 fosfor bulunurken sınıflandırmada %50 'sinin yüksek %50'sininse yetersiz miktarda olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Son yıl en düşük %0.01 en yüksek %0.48 miktarda bulunan fosfor Reuter and Robinson (1986)'ya göre sınıflandırıldığında %10 yüksek %55 noksan %35'inin ise yetersiz miktarlarda olduğu gözlenmiştir.

**Çizelge 1.** Domat Zeytin Çesidi Yaprak Örneklerinin Makro Mikro Besin Elementleri  
**Table 1.** Macro Micro Nutrient Elements of Domat Olive Leaf Samples

Yaprak Örnekleri	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	
1. Yıl	Min	0.86	0.01	0.72	0.87	0.07	29	9.6	18.5
	Max	1.47	3.14	1.05	2.14	0.24	78.7	25.7	73.3
	Ort.	1.17	0.97	0.91	1.43	0.13	42.0	16.3	37.0
2. Yıl	Min	0.91	0.01	0.71	0.90	0.07	31.0	8.9	19.0
	Max	1.81	3.15	1.15	2.14	0.25	77.4	26.8	74.0
	Ort.	1.29	0.99	0.92	1.48	0.13	42.0	16.5	37.0
3. Yıl	Min	1.20	0.01	0.84	0.92	0.13	40.1	7.5	16.0
	Max	1.83	0.48	1.52	2.35	0.29	66.9	12.7	69.0
	Ort.	1.47	0.11	1.26	1.32	0.19	54.0	10.2	33.9

Bouat et all. (1960), çalışmalarında fosfor içeriğinin Nisan ayından itibaren düşmeye başladığını, Ağustos minimuma ulaştığını ve Ekime kadar stabil kaldığını belirlemişlerdir. Soyergin (1993), Gemlik zeytin çeşidinde fosforun çiçeklenme başlangıcından (Mayıs) başlayarak düştüğünü, düşüşün azotta olduğu gibi çekirdek sertleşmesi ve meyve gelişmesi dönemlerinde düşmeye

devam ettiğini, Ekim ayında minimum seviyeye ulaştığını, hasada doğru tekrar yükseldiğini belirtmiştir.

Birinci yıl alınan yaprak örneklerinde potasyum miktarları en düşük %0.72 en yüksek %1.05 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 1). Örnekler Reuter and Robinson (1986)'ya göre sınıflandırıldığında %75'inin noksan %25'inin yetersiz miktarda potasyum içerdiği

bulunmuştur. İkinci yıl en düşük %0.71 en yüksek %1.15 aralığında bulunan potasyum sınıflandırıldığında birinci yıla aynı sınıflandırmayı vermiştir. Son yıl örneklerinde ise en düşük %0.84 en yüksek %1.52 potasyum belirlenmiş ve örneklerin %90'ının yetersiz %10'unun da noksan sınıfında yer aldığı gözlenmiştir (Çizelge 1).

Eryüce (1980), Ayvalık zeytin çeşidinin ürünlü ağaç yapraklarında potasyum içeriklerinin %0.30-0.62 arasında değiştiğini belirlemiştir. Ferreira Llamass (1984), Picual çeşidinde yaptığı çalışmasında örneklerin potasyum içeriğinde; vejetasyon başlangıcından itibaren maksimum değere ulaşılan temmuz ayına kadar önemli bir artış belirlemiştir. Temmuz ayından sonra ise meyve gelişimi ve yağ oluşumuyla birlikte azalma olduğunu aktarmıştır. Ayrıca olgunlaşma devresinde potasyumun daneye hareket ettiğini bu yüzden bol ürün yılında bu elementin yaprak içeriğinin azaldığını bildirmektedir

Yaprak örneklerinin kalsiyum içeriklerine bakıldığında birinci yıl en düşük %0.87 en yüksek %2.14 kalsiyum içerdiği ve sınıflandırıldığında %35'inin yetersiz %65'ininde yeterli miktarda kalsiyum içerdiği, ikinci yıl örneklerinin en düşük %0.90 en yüksek %2.14 ve sınıflandırıldığında %15'inin yetersiz %85'inin yeterli olduğu bulunmuştur. Son yıl örneklerinde ise yaprakların en düşük %0.92 en yüksek %2.35 kalsiyum içerdiği ve dağılımının %15 yetersiz, %85 yeterli olduğu saptanmıştır.

Gonzales at all. (1976) çalışmalarında; K, Ca ve Mg dengesini özellikle önemli saymaktadırlar. Bol ürünlü yılda K meyveye taşındığını bu nedenle, Ca/K ve (Ca+Mg)/K oranlarının yükseldiğini ve ağaçların, bu dengesizliği düzeltmek için çok uzun bir süreye ihtiyaç duymakta olduklarını belirtmişlerdir.

Örneklerin magnezyum içeriklerine bakıldığında ilk yıl yapraklarının en düşük %0.07 en yüksek %0.24 ikinci yıl en düşük %0.07 en yüksek %0.25 miktarda olduğu ve ilk iki yıl alınan tüm örneklerin tamamının noksan sınıfında yer aldığı görülmüştür (Çizelge 1). Üçüncü yılda ise en düşük %0.13 en yüksek %0.29 magnezyum içerdiği görülen yaprakların dağılımının %60'ının noksan, %40'ının yetersiz grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Eryüce (1980), Ayvalık zeytin çeşidi yapraklarında %0.12-0.37 düzeyinde, Püskülcü (1981) Memecik zeytin çeşidinde %0.22-0.34 değerleri arasında, Soyergin (1993), Gemlik çeşidine ait yaprak örneklerinde %0.12-0.37, Seferoğlu (1996) ise %0.15-0.31 değerleri arasında magnezyum içeriklerini belirlemişlerdir.

Yaprak örneklerinin demir miktarlarına bakıldığında birinci yıl en düşük 29.0 mgkg<sup>-1</sup> en yüksek 78.7 mgkg<sup>-1</sup>, ikinci yıl en düşük 31.0 mgkg<sup>-1</sup>, en yüksek 77.0 mgkg<sup>-1</sup>

demir belirlenirken her iki yılda tüm örneklerin yetersiz miktarda Fe içerdiği bulunmuştur. Son yıl örneklerinin ise en düşük ve en yüksek sırasıyla 40.1 mgkg<sup>-1</sup>, 66.9 mgkg<sup>-1</sup>, demir saptanmış ve örneklerin %80'inin noksan geriye kalan kısmınınsa yetersiz miktarda demir içerdiği bulunmuştur (Çizelge 1).

Zincircioğlu (2010) zeytin danesinin Fe içeriğinin 3.12-24.04 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir. Joardo at al. (1990), çalışmalarında Portekiz'de zeytin yapraklarında demir içeriğinin 51-102 mg kg<sup>-1</sup> arasında olmasının demir yönünden yeterli beslenme seviyesi olduğunu rapor etmektedirler. Zincircioğlu (2010), Ayvalık zeytin çeşidi yapraklarında demir içeriklerini ilk yıl 77.6-454.7 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl 69.7-110.6 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında belirlemiştir.

Yaprak örneklerinin çinko miktarlarına bakıldığında ise ilk yıl en düşük ve en yüksek 9.6 mgkg<sup>-1</sup>, 25.7mgkg<sup>-1</sup>, ve örnekler sınıflandırıldığında %10 yeterli, %30 noksan ve %60'ının yetersiz çinko içerdiği bulunmuştur. Diğer yıllarda ise aynı örnekler en düşük ve en yüksek sırasıyla 8.9 mgkg<sup>-1</sup>, 26.8 mgkg<sup>-1</sup>, 7.5 mgkg<sup>-1</sup>, 12.7 mgkg<sup>-1</sup>, çinko belirlenmiştir. Dağılımlarına bakıldığında ikinci yılın %90'ının noksan, %10'unun yeterli çinko miktarına sahip olduğu; son yıl örneklerinde tamamının noksan sınıfında yer aldığı görülmüştür (Çizelge 1).

Alınan yaprak örneklerinin mangan içerikleri ilk yıl 18.5 mgkg<sup>-1</sup>, 73.3 mgkg<sup>-1</sup>, aralığında ve %25'i yeterli %75'i yetersiz; ikinci yıl 19.0 mgkg<sup>-1</sup>, 74.0 mgkg<sup>-1</sup>, aralığında ve %90'ını noksan geriye kalan kısmı yetersiz mangan içerdiği bulunmuştur. Üçüncü yılda ise en düşük 16.0 mgkg<sup>-1</sup>, en yüksek 69.0 mgkg<sup>-1</sup> mangan içerdiği gözlenen örnekler sınıflandırıldığında %25'inin yeterli, %70'ünün yetersiz ve %5'inin noksan dağılımında olduğu saptanmıştır.

### **Meyve Örnekleri**

Zeytin yüzyıllar boyunca şifa kaynağı olarak kabul görmüş bir bitkidir. Sağlığımız ile ilgili pek çok konuda faydalı olan zeytin, insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Domat çeşidi meyvelerinin ard arda üç yıl süre ile makro ve mikro besin elementlerine bakılmış ancak zeytinde meyve referans aralığı olmaması sebebiyle sonuçlar sınıflandırılması yapılmadan sunulmuştur. Çalışmanın zeytinde gübreleme ve beraberinde kalite ile ilgili diğer çalışmalara da ışık tutması düşünülmüştür.

Alınan meyve örneklerinin azot miktarları ilk yıl %0.53 ile %1.47 aralığında, ikinci yıl %0.44- 0.84 ve üçüncü yılda da en düşük %0.36 en yüksek %0.65 bulunmuştur (Çizelge 2). Zincircioğlu (2010), Ayvalık çeşidi zeytin meyvelerinde azot miktarını ilk yıl %0.195-0.303 arasında, ikinci yıl örneklerinde ise %0.108-0.287 aralığında bulmuştur. Pekcan (2013) Mayıs - Ekim

aralığında yaptığı rneklemeye dane oluşumundan hasata kadar olan 6 aylık periyot içerisinde N değerinin Domat ve Uslu eşitlerinde en yüksek düzeye Eylül ayında (Uslu %1.35, Domat %1.46) ulaştığını, Ekim ayında meyvenin olgunlaşması ile birlikte meyvedeki N miktarı azaldığını rapor etmiştir.

Meyvelerin fosfor miktarları ilk yıl en düşük %10.95, en yüksek %27.66 bulunurken diğer yıllar da %14.91-23.35, %11.21-22.62 belirlenmiştir (izelge 2). Meyvede P miktarları (taze ağırlık) ile ilgili yapılan önceki çalışmalar sonucunda ulaşılan sonuçlar řu şekilde rapor edilmiştir: Soyergin (1993), Gemlik zeytin çeşitinde %0.032-0.129 ve Sarıfakioğlu (1995), yerli zeytin eşitlerimizde (Ayvalık, Uslu, Domat, Memecik, Gemlik ve Kilis Yağlık) %0.032-0.110 P olarak bildirmektedir. Zincircioğlu (2010) danedeki P (Ayvalık çeşitinde) miktarının %0.03-0.08 arasında değiştiğini bildirirken, Pekcan (2013) 6 aylık periyot içerisinde en yüksek

P değerleri Uslu eşitinde Mayıs ayında %0.19, Domat eşitinde Mayıs ve Ağustos aylarında %0.18 olarak bulunmuştur.

Domat zeytin çeşitinde çoğu meyvede olduğu gibi kalite açısından önemli bir element olan potasyum ilk yıl en düşük %0.68, en yüksek %2.39, ikinci yıl %1.61 ile %2.21 aralığında ve nc yıldı da en düşük %1.43 en yüksek % 2.25 gözlenmiştir (izelge 2). Seferoğlu (1996), Ayvalık yöresi zeytin meyve rneklerinin K içeriklerinin (Ayvalık eşitide-kuru ağırlık) %1.820-1.866 arasında, Soyergin (1993), Gemlik zeytin çeşitinde (taze ağırlık) %0.37-0.95 potasyum belirlemiştir. Zincircioğlu (2010), Ayvalık zeytin çeşitinde potasyum miktarlarını izlendiğinde, birinci yıl %0.55-0.67, ikinci yıl %0.55-0.75 değerleri arasında değiştiğini bildirmiştir. Pekcan (2013) en yüksek K değeri Uslu eşitinde Temmuz ve Ağustos aylarında %2.07, Domat çeşitinde ise Ekim ayında %2.04 olarak belirlemiştir.

**Çizelge 2.** Domat Zeytin eşidi Meyve rneklerinin Makro Mikro Besin Elementleri

**Table 2.** Macro Micro Nutrient Elements of Domat Olive Fruit Samples

Meyve rnekleri	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	
1. yıl	Min	0.53	10.95	0,68	0,11	0,04	10.3	8.2	4.3
	Max	1.47	27.66	2,39	1,72	0,20	39.0	42.4	49.3
	Ort.	1.17	18.53	1,49	0,77	0,10	22.93	18.56	17.7
2. yıl	Min	0.44	14.91	1.61	0.09	0.03	7.8	7.4	4.3
	Max	0.84	23.35	2.21	0.22	0.06	17.6	12	8.9
	Ort.	0.60	18.58	1.85	0.14	0.04	10.7	8.9	6.3
3. yıl	Min	0.36	11.21	1.43	0.06	0.02	7.6	5.2	2.5
	Max	0.65	22.62	2.25	0.14	0.05	12.6	9.3	6.8
	Ort.	0.50	15.97	1.78	0.09	0.03	9.9	6.9	3.9

Meyve rneklerinin kalsiyum miktarları ilk yıl en düşük %0.11, en yüksek %1.72, ikinci yıl %0.09 – 0.22 aralığında ve son yıl en düşük ve en yüksek sırasıyla %0.06 ve %0.14 bulunmuştur (izelge 2). Eryüce ve Püskülcü (1995), Ayvalık zeytin çeşitinde yaptıkları çalışmalarında %Ca değerlerini %0.063 olarak rapor etmişlerdir. Zincircioğlu (2010) danedeki Ca miktarlarının %0.03-0.09 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Gelişmenin erken dönemlerinde yeterince Mg alamayan bitkilerde klorofil oluşumundaki gerilemeye bağlı olarak, fotosentez ürünlerinin azalmasıyla meyve gelişimini de etkileyecek olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir. Meyve rneklerinin magnezyum miktarları ilk yıl en düşük ve en yüksek %0.04- 0.20, ikinci yıl %0.03- 0.06 aralığında ve son yıl en düşük %0.02, en yüksek %0.05 bulunmuştur (izelge 2). Pekcan (2013) Mg değeri Uslu çeşitinde en yüksek Mayıs ayında (%0.08) Domat çeşitinde ise Mayıs ve Ekim aylarında (%0.07) olarak bildirmiştir.

Mikro besin elementlerinden demir miktarlarına bakıldığında domat zeytin eşitide meyvelerinde ilk yıl en

düşük 10.3 mg kg<sup>-1</sup> en yüksek 39.0 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl 7.8- 17.6 mg kg<sup>-1</sup> aralığında ve son yıl en düşük ve en yüksek 7.6 mg kg<sup>-1</sup>, 12.6 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur (izelge 2). Zincircioğlu (2010), meyve örneklerindeki demir miktarları incelediğinde birinci yıl sonuçları sırasıyla 3.81– 8.66; 3.12– 9.41 mg kg<sup>-1</sup>; ikinci yıl ise 11.5-24.04; 7.57-18.09 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur.

Çinko elementi açısından meyveler incelendiğinde ilk yıl meyvelerinin 8.2 ve 42.4 mg kg<sup>-1</sup> aralığında geniş bir dağılım gösterdiği ancak, diğer yıllarda sırasıyla 7.4-12.0 mg kg<sup>-1</sup> ve 5.2- 9.3 mg kg<sup>-1</sup> inko içerdikleri belirlenmiştir (izelge 2). Seferoğlu (1996), Ayvalık yöresinden aldığı meyve örneklerinde 5.97-15.69 mg kg<sup>-1</sup>, Edremit yöresinden alınan örneklerde 5.15-15.93 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında çinko içerdiklerini belirlemiştir. Pekcan (2013) en yüksek Zn içeriği Uslu ve Domat eşitlerinde Temmuz ayında sırasıyla 25.63 ve 24.71 ppm olarak belirlemiştir. Zincircioğlu (2010) zeytin danesindeki Zn içeriğinin 1.91-5.04 ppm arasında değiştiğini bulunmuştur.

Birçok metabolik işlevin yerine getirilmesinde etkili olan Mn, çiçeklenmenin zamanında gerçekleşmesine katkıda bulunarak meyvelerin beklenen dönemde elde edilmesine zemin hazırlamaktadır. Çalışmayı oluşturan zeytin meyvelerinde mangan miktarları yine ilk yıl çinko ve demirde olduğu gibi geniş bir aralıkta saptanmıştır. Örneklerde sırasıyla yıllara göre en düşük ve en yüksek 4.3- 49.3 mg kg<sup>-1</sup>, 4.3- 8.9 mg kg<sup>-1</sup>, 2.5- 6.8 mg kg<sup>-1</sup> mangan bulunmuştur (Çizelge 2). Zincircioğlu (2010), Ayvalık çeşidinde birinci yıl mangan içeriklerini 1.57–2.89 mg kg<sup>-1</sup>, ikinci yıl örneklerinde ise 1.60-2.53 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştiğini rapor etmiştir. Pekcan (2013) en yüksek Mn içeriği Uslu ve Domat çeşitlerinde Mayıs ayında 13.40 ppm ve 11.24 ppm olarak belirlemiştir.

## KAYNAKLAR

- Bouat, A., Fertilization of the Olive Tree. 1960. Fertilite No:10: 13-31.
- Erytice, N., 1980. Ayvalık Bölgesi Yağlık Zeytin Çeşidi Yapraklarında Bazı Besin Elementlerinde Bir Vegetasyon Periyodu İçindeki Değişimler. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17/2 (209-221)
- Ferreira, J., Pastor, M. and Magallanes, M. 1980. Trials on Foliar Nitrogen Fertilization in Olive. Olea. December, 7-23
- Gonzales, F.G., Chaves, F., Manzuelas, C., Troncoso, A., Catalina, L. and Jarmiento, R., 1976. Aspectos Fisiológicos en La Nutrición del Olivar de Mesa, Variedad "Manzanillo" de Sevilla Ciclo y Metabolismo de Nutrientes. Le Controle de L'Alimentation des Plantes Cultivees 3. Colloque Europ. et Mediter. Budapest 509-534
- Pekcan, T., Turan, H.S., Aydoğdu, E., Çolak Esetlili, B. 2013. Uslu ve Domat zeytin çeşitlerinde ürün ile kaldırılan besin elementlerinin mevsimsel değişimi. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Genişletilmiş Özetleri Kitabı, 03-07 Haziran 2013, Nevşehir, s: 335-338.
- Püskülcü, G. 1981. Memecik Zeytin Çeşidinde Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi. Bitki Besleme Bölümü Uzmanlık Tezi
- Reuter, D.J. and Robinson, J.B. 1986. Plant Analysis An Interpretation Manual, 127 p.
- Sarıfakioğlu, C. 1995. Bazı Zeytin Çeşitlerinde Yaprak ve Meyvede Mineral Besin Maddelerinin Mevsimsel Değişimi ve Ürün ile Kaldırılan Besin Maddelerinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi, Bornova-İzmir.
- Soltanpour, P.N. and Workman, S.M. 1981. Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro-and micronutrients in NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>-DTPA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, USA, PP. 673-680.
- Soyergin, S. 1993. Bursa Yöresi Gemlik Çeşidi Zeytinlerin Bazı Besin Elementleri İçeriği ve Bu Elementlerin Mevsimsel Değişimleri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. Doktora Tezi, Yalova.
- Tiryakioğlu L.,M., Artukoğlu M. 2015. Sofralık Zeytin Üretimi, Pazarlaması, Sorunlar ve
- Çözüm Önerileri: Akhisar İlçesi Örneği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2015, 52 (2):131-139
- Zincircioğlu, N. 2010. Organik ve Geleneksel Zeytin Yetiştiriciliğinde Bitki Beslenme Durumunun Meyve, Yaprak ve Zeytinyağında Önemli Kalite Ölçütleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova, İzmir, 132s.

## SONUÇ

Zeytin yetiştiriciliğinde doğru gübreleme ürüne ve kaliteye yansıyan en önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmada yaprak örneklerinde makro elementlerden azot ve potasyumun genel olarak düşük, fosforun değişkenlik gösterdiği, kalsiyumun ise yeterli olduğu belirlenmiştir. Mikro besin elementleri açısından ise genelinin yetersiz olduğu belirlenirken; meyve örneklerine ait sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, incelenen literatürlerle uyum içinde olduğu gözlenmiştir. Gereksinim duyulan bahçelerde topraktan gübrelemenin yanında mikro element desteği için yaprak gübrelemenin de yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.



**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):153-160

DOI: 10.20289/zfdergi. 408821

Buket KARATURHAN

Ayşe UZMAY

Gökçe KOÇ

Ege University, Agricultural Faculty, Department of  
Agricultural Economics, 35100, İzmir / Turkey

corresponding author: buket.karaturhan@ege.edu.tr

## Factors Affecting the Probability of Rural Women's Adopting Organic Farming On Family Farms in Turkey

Türkiye'de Kırsal Kadınların Aile İşletmelerinde Organik Tarımı Benimsemeye Olasılığını Etkileyen Faktörler

Alınış (Received): 21.08.2017 Kabul tarihi (Accepted): 04.12.2017

### Key Words:

Organik tarım, kırsal kadın, logit model, Aydın

### ABSTRACT

**T**he study has three main objectives as; designating the factors affecting the probability of rural women's adopting/not adopting organic farming; rating their knowledge on organic farming and defining their practices; making recommendations on how to expand organic farming. The study was conducted in the province of Aydın, where the number of organic farmers are the highest in Turkey, and 91 women were interviewed. In designating the factors affecting the probability of rural women's adopting/not adopting organic farming, the Logistic Regression model was used. According to the results of the model, factors such as; whether farming runs in the family; education level; number of children in the family; individual's actual participation in farming practices; taking part in professional trainings; following development projects oriented in women; being open-minded towards innovations; individual's being close to her ideal life achievements; having conceptive knowledge on organic farming; and whether the individual has/has not a personal income affect the probability of adopting organic farming. While 60.4% of women are adopting to organic farming in their family farm, but only 42% are fully aware of the definition of organic farming. 50.5% of the women participate in the decision-making process with their husband. 78% of the women who participated in the survey want to do organic agriculture in the future. In this respect, increasing the professional courses given to the women, supporting the women for becoming entrepreneurs, increasing the knowledge level of them by means of the extension activities and memberships to cooperatives have significant importance.

### Anahtar Sözcükler:

Organik tarım, kırsal kadın, logit model, Aydın

### ÖZET

**B**u araştırmanın üç önemli amacı bulunmaktadır, ilki kadınların organik tarımı benimsemeye/benimsememe olasılığını etkileyen sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesi, ikincisi organik tarım ile ilgili bilinç düzeylerinin ve uygulamalarının ne olduğunun ortaya konması, üçüncüsü ise organik tarımın yaygınlaştırılması için öneriler getirilmesidir. Araştırma Türkiye'de organik tarım yapan üretici sayısının en yüksek olduğu Aydın ilinde gerçekleştirilmiş ve 91 kadın ile görüşülmüştür. Kadınların organik tarımı benimseyip/benimsememe olasılığını etkileyen faktörler belirlenirken lojistik regresyon modeli kullanılmıştır. Model sonucuna göre, kadının baba mesleğinin çiftçi olması, eğitim düzeyi, hanedeki çocuk sayısı, tarımsal faaliyetlere katılma durumu, mesleki eğitime katılma, kadınlara yönelik projeleri takip etme, yeniliklere açık olma, hayatında ideale yakın olup/olmama durumu, organik tarım konusunda kavramsal olarak bilinçli olup/olmama, kendine ait gelirin olması, organik tarımı benimsemeye olasılığını etkilemektedir. Kadınların %60.4'ü aile işletmelerinde organik tarıma adapte olmuş çalışırken, sadece %42'si organik tarımın gerçek tanımını tam olarak bilmektedir. Kadınların %50.5'i eşleriyle karar alma süreçlerine katılmaktadır. Araştırmaya katılan kadınların %78'i ilerde organik tarım yapmak istemektedir. Bu kapsamda, kadınlara yönelik mesleki kurslar verilmesi, kadınların girişimci olabilmesi için desteklenmesi, yayım faaliyetleri yoluyla bilgi düzeylerinin artırılması ve örgütlenmeleri önem taşımaktadır.



## INTRODUCTION

Environment-friendly farming techniques and sustainability are conceptually broad terms and have been continuously discussed by scientists. Simply, environment-friendly farming is minimizing the negative effect on the environment and encouraging protection of soils (Merrill, 1983). These concepts aim to manage the resources of rural communities; improve their welfare; protecting biological diversity and ecosystem services; developing sustainable farming methods with better yields (Scherr and Mcneely, 2002; Mishra, 2013). It is obvious that sustainability is a universal desire, but on the other hand, there is no certain method on how to establish sustainability (Rigby and Cáceres, 2001). At the same time, the relationship between the concepts of sustainability and organic farming has been discussed in some studies and environment-friendly farming approaches. In regard to these discussions, organic farming has the leading role (Scofield, 1986; Çukur, 2015). In addition, the fact that organic farming is gaining popularity in lots of countries is the particular rationale for research solely on its relationships with sustainability (Rigby and Cáceres, 2001; Artukoğlu and Gençler, 2009). The women are more sensitive to the adoption of the environmentally friendly production techniques when compared to the men both in the organic and conventional sector (Meares 1997; Chiappe and Flora 1998; Jansen 2000). The women living in the rural area are responsible for half of the food production of the world and 60-80% of the food production in most developing countries; together with this, they could only gain one out of three of the global income (UN, 2015).

Women's role is similar in both sustainable and conventional farming, they don't have a sound objection to gender-agricultural labor ratio (Trauger, 2004). Applying pesticides, fertilizers, hormones, chemicals and mechanized works are mainly undertaken by men. Women on the other hand, mainly do wedding, nursing, harvesting, thus, involving less in intensive farming (Udry, 1996; Wells and Gradwell, 2001; Lockie and Lyons, 2001; Sauger, 2002; Trauger, 2004; Bjørkhaug, 2006; Uzunöz et al., 2008; Kızılaslan and Yamanoğlu, 2010). Also, their food preferences are more in favor of natural food and its farming techniques compared to men (Upadhyay, 2005; Urena et al., 2008; Bellows et al., 2010; Parveen and Nazhat, 2015) and this indicates that identifying the factors causing their adoption of organic farming and taking precautions favoring their effects and will increase women's role in expansion of organic farming.

In Turkey's rural areas, 86% of the women are involved in agricultural activities and 77 % of them are non-paid, considered family labor. While the rate of the women working for themselves is 9.2%, others are casual worker (10.8%) or employer (0.1%) (TUIK, 2015).

Based on plans and programs on the environment (government studies) in Turkey, gender equality hasn't expanded within the society and there are no accurate data on "women-environment" and "women-organic farming" relationships (RTDSW, 2008).

While there are no studies on probability of women's adopting organic farming in Turkey, there are studies on factors affecting women's decision making processes (Kızılaslan and Yamanoğlu, 2010) and food safety issues (Bal et al., 2006; Uzunöz et al., 2008).

In this respect the study has three main objectives:

- Determining the factors that affect the probability of rural women's adopting/not adopting organic farming;
- Determining their awareness levels on organic farming
- Making recommendations on expansion of organic farming.

## MATERIAL and METHOD

The study was carried out in the rural areas of Aydın province where the number of farmers practicing organic farming is the highest in Turkey. The province of Aydın has the 5th largest organic farming area in Turkey. Total cultivation area is 370.679 ha and organic farming is practiced in 17.16% of this area. Within 875.834 ha nationwide organic farming area, 7.45% is in the province of Aydın (MFAL, 2015). Chestnut, fig and olive are produced organically. The percentages of products within overall organic farming in the area are; fruits 92%, field crops 6%, vegetables 1.50% and those gathered from nature are 0.50 %. Population of the province of Aydın is 1.041.979 and approximately 50% of the population are women (TUIK, 2014). The number of farmers is 50.545 and 24.06% are practicing organic farming (12.164 farmers).

In this respect, interview with rural women involved (temporarily/permanently) in agricultural activities on 91 family farms were planned to be undertaken through proportional sampling with 90% confidence interval and 8.5% error margin (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)}$$

In the equation above, n is the sample size, N is the population size (50.545), and p is the prediction rate (0.5 for the maximum sample size).

As the study area, districts and their villages where organic farming is practiced intensively were selected. In 13 districts (Çine, Nazilli, Söke, Bozdoğan, Sultanhisar, Germencik, Köşk, Didim, Efeler, Incirliova, Koçarlı, Kuyucak, Yenipazar), minimum 6 and maximum 9 women were interviewed in each district. In selecting the women to be interviewed in the districts, Aydın district Directorates of Ministry of Food, Agriculture and Livestock provided support.

In the study, possibilities of women's adopting organic farming (women who actually take part in agricultural activities) were taken as the dependent variable. In doing so, farmers practicing organic farming in their family farms were taken into consideration as the ones "adapted to organic farming" 60.4% of the women stated that they were actually practicing organic farming on their farms and their farms were certified.

The Logit model was used to determine economic, intellectual, social and personal factors that affect the possibility of rural women's adopting/not adopting organic farming on their family farms. In the logit model, the dependent variable is discrete and the estimated probability values vary between 0 and 1. While estimating the value of the dependent variable in the linear regression analysis, the realization probability of one of the values that shall be taken by the dependent variable in the logistic regression analysis is estimated. The logit model that is dependent on the cumulative logistic probability function is expressed as follows (Gujarati, 1995).

$$P_i = F(z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}} \quad (1)$$

$P_i$ = i' individual's probability of choosing a certain option, F= Cumulative probability function,

$z = \alpha + \beta X_i$ ,  $\alpha$ = constant coefficient,  $\beta$ = parameter predicted for each independent variable,  $X_i$ = i' ordinal number of an independent variable.

Re-organizing the above equation and taking natural algorithms of both sides of the equation, the below equation is obtained;

$$L = \ln \left[ \frac{P_i}{(1 - P_i)} \right] = z_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \quad (2)$$

In the logistic regression model; whether the occupation of the father is farmer (FF), age (AGE), educational level (EDU), marital status (MS), number of children (NC), the income of the family (INCM), personal income status (PINCM), the status of participation in the agricultural activities (PAA), participation in the professional education (PPE),

following the projects regarding the women (PW), innovativeness (INNV), the belief in closeness to the ideals (BIDL), individual's awareness about organic farming (BAO) were taken as independent variables. According to the results of the model estimation; the formed model has been found as meaningful at the level of  $P < 0.05$ . The correct classification rate is 0.835 in the model. This rate shows that 83.5% of the independent variables in the model have been correctly assigned to the groups. The -2LLR value attained for the model has been found as 60.202 and it is significant in 5% error level.

## RESULTS AND DISCUSSION

The average age of the women took part in the study is  $44.39 \pm 12.35$ . Out of total, 33% had primary education and 21% are university graduates. The average household population is 4 ( $3.82 \pm 1.19$ ) and 21% of the households have 3 children and 50% have 2 children. The ratio of women whose fathers' are also farmers is 71%. Additionally, 65% of the women are permanent farmers (Table 1). In the family farms, olive (53.19%), fig (25.53%), vegetables (36.17%), chestnut and citrus (10.8%) and honey (4%) are produced organically.

According to the results of logistic regression, whether farming runs in the family; education level; number of children in the family; individual's own income; individual's participation (temporarily/permanently) in farming practices; taking/not taking part in professional trainings; following/not following development projects oriented in women; being open-minded towards innovations; individual's being close to her ideal life achievements; individual's awareness about organic farming are effective on probability of women's adopting organic farming on their family farms (Table 2).

The probability of adoption of organic farming by women, who take part in agricultural activities permanently, increases 4.7 times and that of those, whose fathers are farmers, increases 9.6 times compared to those of the otherwise. This situation can be considered as the positive effect on the women due to the fact that organic farming has been practiced in the region for a long time. In fact, a study conducted in Izmir region also reported that women, who had been involved in agricultural activities since their childhoods, instantly preferred agricultural activities instead of others (handcrafts etc.) when it comes to entrepreneurship (Uzmay and Karaturhan, 2015).

**Table 1.** Descriptive Statistics of Variable

Dependet variable (Y)	Type of Variable	Description	Frequency	Percent(%)
	Dichotomus	0: The women for not adopting the organic farming on family farm	36	39.6
		1: The women for adopting the organic farming on family farm	55	60.4
Independent variables (X)				
Age (AGE)		0: x≤40 year	42	46.2
		1: x>40 year	49	53.8
Whether the occupation of the father is farmer (FF)	Dichotomus	0: Otherwise	26	28.6
		1: farmer	65	71.4
Education (EDU)	Ordinal Categorical	1: primary school	31	34.1
		2: middle school	15	16.5
		3: high school	26	28.6
		4: university	19	20.9
Family Income level (INCM)	Ordinal Categorical	0: x≤4000 TL	68	74.7
		1: x>4000 TL	23	25.3
Personal Income Status (PINCM)	Dichotomus	0: No	43	47.3
		1: Yes	48	52.7
Marital Status (MS)	Dichotomus	0: Other	15	16.5
		1: Married	76	83.5
Number of children (NC)	Ordinal Categorical	0: No	16	17.6
		1: One children	9	9.9
		2: Two children	45	49.5
		3: Tree children	19	20.9
		4: Four children	2	2.2
The status oft participation in the agricultural activities (PAA)	Ordinal Categorical	1:limited	12	13.2
		2:often	20	22.0
		3:continuous	59	64.8
Participation in the professional education (PPE)	Dichotomus	0:No	58	63.7
		1:Yes	33	36.3
Following the projects regarding the women (PW)	Dichotomus	0:No	42	46.2
		1:Yes	49	53.8
Being aware of the organic farming (BAO)	Dichotomus	0:No	53	58.2
		1:Yes	38	41.8
Innovativeness (INNV)	Dichotomus	0:No	54	59.3
		1:Yes	37	40.7
The belief in closeness to the ideals (BIDL)	Dichotomus	0:No	58	63.7
		1:Yes	33	36.3

**Table 2.** Statistical Results of Logit Model

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
FF	2.263	.925	5.986	1	.014**	9.614
AGE	1.324	.853	2.408	1	.121	3.759
EDU	.887	.488	3.308	1	.069*	2.427
NC	1.090	.551	3.917	1	.048**	2.975
MS	-.459	1.138	.163	1	.687	.632
INCM	-.910	.857	1.127	1	.288	.403
PINCM	-1.994	.903	4.879	1	.027**	.136
PAA	1.540	.694	4.930	1	.026**	4.665
PPE	2.224	.904	6.052	1	.014**	9.240
BILD	1.540	.937	2.703	1	.098*	4.665
INNV	2.019	.963	4.391	1	.036**	7.528
PW	1.411	.723	3.816	1	.051*	4.102
BAO	1.452	.841	2.976	1	.085*	4.270
Constant	-9.679	3.083	9.857	1	.002	.000
Variables in the Equation Model Summary	.424	.214	3.908	1	.048**	1.528
Model Summary	-2 Log likelihood 60.202		Cox & Snell R Square 0.494		Nagelkerke R Square 0.668	

\*\*Significant at p<0.05. \* Significant at p<0.10.

The probability of adoption of organic farming by the families with a higher number of children per household increases 2.97 times compared to that of those with fewer number of children per household. Some other studies revealed that leaving a natural environment to their offspring is important to women and their level of knowledge for environment-friendly farming techniques increases as the number of children per household increases (Sumner, 2003; Rayanagoudar et al., 2012). This is attributed to the fact that women are biologically dissatisfied because pesticides and chemicals are transferred to the breastfed child.

Therefore, women's approach to natural food, organic farming and organic produce is positive and they are easily convinced (Pedersen and Kjærgård, 2004; Belows et al., 2010; Parveen and Nazhat, 2015). The probability of adoption of organic farming by women, who are university graduates, increases 2.4 times compared to the ones who had primary education and it folds 4.1 times for the ones that are aware of women oriented development projects against the ones those who are not. Different results on the effects of education factor on probability of adopting organic farming have been reported in some other studies. Rayanagoudar et al. (2012), reported a negative relationship between education and knowledge level on organic farming and they attributed this result to the fact that educated women have a reluctant approach to organic farming because yields are low in first years. Taluğ (1982) reported that there is no relationship between individuals' education levels and farming techniques. However, many other studies report positive relationships between education level and organic farming (Belrán et al., 2012; Hosseini and Ajoundani, 2013; Shaban, 2015). On the other hand, a study (Kaya and Atsan, 2012) conducted in the province of Bayburt in the eastern Black Sea region and Erzurum and Erzincan provinces in Eastern Turkey reported the fact that 41.8% of the rural women are illiterate, has a negative effect on the expansion of the impacts of organic farming. This was also confirmed by another study (Yurttaş et al., 2005) as a fact that 37% of the rural women are illiterate, and this has a negative effect on expansion of the impacts of organic farming.

The probability of adoption of organic farming by women, who took professional training increases 9.2 times compared to those who didn't. When subjects were asked which training subject from among the list of subjects for professional trainings to be offered by the ministries of Food, Agriculture and Livestock and Ministry of Family and Social Policies, they preferred to be trained, answers were; conditions of eligibility for agricultural subsidies by 45%; women health by 32%; organic farming and other environment-friendly farming techniques by 11%; subsidies for women entrepreneurship 9.9%; and agricultural organizations

by 2.2%. This brings about the fact that women prioritize agricultural subsidies due to economic issues. No statistical differences have been found between those adopted organic farming on their family farms and their training preferences (Pearson Chi-Square, 2,824,  $P(0.588) > 0.05$ ). In a study conducted in Poland by Kania (2000) women's needs for information and training were listed. Women wanted more information and trainings on healthy food production, bio-dynamic vegetable farming and family nutrition (Kania, 2000). In addition, a study conducted in Australia reported that not only farmers but also other professionals (researchers, publishers, government officials etc.) in agriculture developed a more positive approach to organic farming as their knowledge and experience increased on the subject (Wheeler, 2008).

The probability of adoption of organic farming by women who completely know the definition of organic farming and environment-friendly farming techniques is 4.2 times higher than those who don't. The ratio of women with complete knowledge on organic farming is 42% in our study. Similar to that, the ratio of those who stated that they pay absolute attention to human health is 42%.

A study conducted in Eskişehir and Afyon Karahisar, Turkey reports that most participants living in rural areas are knowledgeable on organic farming by 81.13% but they had limited knowledge ratios on issues such as, sustainable development, global warming and depletion of ozone layer by 4-23% (Akça et al., 2007). Rayanagoudar et al. (2012) reported that 73% of women in villages where organic farming is practiced have high level of knowledge; 26% have moderate and 1% have low knowledge on organic farming. It was pointed out that the fact that a university conducts agricultural training and this might have an important role in women's having high level of knowledge.

56.2% of the participant women stated that reading the using instructions of pesticides and chemicals is very important; some others by 18% said it is important; some, by 16.9%, stated that they were indecisive on this issue and 9% of the women said it was not important for them. As for the question on using proper dosages when applying pesticides, 58.4% said it was very important and 16.9 said it was important. Indecisive ones and those who think it was not important were 18% and 6.7% respectively. Additionally, 76.4% stated that timing was very important when applying pesticides. While 63% of the women said they get the information on organic farming from TVs, radios and newspapers, 37% gets them from trainings organized by District Agriculture Directorates and agricultural consultants/advisors. According to a study conducted in Tokat province, Turkey by Kızılaslan and Yamanoğlu (2010); 78.13% of the women preferred being trained through courses organized by District Agriculture

Directorates; 52.34% preferred TV and radio programs and 8.59% preferred newspapers and magazines. Women's sources for information in the USA are primarily WIC (Women, Infant, and Children) programs followed by their families and TV programs (Kwon et al., 2008).

The probability of adoption of organic farming by women, who have their own income, is 7.14 times less than those who don't have personal income. Ratio of women with no personal income is 52.8%. For the ones who have personal income, for 13%, the income is from their own business; 16.6% have parental financial support and 17.2% live on salaries from jobs and sectors other than agriculture. The negative effect of personal income can be attributed to the fact that family income of 75% of the women is below the poverty threshold in Turkey and therefore, personal income is likely to be used for purposes other than agricultural purposes. In fact, having sufficient financial resources for sustainability of a family farm can also be considered as a parameter in terms of adoption of environment-friendly farming techniques and organic farming (Engindeniz, 2008, Emekli and Topakçı, 2009; Kaya and Atsan, 2012; FAO, 2014). Ratio of women who are members of a cooperative is 29.7%. No meaningful relationship was found between cooperative membership and probability of adopting organic farming on family farms (Pearson Chi-Square, 0.623,  $P(0.430) > 0.05$ ). In terms of making decision for agricultural activities, 50.5% of the women stated that they make decisions with their husband; 7.7% said they make decisions on their own; family elderly make decision in 9.9% of the families and in 31.9% of the families, husbands alone make decision. A meaningful difference was found between practicing organic farming on family farm and making decision for agricultural activities (Pearson Chi-Square, 6.640,  $P(0.084) < 0.10$ ).

While 85.7% of the women, who make decisions on their own, practice organic farming, only 22.2% of the women, whose elderly in their family make the decisions, practice organic farming. Whereas 54.3% of the women, who make decisions with their husbands, practice organic farming, 48.5% of the women, whose husbands alone make decision, do organic farming. These findings show that when more women can make decisions, organic farming will expand. A study conducted in Bayburt in Eastern Blacksea region reports that in 56% of the family farms, decisions were made by husbands alone (Yavuz et al., 2014). Other studies also report that rural women in Turkey are usually ineffective in decision making (Özçatalbaş, 2001; Kulak, 2011; Kutlar et al., 2013). Studies conducted in Australia report that rural women's decisions have recently been more effective in terms of strategic planning, production and marketing (Bock and Shortall, 2006; Pannell and Vanclay,

2011). Another study conducted in Australia also reports that 90.4% of the rural women make decisions with their husbands for both agricultural and non-agricultural high cost activities (Hay and Pearce, 2014).

When Europe is concerned as a whole, it is noticed that women take part intensively in food production and processing activities on the farm either as a co-owner or part of family labor force. They work in food and farming establishments as qualified professional work force and managers as well (FAO, 2004). On the other hand, a study conducted in Norway reported that average age of the women practicing organic farming was 46 and 80% of them practiced organic farming together with their husbands. 60% of the wife's of male farmers, who practice conventional farming, weren't involved in agricultural activities (Bjørkhaug, 2006). This proves that when women take part in decision-making processes and got actually involved in agricultural activities, they positively contribute to the expansion of organic farming.

The probability of adopting organic farming for those who describe themselves innovative, increase 7.5 times compared to those who don't.

Women who state that they are close to their ideal lives increase the probability of adopting organic farming techniques 4.6 times and their ratio is 36.3%. In a study conducted on women entrepreneurship in Izmir, 23% of the women subjects stated that they were definitely close to their ideals in their lives; 29% were close to their ideals and the rest were indecisive on this issue or they were not close to their ideals (Uzmay and Karaturhan, 2015). A study conducted in Switzerland reports that two third of rural women are happy with their lives (BLW, 2012).

While the ratio of farmers who are currently practicing organic farming on their farms is 60.4%, that of those who want to practice organic farming in future is 78%.

A study conducted with farmers who grow ecological sultanas in Izmir and Manisa, in the same region with Aydın, reported that respectively 82%, 51.3% of the farmers wished to continue producing ecological sultanas in the future as well (Karaturhan and Boyacı, 2005). Hall and Mogyorodó (2007) reported that rural women are involved in rather vegetable farming, mixed livestock and cash crop farm activities and their management instead of heavily mechanized high-cost field cultivation. The reason for rural women's intention for organic farming is primarily because they are enthusiastic about growing produces for their home without using pesticides and having this experience later becomes effective on their adopting commercial organic farming on their family farms (Jansen, 2000). Reasons for those women, who don't want to practice organic farming in the future (22%) are; more costly (25%); less yield (20%); not knowing organic farming

techniques (30%); not having organic farmers within their close surroundings. The answer "I don't know" was by 12%.

## CONCLUSION

In this study; while farming runs in the family, education level, number of children in the family, the status of participation in the agricultural activities, taking part in professional trainings, following development projects oriented in women, being open-minded towards innovations, individual's being close to her ideal life achievements, having conceptive knowledge on organic farming positively affect the probability of adopting the organic farming, the existence of a personal income belonging to the women negatively affects. The absence of 49% of the women from the participation in the decision making processes in the family farms prevents especially more application of the organic agriculture in the family farms. However; in this study, while the fact that 60.4% of the woman participants make organic agriculture in their family farms, 78% of the women who participated in the survey would like to conduct it in the future is important. In the study; the fact that the majority of the women (75%) have the family income that is below the poverty line of

Turkey changes the subjects followed and cared by the women primarily. Within this scope; the socio-economic developments that shall provide the rural development shall ensure the participation of the women in the decision making process and shall increase the adoption of the organic agriculture that is common in Aydin. Increasing the professional courses given to the women, supporting the women for becoming entrepreneurs, increasing the knowledge level of them by means of the extension and memberships to cooperatives have significant importance. On the other hand, the improvement of the databases with the studies to be conducted in especially the rural areas and conducting the studies simultaneously in all the regions are of significant importance in terms of solving the problems related to the women.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the project executors (The Ministry of Family and Social Policies, Aydin, The Ministry of Food, Agriculture and Livestock and Aydin Chamber of Agriculture) with the subject of "Agricultural Production and Supporting the Social Life" that have helped us conduct this study and the women participants attending to our study.

## REFERENCES

- Akça, H., Sayılı, M., Yılmazçoban, M. 2007. Rural awareness of environmental issues: the case of Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16 (2): 177-182.
- Artukoğlu, M.M., and Gençler, F. 2009. Zeytin Üretim ve İşleme Sanayinde Çevre Bilincinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma: Edremit Körfezi Örneği. Ziraat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Yayın No: 5, İzmir, p. 165. [In Turkish].
- Bal, H.S.G., Göktolga, Z., Karkacier, O. 2006. The examination of consciousness level of consumers about food safety (a case of Tokat province). *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 12(1): 9-18. [In Turkish].
- Bellows, A. C., Alcaraz, G., Hallman, W. K. 2010. Gender and food, a study of attitudes in the USA towards organic, local, US grown, and GM-free foods. *Appetite*, 55(3): 540-550.
- Beltrán-Estevé, M., Picazo-Tadeo, A.J., Reig-Martinez, E. 2012. What makes citrus farmer go organic? empirical evidence from Spanish citrus farming. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(4): 901-910.
- Björkhaug, H. 2006. There a female principle in organic farming? An interpretation of data for Norway. *Social Perspectives of Organic Agriculture: From Pioneer to Policy*, p. 195-209.
- Bock, B.B., and Shortall, S. 2006. Rural gender relations: issues and case studies. *CABI*, p.374.
- Boyacı, M. and Yıldız, Ö. 2013. Gender and Extention in Turkey, *The Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 50 (1): 21-27. [In Turkish]
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). 2012. Frauen in der Landwirtschaft, Auszug aus dem Agrarbericht 2012. <http://www.google.com.tr/webhp?nord=1&gwsrd=cr&ei=kpsqVqyTHarMygPruK7IDg#nord=1&q=Frauen+in+der+Landwirtschaft+Agrarbericht> Accessed: 25.11.2016
- Chiappe, M.B. and Flora, C.B. 1998. Gendered elements of alternative agriculture paradigm. *Rural Sociology*, 63(3): 372-393.
- Çukur, T. 2015. Conventional dairy farmers converting to organic dairy production in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(4): 1543-1551.
- Emekli, Y.N., Topakçı, M. 2009. Precision agriculture technologies using in irrigation. *Journal of the Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 26(2): 9-17. [In Turkish].
- Engindeniz, S. 2008. Economic analysis of agrochemical use for weed control in field-grown celery: a case study for Turkey. *Crop Protection*, 27(3): 377-384.
- FAO. 2004. Food safety and quality in Europe: aspects concerning quality, nutritional balance, importance of agricultural land and cultural heritage ("terroirs"): A gender perspective. 24th FAO Regional Conference for Europe, 5-7 May 2004, Montpellier-France.
- FAO. 2014. SAFA: Sustainability assessment of food and agricultural systems, guidelines, Version 3.0, Rome, Italy, p.253.
- Gujarati, D.N. 1995. *Basic econometrics*, McGraw-Hill. Inc., New York, USA. p. 570.
- Hall, A. and Mogyorody, V. 2007. Organic farming, gender, and the labor process. *Rural Sociology*, 72 (2): 289-316.
- Hay, R. and Pearce, P. 2014. Technology adoption by rural women in Queensland, Australia: women driving technology from the homestead for the paddock. *Journal of Rural Studies*, 36: 318-327.
- Hosseini, S.J. and Ajourndani, Z. 2013. Affective factors in adopting organic farming in Iran. *Annals of Biological Research*. 3(1): 601-608.
- Jansen, K. 2000. Labour, livelihoods and the quality of life in organic agriculture in Europe. *Biological and Horticulture*, 17: 247-278.
- Kania, J. 2000. Agricultural extension for rural women in Poland. in: rural women in the process of accession to the European Union: a collection of essay. Ljubljana: Open Society Institute. 83-95.

- Karaturhan, B., Boyacı, M. 2005. A study on agricultural extension function in ecological agriculture: raisins instance. Ege University Faculty of Agriculture. Department of Agricultural Economics. Bornova, İzmir, p.63 [In Turkish].
- Kaya, T.E., and Atsan, T. 2012. Rural women's socio-economic status and future expectations (the case of TRAI region). *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 18(1): 1-11.
- Kızılaslan, N. and Yamanoglu, A. 2010. Participation of women in rural areas of agricultural production and domestic matters in decision-making: a case study for Tokat province. *The Journal of International Social Research*, 3(13): 154-166. [In Turkish].
- Kulak, E. 2011. Effect on the Women's Employment in Rural Areas of Agricultural Production Process Change: Development after 1980. Republic Of Turkey Prime Ministry General Directorate On The Status Of Women. ISBN:978-975-19-5053-6. [in Turkish].
- Kutlar, I., Turhanogullari, Z., Kızılay, H. 2013. Determining the socio-economic factors affecting on labor force and decision participations of women in rural areas: a case study in the province of Burdur. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*. 26(1): 27-32. [in Turkish]
- Kwon, J., Wilson, A. N., Bednar, C., Kennon, L. 2008. Food safety knowledge and behaviors of women, infant, and children (WIC) program participants in the United States. *Journal of Food Protection*, 71(8): 1651-1658.
- Lockie, S. and Lyons, K. 2001. Renegotiating gender and the symbolic transformation of Australian rural environments. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 9(1): 43-58.
- Meares, C. 1997. Making the transition from conventional to sustainable agriculture: gender social movement participation and quality of life on the family farm. *Rural Sociology*, 62(1): 21-47.
- Merrill, M.C. 1983. Eco-agriculture: a review of its history and philosophy. *Biological Agriculture and Horticulture*, 1(3): 181-210.
- Ministry of Food, Agriculture and Livestock (MFAL). 2015. Records for the province of Aydın, Aydın Provincial Directorate.
- Mishra, M. 2013. Role of ecofriendly agricultural practices in Indian agriculture development. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(2): 11-15.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall International, New Jersey, p. 867.
- Özçatalbaş, O. 2001. Women's participation in agricultural activities and utilization from extension possibilities of the two villages in different socio-economic characteristics in Adana province. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 14(1): 79-88. [In Turkish].
- Pannell, D., Vanclay, F. 2011. *Changing Land Management: Adoption of New Practices by Rural Landholders*. CSIRO Publishing, p. 208.
- Parveen, K. and Nazhat, K. 2015. NGOs: A link between the rural women entrepreneurs and city dwellers. *Research Journal of Management Sciences*, 4(3): 6-8.
- Pedersen, K.B. and Kjærgård, B. 2004. Do we have room for shining eyes and cows as comrades? gender perspectives on organic farming in Denmark. *Sociologia Ruralis*, 4(4): 373-394.
- Rayanagoudar, R., Nagnur, S., Badiger, C. 2012. Knowledge level of farm women about organic farming and organic foods. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25(2): 298-300.
- Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock (MFAL). 2015. Aydın Directorate of Provincial Food Agriculture and Livestock Database, Available in <http://aydin.tarim.gov.tr/> Accessed: 25.11.2016
- Republic of Turkey Prime Ministry General Directorate on The Status of Women (RTDSW). 2008. Policy document: Women and Environment. Ankara. p.17.
- Rigby, D. and Cáceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 68(1): 21-40.
- Saugeres, L. 2002. Of tractors and men: masculinity, technology and power in a French farming community. *Sociologia Ruralis*, 42(2): 143-159.
- Scherr, S.J. and Mcneely, J.A. 2002. Reconciling agriculture and biodiversity: policy and research challenges of 'ecoagriculture'. Equator Initiative, UNDP, Available in <http://pubs.iied.org/pdfs/1103IIED.pdf>. Accessed: 08.01.2016
- Scofield, A. 1986. Organic farming the origin of the name. *Biological Agriculture and Horticulture*, 4(1): 1-5.
- Shaban, A.A. 2015. Factors influencing farmers' decision to shift to organic farming: The case of Gaza Strip. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 5(1): 78-87.
- Sumner, J. 2003. Visions of sustainability women organic farmers. *Canadian Woman Studies*, 23(1): 146-150.
- Talug, C. 1982. MEYSEB A study on evaluation of agricultural extension studies. Ankara University Faculty of Agriculture. Unpublished Doctoral Dissertation. Ankara. [In Turkish].
- Trauger, A. 2004. 'Because they can do the work': Women farmers in sustainable agriculture in Pennsylvania, USA. *Gender, Place and Culture*, 11(2): 289-307.
- Turkish Statistical Institute (TUIK). 2014. Selected Indicators of Aydın. No: 4196, Ankara, p. 174.
- Turkish Statistical Institute (TUIK). 2015. Labor Force Statistics, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1007](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007) Accessed: 10.04.2017
- Udry, C. 1996. Gender, agricultural production, and the theory of the household. *Journal of Political Economy*, 104(5): 1010-1046.
- United Nations (UN). 2015. Retrieved <http://www.un.org/en/databases/> Accessed: 10.01.2016
- Upadhyay, B. 2005. Women and natural resource management: Illustrations from India and Nepal. *Natural Resources Forum*, 29(3): 224-232.
- Urena, F., Bernabeu, R. and Olmeda, M. 2008. Women, men and organic food: differences in their attitudes, and willingness to pay. A Spanish case study. *International Journal of Consumer Studies*, 32: 18-26.
- Uzmay, A., and Karaturhan, B. 2015. Study on the factors affecting the choices of initiative areas for prospective rural women entrepreneurs in İzmir Province. *The Journal of Ege University Faculty of Agriculture*. 52(1): 181-189. [In Turkish].
- Uzunöz, M., Büyükbay, E.O., Oruç E., Bal, H.S.G. 2008. Conscious levels of rural woman in the subject of food safety (case of Tokat province). *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 22(2): 35-46. [In Turkish].
- Wells, B.L. and Gradwell, S. 2001. Gender and resource management: community supported agriculture as caring-practice. *Agriculture and Human Values*, 18: 107-119.
- Wheeler, S.A. 2008. What influences agricultural professionals' views towards organic agriculture?. *Ecologicaeconomic*, 65(1): 145-154.
- Yavuz, F., Terin, M., Güler, I.O. 2014. Increasing the role and efficiency of women in production in rural Bayburt. Atatürk University Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics. Bayproje 13. Bayburt. p.55. [in Turkish]
- Yurttaş, C., Atsan, T., Çelik, H. 2005. Education of the agricultural population and women in the agricultural population. Retrieved [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/5323660ed212445\\_ek.pdf?tipi=14&sube](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/5323660ed212445_ek.pdf?tipi=14&sube). Accessed 06.01.2016 [in Turkish]

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):161-170  
DOI: 10.20289/zfdergi.408828

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR  
Gülsüm UYSAL

**Meloidogyne incognita ırk 2'nin Farklı  
İnokulasyon Yoğunluklarının Bazı Dayanımlı  
Biber Hatlarında Reaksiyonu**

Reaction of Different Inoculation Densities of *Meloidogyne incognita* race 2 on Some Resistant Pepper lines

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki  
Koruma Bölümü, 32260, Isparta / Türkiye  
sorumlu yazar: fatmagoze@sdu.edu.tr

Alınış (Received): 09.06.2017

Kabul tarihi (Accepted): 19.12.2017

**Anahtar Sözcükler:**

*Meloidogyne incognita* ırk2, biber,  
dayanımlılık, virülenslik, inokulum  
yoğunluğu, patojenite

**ÖZET**

**Ç**alışmada, *Meloidogyne incognita* ırk 2'nin iki izolatu (G7 ve K4) 'nın farklı inokulasyon yoğunluklarının Kök-ur nematodlarına dayanıklı Carolina Wonder, PM 217, CM334 biber hatları ile *M. incognita* 'ya duyarlı Yolo Wonder hattında reaksiyonu kontrollü koşullar altında ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık, %  $60\pm 5$  nem ve 16:8 fotoperiyot) araştırılmıştır. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnokulum kaynağı olarak yumurta paketi kullanılmış ve bitkiler 4 gerçek yapraklı fide dönemlerine geldiklerinde bitki kök bölgesinde açılan 2 cm derinliğe 1-5-10-20 ve 50 yumurta paketi inokule edilmiştir. Biber bitkileri inokulasyondan 9 hafta sonra sökülümüş ve köklerdeki gal oranı 0-5 skalasına göre indekslenmiştir. Köklerde gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayısı ışık mikroskobu altında sayılmış ve üreme gücü hesaplanmıştır. Carolina Wonder ve CM334 dayanıklı biber hatlarında G7 ve K4 izolatu tüm inokulum yoğunluklarında avirulent reaksiyon göstermiştir. PM217 dayanıklı biber hattında G7 izolatu'nun 50 yumurta paketi inokulum yoğunluğunda üreme oranı 1.1 olarak bulunmuş ve dayanıklı biber hattında dayanıklılığı kırdığı saptanmıştır. K4 izolatu PM217 dayanıklı biber hattında 10-20 ve 50 yumurta paketi inokulum yoğunluğunda virulent reaksiyon göstermiştir. Bu inokulum yoğunluklarında üreme oranı sırasıyla 1.4, 3.5 ve 4.4 olarak bulunmuştur. Yolo Wonder biber hattında her iki izolatu patojenitesi yüksek bulunmuştur.

**Key Words:**

*Meloidogyne incognita* race2, pepper,  
resistance, virulence, inoculum density,  
pathogenicity

**ABSTRACT**

**R**eaction of different inoculation densities of two *Meloidogyne incognita* race2 isolates (G7 and K4) was studied on the root-knot nematode resistant pepper lines Carolina Wonder, PM217, CM334 and susceptible Yolo Wonder under controlled conditions ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperature,  $60\pm 5\%$  humidity and 16:8 photoperiodism). Experiments were conducted on a randomized block design with 5 replications. Egg masses were used inoculum source and when the plants reached 4 real leaf seedlings, 1-5-10-20 and 50 egg masses were inoculated into the 2 cm depth of plant root zone. Peppers were harvested 9 weeks after inoculation and root gall ratio was indexed according to 0-5 scalae. Numbers of galls, egg masses and eggs in a roots were counted under light microscopy and reproduction fitness were evaluated. G7 and K4 isolates showed avirulent reaction in all inoculum densities in Carolina Wonder and CM334 resistant pepper lines. In the PM217 resistant pepper line, Reproduction fitness of G7 isolate was found 1.1 in the density of 50 egg masses and the durability of the pepper line is broken. 10-20 and 50 egg masses inoculum densities of K4 isolate showed virulent reaction in the PM217 resistant pepper line. Reproduction fitness in these inoculum densities were 1.4, 3.5 and 4.4 respectively. The pathogenicity of both isolates in the Yolo Wonder pepper line was found to be high.

**GİRİŞ**

Dünyada 31 milyon ton ülkemizde ise yılda yaklaşık 1.8 milyon ton biber üretimi gerçekleştirilmektedir (FAO, 2012; TÜİK, 2012). *Meloidogyne incognita* (Kofoid &

White) Chitwood biberin ana zararlılarından biridir ve dünyada önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Di Vito et al. 1985; Fery and Dukes, 1984; Sasser and Freckman, 1987; Thies et al. 1997). Ülkemizde yapılan bir



çok araştırmada Kök-ur nematodu türlerinden, *M. incognita* ve *M. javanica* (Treb) Chitwood'ın en yaygın ve ekonomik olarak kayba yol açan önemli türler olduğu, *M. arenaria* (Neal) Chitwood ve *M. hapla* Chitwood'ın ise ender rastlanan türler olduğu bildirilmektedir (Söğüt ve Elekçioğlu, 2000, 2007; Devran ve Söğüt, 2009; Kepenekçi ve ark., 2009). Bommalinga et al., (2013), *M. incognita*'nın dolmalık biberin ana zararlılarından biri olduğunu ve %15'e çıkan verim kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir. Söğüt ve Elekçioğlu (2007), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaptıkları çalışmalarda sera koşullarında biber bitkisinde mücadele yapılmayan parsellerde *M. incognita*'nın % 80'e yakın verim kaybına neden olduklarını bildirmektedir. Lindsey ve Clayshulte (1982) ile Thomas ve Cardenas (1985), New Mexico'da yaptıkları çalışmada, *M. incognita*'nın acı biber çeşitlerinde, Di Vito et al. (1985; 1992), İtalya'da yaptıkları çalışmada, tatlı biber çeşitlerinde verimde önemli kayıplara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bitki paraziti nematodların zararları başlangıçtaki nematod yoğunluğuna, taksonomisine, bitkinin duyarlılığına, nematodun üreme gücüne, nem ve nematodlarla etkileşime girebilecek diğer patojen organizmaların varlığı gibi koşullara bağlıdır. Dolayısıyla, bu parametrelerin anlaşılması etkin kontrol mekanizmalarının geliştirilmesinde hayati bir rol oynamaktadır (Barker and Olthof, 1976). Bazı sebze ürünlerinde kök-ur nematodunun farklı inokulasyon yoğunluklarında patojenitelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Gergon et al. 2002; Di Vito et al. 2004; Kumar and Pathak, 2005; Vovlas et al. 2008; Parveen et al. 2006; Giri Babu et al. 2008; Chandra et al. 2010). Shafiee ve Jenkins (1963), *M. incognita* 1000 larva/1 bitkinin bitkide ciddi bodurluk oluştururken, *M. hapla* 1000 larva/1 bitkide bodurluğun daha az olduğunu bildirmektedir. Chandra et al. (2010) *M. incognita*'nın dört kabak çeşidinde üreme oranı ile başlangıç inokulum yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yüksek popülasyon seviyesindeki nematod çoğalımında meydana gelen azalma, kök sisteminin bozulması ve kök sistemi içinde gelişmekte olan nematodlar arasında gıda ve beslenme rekabeti ve de gal dokularında büyüyen larvaların kısıtlanmasıyla yeni yerlere hareket edemediklerinden kaynaklanabilmektedir (Ogunfowora, 1977; Wallace, 1973; Khan et al. 2006).

Tarımsal ürünlerin bitki paraziti nematodlara karşı optimum düzeyde ekonomik olarak korunması, ekim-dikim sırasında bu organizmalar arasındaki ilişkinin yanı sıra konukçu bitkilerin tepkileri ile ilgili niceliksel bilgiye sahip olmayı gerektirmektedir. Nematodlarda başlangıç popülasyonu ve verim ilişkisi arasında verim kaybının hesaplanmasına yönelik yaklaşımlar vardır (Seinhorst, 1965; Jones, 1956; Olthof and Potter, 1973; Swarup and

Sharma, 1965). Seinhorst (1965), bitkinin nematod varlığında büyümek ve gelişmek için gösterdiği toleransı formülize etmiş ve limit değerlerinin hesaplanmasını sağlamıştır. Eğer nematod yoğunluğu tolerans limitinden büyükse zarar oluşmaktadır. Bitki ıslahı ve varyetelerin seleksiyonunda bu tolerans limiti denemelerinin yapılması gereklidir. Tolerans limiti nematod türü, bitki türü ve çevre şartlarına bağlıdır (Mekete et al. 2003). Bazı bitkilerin köklerinde nematod yoğunluğu çok fazla olurken bazılarında bu sayı daha az ya da sıfır değerindedir. Bu farklılıklar bitki ve nematod arasındaki interaksiyon ile bitkinin nematod enfeksiyonuna karşı verdiği savunma ile ilişkilidir (Wallace, 1973). Barker ve Olthof (1976), *M. javanica* ile yaptıkları çalışmalarda dayanıklı ve hassas domatesteste tolerans sınırını 0.2 larva/100 g toprak olarak hesaplamışlardır. Di Vito et al. (1985, 1991), *M. incognita* için biber tolerans sınırını 0.16 yumurta + larva/cm<sup>3</sup> toprak olarak bulurken, hassas ve dayanıklı domates için 0.55 yumurta + larva/cm<sup>3</sup> toprak olarak bulmuşlardır.

Kök-ur nematodları ile mücadelede dayanıklı çeşit ve aşılı fide kullanımı günden güne artmaktadır. Bu artışta Metil bromid (CH<sub>3</sub>Br) gibi toprak fumigantlarının ve nematisitlerin çevre, doğal yaşam ve insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle yasaklanmasının önemli bir payı vardır (Sorribas et al. 2005; Fazari et al. 2012). Özellikle domates yetiştiriciliğinde nematoda dayanıklılık sağlayan *Mi* geninin dünyada yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Biberde *M. incognita acrita*'ya dayanıklı dominant *N* geninin belirlenmesi ise 1950'li yılların başında *Capsicum frutescens* L. 'Santanka XS' hattında gerçekleşmiştir (Hare, 1956). Hare (1966), *M. incognita* 'ya dayanıklı *N* geni taşıyan pimiento biberi 'Mississippi Nemaheart' i geliştirmiştir. Fery et al. (1998), geri melezleme yöntemi ile 'Mississippi Nemaheart'den *N* genini 'Keystone Resistant Giant ve Yolo Wonder B' dolmalık biberlerine transfer etmişlerdir. Bu melezlemenin sonucunda homozigot *N* geni taşıyan ve *M. incognita* ırk 1-2-3 ve 4, *M. arenaria* ırk 1 ve ırk 2 ile *M. javanica*'ya homozigot dayanıklı iki dolmalık biber kültürü 'Charleston Belle ve Carolina Wonder' elde edilmiştir (Thies and Fery, 2000; 2002a,b). Hendy et al. (1983,1985) ve Dalmaso et al. (1985), Orta Amerika ve Hindistan orijinli *Capsicum annum* PM217 (*Me1veMe2*) ve PM687 (*Me3veMe4*) acı biber genotiplerinde *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerine karşı dayanıklılık tespit etmişlerdir. Dünyada ıslah çalışmalarında bu dayanıklı biber hatlarının yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle gen piramidi yöntemi kullanılarak dayanıklılık ve sürekliliğinin artırılmaya çalışıldığı bilinmektedir (Djian-Caporino et al., 2014).

Kök-ur nematodlarına karşı mücadelede rotasyon sistemleri ve dayanıklılık çalışmaları için farklı başlangıç

populasyonu (Pi) yoğunluklarının araştırılması ve tolerans sınırlarının ortaya çıkarılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle populasyon dinamiğinin bilinmesi sahaya özgü (site-specific) yönetim stratejilerinin belirlenmesini sağlamaktadır (Morgan et al. 2002).

Bu çalışmada *M. incognita*'nın farklı inokulasyon yoğunluklarında nematoda dayanıklı Carolina Wonder (*N* geni), CM334 (*Me7-Mech1*), PM217 (*Me1-Mech2* genleri) ve *M. incognita*'ya karşı duyarlı olduğu bilinen Yolo Wonder biber hattında reaksiyonları araştırılmıştır. Kök-ur nematodlarında virüsent populasyon oluşumlarının anlaşılması ve engellenebilmesi için yürütülecek çalışmalara katkı sağlayacağı ve tolerans limiti çalışmaları için alt yapı oluşturacağı düşünülmektedir.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak G7 (Antalya-Gazipaşa) ve K4 (Antalya-Kumluca) *Meloidogyne incognita* ırk 2 izolatları ile kök-ur nematoduna dayanıklı 3 farklı biber hattı Carolina Wonder, CM334 ve PM217 ile duyarlı Yolo Wonder kullanılmıştır. Çalışma 2014-2015 yıllarında, 24±1 °C sıcaklık, % 60±5 nem ve 16/8 aydınlık-karanlık ışıklanmaya sahip iklim odası koşullarında yürütülmüştür.

#### *Meloidogyne incognita* ırk 2 İzolatları'nın Üretimi

Çalışmada kullanılan G7 (Antalya-Gazipaşa) ve K4 (Antalya-Kumluca) *Meloidogyne incognita* ırk 2 izolatları

TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG 107 O 016 no'lu projeden alınmıştır. Kök-ur nematodu izolatları duyarlı "Tueza F1" domates çeşidinde çoğaltılmıştır. Domates fideleri steril toprak (% 68 kum, % 21 Silt ve %11 kil) içeren 250 ml hacminde şeffaf saksılara şaşırtılmıştır. Binoküler altında pens ve bistüri yardımıyla çıkarılan 5 yumurta paketi ependorf tüplere alınmış ve % 2'lik NaOCl içerisinde yumurtalar elde edilmiştir. Elde edilen bu yumurtaların ışık mikroskobu altında sayımları yapılarak yaklaşık 2500 yumurta başlangıç popülasyonu (Pi) olarak inokulasyona hazırlanmış ve plastik puarlı pipetler yardımıyla bitki kök bölgesi etrafına 2-3 cm toprak derinliğine inokule edilmiştir ve steril toprak ile kapatılmıştır. İnokulasyondan yaklaşık 9 hafta sonra bitkiler sökülerek çeşme suyu ile hafif bir şekilde yıkandıktan sonra köklerden nematodun yumurta paketleri toplanmış ve inokulum için belirlenen değerler hazırlanmıştır.

#### *Meloidogyne incognita* ırk 2'nin farklı inokulasyon yoğunluklarının bazı dayanıklı biber gen kaynaklarında reaksiyonu

Çalışmada Kök-ur nematodlarına dayanıklı gen kaynaklarını içeren *Capsicum annuum* kültürlerinden *M. incognita* dayanıklılığına sahip Carolina Wonder, CM334 ve PM217 ile duyarlı Yolo Wonder hatları kullanılmıştır (Çizelge 1). Bitkiler Yüksel Tohumculuk Tarım San. ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan nematoda dayanıklı biber hatları ve dayanıklılığı sağlayan gen kaynakları

**Table 1.** Resistant pepper lines in nematode used in study and genetic resources providing endurance

Dayanıklı biber hattı	Nematoda dayanıklı biber gen kaynağı	Savunma mekanizması	Dayanıklılık sağladığı Kök-ur nematodu
Carolina Wonder	<i>N</i>	Erken Hipersensatif Reaksiyon(HR)	<i>Meloidogyne arenaria</i> ırk 1 ve 2, <i>M.javanica</i>
CM334	<i>Me7, Mech1</i>	İkinci dönem larvaların penetrasyonunu engelleme, penetrasyon sonrası gelişim engelleme, <i>Phytophthora capsici</i> dayanıklılığı,	<i>M.javanica</i> , <i>M.incognita</i> , <i>M.arenaria</i> , <i>M.chitwoodi</i>
PM217	<i>Me1, Mech 2</i>	Geç HR	<i>M.javanica</i> , <i>M.incognita</i> , <i>M.arenaria</i> , <i>M.chitwoodi</i>
Yolo Wonder	-	-	-

Bitkiler % 68 kum, % 21 Silt ve % 11 kil içeren kumlu toprak karışımı bulunan 250 ml hacime sahip plastik saksılara dikilmiş ve deneme, kontrollü koşullar altında, tesadüf blokları deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme 5 farklı başlangıç inokulum yoğunlukları (Pi) içermektedir. Bunlar; 1 yp (yumurta paketi), 5 yp, 10 yp, 20 yp ve 50 yp 'dir. Belirlenen Pi yoğunluğundaki yumurta paketleri çıkartılarak % 2'lik NaOCl içerisinde yumurtalar elde edilmiş, elde edilen bu yumurtalar ışık mikroskobu altında sayılmış ve ortalamaları alınmıştır. Bu değerler G7 izolatu için 1 yp

(310 yumurta), 5 yp (1540 yum.), 10 yp (3286 yum.), 20 yp (6248 yum.), 50 yp (12250 yum.) olarak bulunurken K4 izolatında 1 yp (420 yumurta), 5 yp (1900 yum.), 10 yp (4240 yum.), 20 yp (8500 yum.) ve 50 yp (20650 yum.) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada pratik olma açısından inokulum kaynağı olarak yumurta paketi kullanılmıştır. Biber fidelerinin dikiminden 5 gün sonra kök boğazı yakınına yaklaşık 2 cm toprak derinliğine iki farklı noktadan yumurta paketleri inokule edilmiştir. Deneme inokulasyondan yaklaşık 9 hafta sonra sonlandırılmış, bitkiler sökülerek

kökler yıkanmış ve farklı inokulum yoğunluklarında 2 *M. incognita* ırk2 izolatının dayanıklı biber gen kaynaklarındaki reaksiyonu aşağıda belirtilen parametrelere göre değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapılmış ve tüm parametrelere varyans analizi uygulanarak ortalamalar 0.05 önem seviyesinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır.

Biber köklerinde gal sayımı yapılmış ve 0 – 5 urlanma indeksi kullanılarak köklerdeki urlanma oranları verilmiştir.

Hartman ve Sasser (1985) Kök urlanma indeksi:

- 0:** Kökte yumurta kesesi ve ur oluşumu yok,
- 1:** Kökte 1-2 yumurta kesesi ve ur oluşumu var,
- 2:** Kökte 3-10 yumurta kesesi ve ur oluşumu var,
- 3:** Kökte 11-30 yumurta kesesi ve ur oluşumu var,
- 4:** Kökte 31-100 yumurta kesesi ve ur oluşumu var,
- 5:** Kökte 100'den fazla yumurta kesesi ve ur oluşumu var,

Oluşan yumurta paketleri binoküler mikroskop altında sayılmıştır. Sayımı yapılan yumurta paketleri bistüri ve pens yardımıyla çıkartılarak efendorf tüplere alınmış ve % 2'lik NaOCl içerisinde yumurtalar elde edilerek, Pf değerleri belirlenmiştir. Üreme oranı (Pf/Pi) hesaplanmıştır.

**Çizelge 2.** G7 izolatının Carolina Wonder, CM334 ve PM217 ile duyarlı Yolo Wonder hatlarındaki Pi değerlerine göre gal indeksi, gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayıları ve üreme oranları.

**Table 2.** Gal index, gal number, egg mass and egg counts and reproduction rates according to the values of Carolina Wonder, CM334 and PM217 and susceptible Yolo Wonder lines of G7 isolate.

Carolina Wonder (N)					
Pi değerleri	Gal indeksi	Gal sayısı	Yumurta paketi sayısı	Yumurta sayısı	Üreme oranı
1 YP	0.0+0.0 a*	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
10 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
20 YP	1.4+0.3 b	3.4+1.4 a	1.6+0.4 a	2928+1840,9 b	0.5+0.3 b
50 YP	3.0+0.0 c	18.2+2.8 b	15.2+1.9 b	8590+994,5 c	0.6+0.7 b
CM334 (Me7-Mech1)					
1 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
10 YP	0.8+0.2 b	1.4+0.4 a	0.6+0.2 a	77.2+31.7 a	0.06+0.03 c
20 YP	2.2+0.2 c	6.0+1.4 b	2.0+0.4 a	230.8+50.6 b	0.04+0.009 bc
50 YP	2.4+0.4 c	9.2+2.3 b	5.8+1.6 b	376.4+76.2 c	0.03+0.006 ab
PM217 (Me1-Mech2)					
1 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
10 YP	0.6+0.2 b	0.8+0.4 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
20 YP	2.6+0.2 c	13.4+2.5 b	10.4+2.8 b	3889+899.8 b	0.76+ 0.17 b
50 YP	3.6+0.2 d	35.8+8.1 c	29.0+6.1 c	14128+989.0 c	1.1+0.07 c
Yolo Wonder (Duyarlı)					
1 YP	3.4+0.2 a	28.0+1.8 a	38.0+2.5 a	3040+203.9 a	10.2+0.6 a
5 YP	5.0+0.0 b	70.8+7.2 ab	118.6+28.1 ab	15400+3024.5 a	10.8+2.1 a
10 YP	5.0+0.0 b	163.4+6.8 b	238.2+22.5 b	56300+2833.3 b	17.6+0.9 b
20 YP	5.0+0.0 b	364.2+60.8 c	699.2+109.3 c	151000+8307.9 c	28.8+2.7 c
50 YP	5.0+0.0 b	619.0+62.9 d	1001.8+100.0 d	520000+28170 d	34.4+1.9 d

0-5 kök gal indeksi skalası, 0 kökte gallenme yok, 5: kökte 100'den fazla gallenme var (Hartman ve Sasser, 1985)

\* Aynı sütündeki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Tukey testine göre ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Üreme oranı: Pf/Pi

CM334 (*Me7-Mech1*) dayanıklı biber hattında 1 yp ve 5 yp inokulasyon yoğunluklarında G7 izolati gal ve yumurta paketi oluşturamamış, 10 yp, 20 yp ve 50 yp inokulasyon değerlerinde ise gal ve yumurta paketi görülmüş ve inokulasyon yoğunluğu arttıkça gal sayısı ve yumurta paketi sayısında artış tespit edilmiştir. Bu biber hattında da en yüksek gal sayısı, gal indeksi, yumurta paketi ve yumurta sayısı ile üreme oranı 50 yp inokulasyon yoğunluğunda bulunmuştur. 20 yp ve 50 yp inokulasyon değerlerinde gal indeksleri birbirine yakın bulunmuş ve aralarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir ( $P<0.05$ ). Tüm inokulasyon yoğunluklarında CM334 (*Me7-Mech1*) dayanıklı biber hattında G7 izolati'nin üreme oranı 1'in altında saptanmış ve avirüent reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir. CM334 dayanıklı biber hattında 50 yp inokulasyon değerinde ele alınan değerlendirme parametreleri Carolina Wonder dayanıklı biber hattındaki aynı inokulasyon değeri ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur. Aynı izolat CM334 dayanıklı biber hattında daha az yumurta oluşturmuştur. Ancak iki biber hattında da 50 yp gibi yüksek inokulasyon değerlerinde bu sonuçlar oldukça düşük kalmaktadır (Çizelge 2).

PM217 (*Me1-Mech2*) dayanıklı biber hattında CM334 (*Me7-Mech1*)'de olduğu gibi 1 yp ve 5 yp inokulasyon değerlerinde G7 izolati gal ve yumurta paketi oluşturamamış 10 yp, 20 yp ve 50 yp inokulasyon değerlerinde ise gal ve yumurta paketi görülmüş ve inokulasyon yoğunluğu arttıkça gal sayısı ve yumurta paketi sayısında artış tespit edilmiştir. 10 yp Pi inokulasyon değerinde az da olsa gal bulunmuş fakat yumurta paketi ve yumurta görülmemiştir. PM217 dayanıklı biber hattında 20 yp ve 50 yp Pi değerlerinde deneme sonucunda sayılan yumurta paketi ve yumurta sayısının Carolina Wonder ve CM334 dayanıklı biber hatlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer dayanıklı biber hatlarında olduğu gibi PM217 dayanıklı biber hattında da en yüksek gal sayısı, gal indeksi ve yumurta paketi ve yumurta sayısı 50 yp Pi inokulasyon değerinde tespit edilmiştir. Üreme oranı 1 yp, 5 yp ve 10 yp inokulasyon değerlerinde 0 bulunmuş, 20 yp inokulasyon değerinde 0.76, 50 yp inokulasyon değerinde 1.1 saptanmıştır. PM217 (*Me1-Mech2*) dayanıklı biber hattında 50 yp Pi inokulasyon yoğunluğunda gal indeks değeri 3,6 bulunmuş ve dayanıklılığın kırıldığı görülmüştür. Diğer Pi inokulum yoğunluklarında *M. incognita* G7 izolati avirüent reaksiyon gösterirken, 50 yp Pi inokulum yoğunluğunda PM217 (*Me1-Mech2*) dayanıklı biber hattında virüent reaksiyon göstermiştir (Çizelge 2). Yüksek inokulum yoğunluğunda PM217 biber hattında dayanıklılığın kırılabileceği ortaya konmuştur. Ancak 50 yp Pi inokulum yoğunluğunda bulunan 1.1 üreme oranı Yolo Wonder hattındaki en düşük Pi inokulum yoğunluğundaki üreme oranından (10.2) oldukça düşüktür (Çizelge 2).

*Meloidogyne incognita*'ya duyarlı Yolo Wonder biber hattında tüm Pi inokulasyon değerlerinde gal sayısı, gal indeksi, yumurta paketi ve yumurta sayısı elde edilmiş ve üreme oranı hesaplanmıştır. En düşük gal indeks değeri 3.4 ile 1 yp inokulasyon değerinde bulunmuş, diğer Pi inokulasyon değerlerinde gal indeksi 5.0 tespit edilmiştir. Düşük yoğunlukta bile duyarlı Yolo Wonder biber hattında *M. incognita* G7 izolatinin iyi gelişim gösterdiği bulunmuştur. Yolo Wonder duyarlı biber hattında farklı Pi inokulasyon değerlerinde gal sayısının 28-619 arasında, yumurta paketi sayısının ise 38-1001.8 arasında değiştiği görülmüştür. İnokulasyon değeri arttıkça gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayısının da artış gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek değerlendirme parametreleri 50 yp inokulasyon değerinde bulunmuştur. Yolo Wonder biber hattında G7 izolati yüksek yoğunluklarda yumurta oluşturmuş ve üreme oranları yüksek bulunmuştur. Üreme oranı en düşük 10.2 ile 1 yp inokulasyon yoğunluğunda bulunmuş ve bunu 10.8 ile 5 yp inokulasyon yoğunluğu takip etmiştir. Yolo Wonder biber hattında en yüksek üreme oranı 34.4 ile 50 yp inokulasyon yoğunluğunda bulunmuştur. İnokulasyon yoğunluğu arttıkça üreme oranının da arttığı görülmüştür. Bu hatta G7 izolatinin patojenitesi yüksek bulunmuştur (Çizelge 2).

Dayanıklı biber hatlarında değerlendirme parametreleri değerleri duyarlı Yolo Wonder değerleri ile karşılaştırıldığında oldukça düşük görülmekte, dayanıklı biber hatlarında *M. incognita* G7 izolatinin patojenitesi çok düşük bulunmuştur. Carolina Wonder ve CM334 dayanıklı biber hatlarında G7 *M. incognita* izolatına karşı stabil bir dayanıklılık sağlanmıştır. PM217 dayanıklı biber hattında ise 50 yp Pi inokulum değeri hariç diğer (1 yp, 5 yp, 10 yp ve 20 yp) Pi inokulum değerlerinde dayanıklılık kırılmamıştır (Çizelge 2).

#### ***Meloidogyne incognita* ırk2 K4 izolati'nin farklı Pi yoğunluklarının dayanıklı biber hatlarında reaksiyonu**

Carolina Wonder (*N* geni) dayanıklı biber hattında 1 yp ve 5 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında *M. incognita* K4 izolati'nin gal ve yumurta paketi oluşturamadığı görülmüş, 10 yp Pi inokulasyonu ile birlikte gal ve yumurta paketi oluşumu saptanmıştır. 20 ve 50 yp Pi değerlerinde gal sayısı, gal indeksi ve yumurta paketi sayısı çok yüksek bulunmamıştır. Carolina Wonder dayanıklı biber hattında en yüksek parametreler G7 izolatında olduğu gibi K4 izolatında da 50 yp Pi değerinde tespit edilmiş, gal sayısı 1.6, yumurta paketi 4.0 ve yumurta sayısı 2440.4 saptanmıştır. Bu dayanıklı biber hattında 1, 5, 10 20 ve 50 yp Pi inokulasyon değerlerinde *M. incognita*'nın üreme oranı 1'in altında saptanmış, 20 ve 50 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında üreme oranları en yüksek bulunmuş (0.1) ve aralarında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ( $P\leq 0.05$ ). K4

izolatı Carolina Wonder dayanıklı biber hattında avirürent reaksiyon göstermiştir (Çizelge 3). G7 izolatının Carolina Wonder dayanıklı biber hattında üreme oranı K4 izolatından daha yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 2) (Çizelge 3).

CM334 (*Me7-Mech1*) dayanıklı biber hattında 1 yp ve 5 yp Pi inokulasyon değerlerinde K4 izolatu gal ve yumurta paketi oluşturamamış, 10 yp, 20 yp ve 50 yp inokulasyon değerlerinde ise gal ve yumurta paketi görülmüş ve inokulasyon yoğunluğu arttıkça değerlendirme parametrelerinde artış tespit edilmiştir. En yüksek parametreler 50 yp Pi inokulasyon değerinde görülmüş, gal indeksi 2.4, gal sayısı 6.4, yumurta paketi sayısı 8.2 ve yumurta sayısı 2468 olarak bulunmuştur.

Tüm Pi inokulasyon değerlerinde CM334 (*Me7-Mech1*) dayanıklı biber hattında K4 izolatının üreme oranı 1'in altında saptanmış ve avirürent reaksiyon göstermiştir. En yüksek üreme oranı 50 yp Pi inokulasyon değerinde 0.2 tespit edilmiştir. CM334 dayanıklı biber hattında 50 yp inokulasyon değerinde ele alınan değerlendirme parametreleri Carolina Wonder dayanıklı biber hattındaki aynı inokulasyon değeri ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca CM334 dayanıklı biber hattında G7 izolatu ile karşılaştırıldığında K4 izolatu daha fazla yumurta oluşturmuştur ve üreme oranları daha yüksek saptanmıştır. İzolatların aynı dayanıklı biber hattında aynı inokulum yoğunluğunda reaksiyonları oldukça farklıdır (Çizelge 2) (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** K4 izolatının Carolina Wonder, CM334 ve PM217 ile duyarlı Yolo Wonder hatlarındaki Pi değerlerine göre gal indeksi, gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayıları ve üreme oranları

**Table 3.** Gal index, gal number, egg mass and egg counts and reproduction rates according to the values of Carolina Wonder, CM334 and PM217 and susceptible Yolo Wonder lines of K4 isolate.

Carolina Wonder (N)					
Pi değerleri	Gal indeksi	Gal sayısı	Yumurta paketi sayısı	Yumurta sayısı	Üreme oranı
1 YP	0.0+0.0 a*	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
10 YP	0.4+0.2 a	0.6+0.4 a	0.6+0.4 a	328+217 a	0.07+0.06 a
20 YP	1.0+0.0 b	1.4+0.2 a	1.4+0.2 a	887.2+183.6 a	0.1+0.03 a
50 YP	1.6+0.2 c	4.2+1.3 b	4.0+1.8 b	2440.4+1038.1 b	0.1+0.06 a
CM334 ( <i>Me7-Mech1</i> )					
1 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
10 YP	0.6+0.2 b	0.6+0.2 a	0.6+0.2 a	191.6+78.5 a	0.06+0.03 a
20 YP	1.4+0.2 c	1.8+0.5 a	2.0+0.6 a	610.8+138.4 a	0.08+0.03 ab
50 YP	2.4+0.2 d	6.4+2.1 b	8.2+2.9 b	2468+854.6 b	0.2+0.06 b
PM217 ( <i>Me1-Mech2</i> )					
1 YP	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a	0.0+0.0 a
5 YP	1.0+0.3 b	2.2+0.8 a	3.2+0.9 a	1429.6+193.7 a	0.8+0.1 ab
10 YP	2.4+0.2 c	10.4+1.3 a	14.8+3.2 a	5942+1376.5 ab	1.4+0.3 ab
20 YP	3.6+0.2 d	39.4+7.3 b	73.8+15.9 b	30048+6324.6 b	3.5+0.7 b
50 YP	4.6+0.2 e	103.4+5.8 c	204+35.9 c	90098+19238.6 c	4.4+2.3 c
Yolo Wonder (Duyarlı)					
1 YP	2.4+0.2 a	12.8+2.3 a	22.4+6.9 a	6942.8+2237.8 a	16.9+5.5 a
5 YP	3.4+0.2 b	35.6+4.9 b	65.0+10.3 a	24911+3969.7 a	13.1+2.1 a
10 YP	4.0+0.0 c	91.4+3.8 c	166.4+9.1 b	69212+4867 b	16.3+1.1 a
20 YP	5.0+0.0 d	141.0+5.3 d	259.6+11.4 c	112160+5074.4 c	13.2+0.6 a
50 YP	5.0+0.0 d	209.8+13.7 e	444.8+54.2 d	192550+25889.4 d	9.3+1.3 a

0-5 kök gal indeksi skalası, 0 kökte gellenme yok, 5: kökte 100'den fazla gellenme var (Hartman ve Sasser, 1985)

\* Aynı sütündeki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Tukey testine göre ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Üreme oranı: Pf/Pi

PM217 (*Me1-Mech2*) dayanıklı biber hattında 1 yp Pi inokulasyon yoğunluğunda tüm değerlendirme parametreleri 0 bulunmuş ancak 5 yp Pi inokulasyon yoğunluğuyla birlikte parametrelerde artışlar tespit edilmiştir. Gal indeksi en düşük 1.0 değeri ile 5 yp Pi inokulum yoğunluğunda, en yüksek ise 4.6 değeri ile 50 yp Pi inokulum yoğunluğunda bulunmuştur. 1 yp Pi inokulum yoğunluğu hariç diğer Pi inokulum yoğunluklarının hepsinde yumurta paketi ve yumurta sayısı elde edilmiştir. İnokulasyon yoğunluğu arttıkça değerlendirme parametreleri değerleri artmış ve en

yüksek 50 yp Pi inokulum yoğunluğunda saptanmıştır. PM217 dayanıklı biber hattında yumurta paketi sayısı 2.2-103.4, yumurta sayısı ise 1429.6-90098 arasında değişim göstermiştir. Üreme oranı ise 0.8-10.6 arasında değişmiş ve K4 izolatu 1 ve 5 yp Pi inokulum değerlerinde PM217 dayanıklı biber hattında avirürent reaksiyon gösterirken 10, 20 ve 50 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında virürent reaksiyon göstermiştir (Çizelge 3). G7 izolatu PM217 dayanıklı biber hattında sadece 50 yp Pi inokulum değerinde virürent reaksiyon gösterirken, K4 izolatu 10, 20 ve 50 yp Pi

inokulum değerinde virüent reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2) (Çizelge 3).

*Meloidogyne incognita*'ya duyarlı Yolo Wonder biber hattında en düşük gal indeks değeri 2.4 ile 1 yp inokulasyon değerinde bulunmuş, en yüksek ise 5.0 değeri ile 20 ve 50 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında tespit edilmiştir. Düşük yoğunlukta bile duyarlı Yolo Wonder biber hattında K4 izolatının G7 izolatı gibi iyi gelişim gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 2) (Çizelge 3). Yolo Wonder biber hattında K4 izolatının farklı inokulasyon değerlerinde gal sayısının 12.8-209.8 arasında, yumurta paketi sayısının 22.4-444.8, yumurta sayısının ise 6942.8-192550 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 3). İnokulasyon değeri arttıkça gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayısı da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Değerlendirme parametreleri içerisinde en yüksek değerler 50 yp inokulasyon yoğunluğunda bulunmuştur. Üreme oranı en düşük 50 yp Pi inokulum yoğunluğunda 9.3 olarak bulunurken, en yüksek 16.9 ile 1 yp Pi inokulum yoğunluğunda bulunmuş aralarında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ( $P \leq 0.05$ ). İlginçtir ki K4 izolatının Yolo wonder biber hattında Pi inokulum yoğunluklarındaki artışa göre üreme oranının artmadığı aksine düştüğü saptanmıştır (Çizelge 3). Yolo Wonder biber hattında G7 izolatında ise Pi yoğunluğu ile üreme oranı artışı aynı olmuş ve üreme oranları daha yüksek bulunmuş, 10, 20 ve 50 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında üreme oranlarında istatistiksel fark tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bunun nedeni G7 izolatının Yolo Wonder biber hattında K4 izolatından daha yüksek yoğunluklarda yumurta paketi ve yumurta oluşturmasıdır (Çizelge 2) (Çizelge 3). K4 izolatı PM217 dayanıklı biber hattında bazı Pi inokulum yoğunluklarında virülenslik gösterip dayanıklılığı kırdığı için duyarlı Yolo Wonder biber hattında daha yüksek üreme oranları beklenirken, sonuçlar daha farklı çıkmıştır (Çizelge 3). Virülenslik ve patojenitede kültür bitkisi ve izolatın önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 2) (Çizelge 3). Thies (2011), Yolo Wonder B biber hattını *M. incognita* ile yaptığı çalışmada, hassas çeşit olarak testlemiş ve duyarlı konukçu reaksiyonu tespit etmiştir.

Yapılan birçok çalışmada, *N* genine sahip biber kültürlerinin *M. incognita*'ya karşı etkin bir şekilde dayanıklılık sağladığı bildirilmektedir (Hare 1956; Kokalis-Burelle et al. 2009; Thies et al. 1997, 1998). Djian-Caporalino et al. (1999), Lefebvre et al. (1993, 2001), CM334 biber hattında *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı yüksek düzeyde dayanıklılığı rapor etmektedirler. Göze (2014), K4 *M. incognita* izolatının 15 yp (4800 yumurta) inokulasyon yoğunluğunda gal indeks değerlerini Carolina Wonder dayanıklı biber hattında 0.40, CM334 de 0 bulurken üreme oranları sırasıyla 0.003 ve 0 tespit edilmiştir. G7 izolatının ise yine aynı

yumurta paketi yoğunluğunda gal indeks değerleri Carolina Wonder dayanıklı biber hattında 0.40, CM334 de 0 bulunmuş, üreme oranları sırasıyla 0.015 ve 0 saptanmıştır. Aynı çalışmada 26 *M. incognita* izolatının Carolina Wonder ve CM334 biber hatlarında avirüent reaksiyon gösterdikleri bildirilmektedir. Çalışmamızda G7 ve K4 izolatları Carolina Wonder ve CM334 dayanıklı biber hatlarında farklı Pi inokulum yoğunluklarında avirüent reaksiyon göstermiş, yüksek inokulum yoğunluklarında bile dayanıklılığın kırılmadığı görülmüştür. Carolina Wonder ve CM334 biber hatlarının dayanıklılık islahı çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılacak hatlar olduğu düşünülmektedir. *Me1*, *Me3*, *Me7*, *Mech1* ve *Mech2* genlerinin birbiriyle bağlantılı olduğu ve 9. kromozom üzerinde grup halinde lokalize olduğu belirlenmiştir (Djian-Caporalino et al. 2001, 2007; Wang et al. 2009). Yapılan çalışmalarda, *Me3*-virüent popülasyonlar söz konusu iken *Me7*-virüent popülasyonlar bildirilmemiştir (Castagnone-Sereno et al. 1992, 1994).

*Me1-Mech2* genlerini taşıyan PM217 biber hattının Kök-ur nematodlarına yüksek düzeyde dayanıklılık sağladığı bilinmektedir (Hendy et al. 1985; Castagnone-Sereno et al. 2001; Djian-Caporalino et al. 2011). Castagnone-Sereno et al. (2001), *Me1* geni taşıyan HDA330 biber hattında 500 L2 inokulasyonunda 8 hafta sonunda 11 *M. incognita* izolatının üreme oranını  $0-8.10^{-5}$  arasında değiştiğini saptamıştır. Bu çalışmada PM217 (*Me1-Mech2*) dayanıklı biber hattında 50 yp Pi inokulum yoğunluğu hariç *M. incognita* G7 izolatı avirüent reaksiyon göstermiştir. K4 izolatının ise 1 ve 5 yp Pi inokulum değerlerinde PM217 dayanıklı biber hattında avirüent reaksiyon gösterirken 10, 20 ve 50 yp Pi inokulasyon yoğunluklarında virüent reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir. Hendy et al. (1985), PM217 biber hattında *M. incognita* ve bazı *M. arenaria* popülasyonlarının nadiren de olsa gelişebildiğini ve küçük dev hücreler meydana geldiğini bildirmektedirler. Devran ve Söğüt (2010), kök-ur nematoduna dayanıklı Alsancak ve hassas Tuezta domates çeşitlerinde yürüttükleri çalışmada G7 ve K4 izolatının nematod dayanımını kıramadığını ve Alsancak çeşidinde avirüent reaksiyon gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar G7 izolatının gal indeks değerleri Alsancak çeşidinde 1.3, Tuezta çeşidinde ise 4.3 olarak bulunmuştur. K4 izolatı ise Alsancak çeşidinde 0.5 gal indeks değerini alırken, Tuezta da 5.5 gal indeksi saptanmıştır. Göze (2014), PM217 dayanıklı biber hattında K4 izolatının gal indeksini 4.40 ve üreme oranını 5.68, G7 izolatının ise gal indeksi 1.2 ve üreme oranı 0.011 bulmuş, K4 izolatının PM217 dayanıklı biber hattında 15 yp (~4800 yumurta) inokulasyon yoğunluğunda dayanıklılığı kırdığı ve virüent reaksiyon gösterdiğini tespit etmiştir. Görüldüğü üzere dayanıklı

domates çeşidinde K4 izolatu virülenslik göstermezken, Göze (2014), PM217 de K4 izolatu virulent bulmuştur. Ayrıca yaptığımız çalışmada da K4 izolatu PM217 de 20 ve 50 yp inokulum yoğunluklarında virülenslik görülmektedir. Aynı izolatlarla birbirini takip eden çalışmalar gösteriyor ki virülenslik dayanıklılık sağlayan gene göre değişirken, aynı zamanda K4 izolatu virülensliğinin zamanla düşmediği görülmektedir. Virülenslik nematodun üreme gücüyle alakalı olup, virülenslik kazanımı nematod açısından bakılacak olursa yok olma tehdidinden ya da modifikasyondan dolayı olabilmektedir. Bitki açısından değerlendirilecek olursa üretilen antioksidan ya da hormon değişimi savunma tepkisini etkilemiş ve nematodun infeksiyon yapmasına izin vermiş olabilir (Williamson and Roberts, 2009). Ülkemizde ıslah çalışmalarında PM217 ile çalışırken dikkat edilmesi ve farklı bölgelerden elde edilen kök-ur nematodu popülasyonları ile reaksiyon çalışmalarının araştırılması gerekmektedir. Ayrıca Özarlı ve ark. (2015), 1000 L2 *M. incognita* inokulasyon yoğunluğunda PM217 dayanıklı biber hattında ur skalasını 0 bulurken, Yolo Wonder B de 4.5 olarak tespit etmişlerdir. Castagnone-Sereno et al. (2001), *Me1* geni taşıyan HDA330 biber hattında 500 L2 inokulasyonunda 8 hafta sonunda 11 *M. incognita* izolatu üreme oranını  $0-8.10^{-5}$  arasında değiştiğini saptamıştır. Hendy et al. (1985), PM217 biber hattında *M. incognita* ve bazı *M. arenaria* popülasyonlarının nadiren de olsa gelişebildiğini ve küçük dev hücreler meydana geldiğini bildirmektedirler.

K4 izolatu PM217 dayanıklı biber hattında 10, 20 ve 50 yp Pi inokulum yoğunluklarında virülenslik gösterip dayanıklılığı kırmış ve Pi yoğunluğu ve üreme oranı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu görülmüştür. Aynı sonuç Yolo Wonder biber hattında da beklenirken, sonuçlar daha farklı çıkmıştır. Yolo Wonder biber hattında K4 izolatu üreme oranı Pi değeri arttıkça azalmıştır. Virülenslik ve patojenitede kültür bitkisi ve izolatu önemli olduğu görülmektedir. Chandra et al. (2010), *M. incognita*'nın dört kabak çeşidinde üreme oranı ile başlangıç inokulum yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yüksek popülasyon seviyesindeki nematod çoğalımında meydana gelen azalma, kök sisteminin bozulması ve kök sistemi içinde gelişmekte olan nematodlar arasında gıda ve beslenme rekabeti ve de gal dokularında büyüyen larvaların kısıtlanmasıyla yeni yerlere hareket edemediklerinden kaynaklanabilmektedir (Ogunfowora, 1977; Wallace, 1973; Khan et al. 2006).

## SONUÇ

Çalışmada dayanıklı bitki hattı, nematod inokulum yoğunluğu ve nematod izolatlarının farklılığının bitki-

nematod reaksiyonuna etkisi araştırılmıştır. G7 ve K4 *M. incognita* izolatlarının denemedeki farklı inokulum yoğunluklarında Carolina Wonder (N geni) ve CM334 (Me7) dayanıklı biber hatlarında üreme oranı çok düşük bulunmuş ve yüksek inokulum yoğunluklarında da stabil bir dayanıklılık görülmüştür. PM217 dayanıklı biber hattında dayanıklılığın sürekliliğinin sağlanmasında izolat ve Pi değerleri açısından sıkıntılar tespit edilmiştir. Konukçu bitki ve izolat farklılığının Pi inokulum reaksiyonunda etkisi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmada, değişken nematod popülasyon seviyelerinin varlığında dayanıklı bitkilerde nematod direncinin nispi değerinin azaldığı açıkça ortaya konmuştur. Sonuçlarımız, konukçu bitki dayanıklılığı ve toleranslık gibi yönleri araştırırken mümkün olduğunca çok sayıda nematod parametresini düşünmenin önemli olduğunda göstermektedir.

Dayanıklılığın sürekliliğinde başlangıç popülasyon yoğunluğunun önemli olduğu görülmektedir. Yüksek inokulum yoğunluklarında dayanıklılığın yönetilmesi gereklidir. Fourie et al. (2010), yüksek inokulum yoğunluklarında tek başına dayanıklı çeşit kullanımının nematod mücadelesinde yeterli olmadığını bildirmektedir. Djian-Caporalino et al. (2014), nematodların yaşam döngüsünün yavaş olduğu Kasım-Aralık ayında araziye nematod dayanımı olmayan marul dikmiş ve hava sıcaklığı 7°C 'ye ulaşmadan Şubat ayında hasat etmiştir. Bu şekilde nematod yoğunluğu düşürülmüş ve marul hasadından sonra dayanıklı ve hassas biber dikimi yapılmış ve dayanıklı biberlerin gal indekslerinin 2'ye ulaşmadığı tespit edilmiştir. Bitki hasat edildikten sonra toprakta kalan bitki paraziti nematod yoğunluğunda tek başına konukçu bitki direncinin yeterli olmayabileceğini ve nematod yönetim sistemlerinin dikkatli bir şekilde yapılandırılmasının önemi bazı çalışmalarda vurgulanmaktadır (Sikora et al. 2005; Fourie et al. 2010).

Kök-ur nematodlarına karşı mücadelede rotasyon sistemleri ve dayanıklı çeşit kullanımı için farklı başlangıç popülasyonu (Pi) yoğunluklarının araştırılması ve tolerans sınırlarının ortaya çıkarılması gerekmektedir. Dayanıklı çeşidin piyasaya sürülmeden önce nematologların yaptıkları screen programları da dayanıklılık yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Islahçılar ve nematologlar screen çalışmalarında saldırgan bir nematod izolatu ve yüksek inokulum yoğunlukları ile çalışarak yüksek düzeyde dayanıklılığa sahip genotipleri tespit etmelidir.

## TEŞEKKÜR

Çalışma materyalleri için Yüksel Tohumculuk Tarım San.ve Tic. Ltd. Şti. teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Barker, K.R. and T.H.A. Olthof. 1976. Relationships between nematode population densities and crop responses. *Annual review Phytopathology*, 14: 327-353.
- Bommalinga, S., B.M.R. Reddy, N.G. Ravichandra, D.M. Preethi, P.S. Prasad and A.C. Kiran Kumar. 2013. Bio-Management of *Meloidogyne incognita* on bell pepper (*Capsicum annuum*) using different bio-agents. *Indian Journals Bioinfolet*, 10: 55-58.
- Castagnone-Sereno, P., M. Bongiovanni, and A. Dalmasso. 1992. Differential expression of root-knot resistance genes in tomato and pepper: evidence with virulent and avirulent near-isogenic lineages. *The Annals of Applied Biology*, 120, 487-492.
- Castagnone-Sereno, P., E. Wajenberg, M. Bongiovanni, F. Leroy, and A. Dalmasso. 1994. Genetic variation in *Meloidogyne incognita* virulence against the tomato *Mi* resistance gene: evidence from isofemale line selection studies. *Theoretical and Applied Genetics*, 88, 749-753.
- Castagnone-Sereno, P., M. Bongiovanni, and C. Djian-Caporalino. 2001. New data on the specificity of the root-knot nematode resistance genes *Me1* and *Me3* in pepper. *Plant Breeding*, 120, 429-433.
- Chandra, P., R. Sao, S.K. Gautam and A.N. Poddar. 2010. Initial population density and its effect on the pathogenic potential and population growth of the root knot nematode *Meloidogyne incognita* in four species of cucurbits. *Asian Journal of Plant Pathology*, 4(1):1-15.
- Dalmasso, A., M.C. Cardin, E. Pochard and M.C. Daunay. 1985. Pouvoir pathogene des nematods *Meloidogyne* et genetique de la resistance chez quelques solanacees maraicheres. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d' Agriculture de France*, 71: 771-779.
- Devran, Z. and M.A. Söğüt. 2009. Distribution and Identification of Root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41(2): 128-133.
- Di Vito, M., N. Greco and A. Carella. 1985. Population densities of *Meloidogyne incognita* and yield of *Capsicum annuum* L. *Journal of Nematology*, 17:45-49.
- Di Vito, M., F. Saccardo and G. Zacheo. 1991. Response of lines of *Capsicum* spp. To Italian populations of four species of *Meloidogyne*. *Nematologia Mediterranea*, 19: 43-46.
- Di Vito, M., V. Cianciotta and G. Zachea. 1992. Yield of susceptible and resistant pepper in microplots infested with *Meloidogyne incognita*. *Nematotropa*, 22: 1-6.
- Di Vito, M., N. Vovlas and P. Castillo. 2004. Host parasite relationships of *Meloidogyne incognita* on spinach. *Plant pathology*, 53:508-514.
- Djian-Caporalino, C., L. Pijarowski, A. Januel, V. Lefebvre, A. Daubeze, A. Palloix, A. Dalmasso and P. Abad. 1999. Spectrum of resistance to root knot nematodes and inheritance of heat-stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 496-502.
- Djian-Caporalino, C., L. Pijarowski, A. Fazari, M. Samson, L. Gaveau, C. O'Byrne, V. Lefebvre, C. Caranta, A. Palloix, and P. Abad, 2001. High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci *Me3* and *Me4* conferring heat-stable resistance to root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Theoretical and Applied Genetics*, 103, 592-600.
- Djian-Caporalino, C., A. Fazari, M.J. Arguel, T. Vernie, C. Vande Castele, I. Faure, G. Brunoud, L. Pijarowski, A. Palloix, V. Lefebvre, and P. Abad, 2007. Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) *Me* resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. *Theoretical and Applied Genetics*, 114, 473-486.
- Djian-Caporalino, C., S. Molinari, A. Palloix, A. Ciancio, A. Fazari, N. Marteu, N. Ris and P. Castagnone-Sereno. 2011. The reproductive potential of the root knot nematode *Meloidogyne incognita* is affected by selection for virulence against major resistance genes from tomato and pepper. *European Journal Plant Pathology*, 131: 431-440.
- Djian-Caporalino, C., A. Palloix, A. Fazari, N. Marteu, A. Barbary, P. Abad, A.M. Sage-Palloix, T. Mateille, S. Risso, R. Lanza, C. Taussig, and P. Castagnone-Sereno. 2014. Pyramiding, alternating or mixing comperative performances of deployment strategies of nematode resistance genes to promote plant resistance efficiency and durability. *Biomedcentral Plant Biology*, 14-53.
- Fazari, A., A. Palloix, L. Wang, M. Hua, A. Sage-Palloix, B. Zhang and C. Djian-Caporalino. 2012. The root-knot nematode resistance *N*-gene co-localizes in the *Me*- genes cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. *Plant Breeding*, 131: 665-673.
- FAO, 2012. // <http://www.fao.org>. Erişim tarihi: Kasım, 2012.
- Fery, R.L., and P.D. Dukes. 1984. 'Carolina Cream' southernpea. *HortScience*, 19: 456-457.
- Fery, R. L., P.D. Dukes and J.A. Thies. 1998. 'Carolina Wonder' and 'Charleston Belle': Southern root-knot nematode resistant bell peppers. *HortScience*, 33: 900-902.
- Fourie, H., A.H. Mc Donald and D. De Waele. 2010. Relationships between initial population densities of *Meloidogyne incognita* race 2 and nematode population development in terms of variable soybean resistance. *Journal of Nematology*, 42(1):55-61.
- Gergon, E.B., S.A. Miller, J.M. Halbrend and R.G. Davide. 2002. Effect of rice root-knot nematode on growth and yield of Yellow Granex. *Onion. Plant Disease*, 86: 1339-1344.
- Giri Babu, P., R.V. Singh and A.D. Munshi. 2008. Pathogenicity of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* race 1) on Ridge gourd (*Luffa acutangub*) and sponge gourd (*Luffa cylindrica*). *Indian Journal of Nematology*, 38: 255-257.
- Göze, F.G., 2014. Nematoda Dayanıklı Bazı Biber Gen Kaynaklarında Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne* spp.) Popülasyonlarının Reaksiyonlarının Belirlenmesi. S.D.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 112s, Isparta.
- Hare, W.W. 1956. Comparative resistance of seven pepper varieties to five root-knot nematodes. *Phytopathology*, 46:669-672.
- Hare, W.W. 1966. New pimiento is resistant to nematodes. *Miss. Farm Res.* 29(2): 1-8.
- Hartman, K.M. and J.N. Sasser. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: Barker, K.R., Carter, C.C., Sasser, J.N. (Eds.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne. Methodology*, vol. II. North Carolina State University Graphics, North Carolina, pp. 69-77.
- Hendy, H., E. Porchard and A. Dalmasso. 1983. Identification de 2 nouvelle sources de resistance aux nematodes du genre *Meloidogyne* chezle pimenta *Capsicum annuum* L., CR Seances Acad Agric. Fraudes, 69: 817-822.
- Hendy, H., A. Dalmasso, and M.C. Cardin. 1985. Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. *Nematologica*, 31: 72-78.
- Jones, F.G.W. 1956. Soil population studies using microplots. *Nematologica*, 1: 109-110.
- Kepenekçi, İ., E. Evlice, A. Aşkın, M. Özakman and B. Tunalı. 2009. Burdur, Isparta ve Eskişehir illerindeki örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde sorun olan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın fungal ve bakteriyel patojenlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 49 (1): 21-30.
- Khan, A.A. and M.W. Khan. 1991. Suitability of some cultivars of pepper as host for *Meloidogyne javanica* and races of *M. incognita*. *Nematology Medirreanean*, 19: 51-53.



- Khan, T.A., M.S. Ashraf and S. Hasan. 2006. Pathogenicity and life cycle of *Meloidogyne javanica* on Balsam (*Impatiens balsamina*). Arch. Phytopathology Plant Protection, 39:45-48.
- Kokalis –Burrelle, N., M.G. Bausher and E.N. Roskopf. 2009. Greenhouse evaluation of *Capsicum* rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. Nematophica, 39: 121-132.
- Kumar, M. and K.N. Pathak. 2005. Influence of *Meloidogyne incognita* on germination, seedling emergence and plant growth of lettuce, *Lactuca sativa* Linn., Ann. Plant Protection Society, 13:224-229.
- Lefebvre, V., A. Palloix, and M. Rives, 1993. Nuclear RFLP between pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). Euphytica, 71, 189-199.
- Lefebvre, V., B. Goffinet, J.C. Chauvet, B. Caromel, P. Signoret, R. Brand, and A. Palloix. 2001. Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes; comparison of FLP, RAPD and phenotypic data. Theoretical and Applied Genetics, 102, 741-750.
- Lindsey, D.L. and M.S. Clayshulte. 1982. Influence of initial population densities of *Meloidogyne incognita* on three chile cultivars. Journal of Nematology, 14: 353-358.
- Mekete, T., W. Mandefro and N. Greco. 2003. Relationship between initial population densities of *Meloidogyne javanica* and damage to pepper and tomato in Ethiopia. Nematology Mediterranean, 31:169-171.
- Morgan, G. D., W.R. Stevenson, A. E. MacGuidwin, K.A. Kelling, L.K. Binning and J. Zhu. 2002. Plant pathogen population dynamics in potato fields. Journal of Nematology, 34(3):189-193.
- Parveen, K., A. Haseeb and P.K.I. Shukla. 2006. Pathogenic potential of *Meloidogyne incognita* on *Mentha arvensis* cv. Gomti. Indian Journal of Nematology, 36:177-180.
- Ogunfowora, A.O. 1977. Effect of different population levels of *Meloidogyne incognita* on the yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) in the Southwestern. Nigera Plant Protection, 3:61-67.
- Oka, Y., R. Offenbach and S. Pivonia. 2004. Pepper rootstock graft compatibility and response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. Journal of Nematology, 36(2):137-141.
- Olthof, T.H.A. and J.W. Potter. 1973. The relationship between population densities of *Pratylenchus penetrans* and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario. Phytopathology, 63:577-582.
- Özarslandan, A., H. Pınar, A. Ata, and D. Keleş. 2015. Resistance of pepper lines against *Meloidogyne incognita*. Türkiye Entomoloji Dergisi, 39 (2): 209-215.
- Sasser, J.N. and C.C. Carter. 1985. Overview of the International Meloidogyne Project, 1974-1984. J.N., Sasser, C.C., Carter (eds.). An Advanced Treatise on Meloidogyne: Volume 1, Biology and Control. North Carolina State University Graphics, 19-24.
- Sasser, J.N. and D.W. Freckman. 1987. A world prospective on nematology: the role of the society, pp. 7-14 in *Vistas on Nematology* edited by J.A. Veech and Dickson Society of Nematologists, Hyattsville, M.D.
- Seinhorst J.W. 1965. The relation between nematode densities and damage to plants. Nematologica, 11: 137-154.
- Shafiee, M.F. and W.R. Jenkins. 1963. Host parasite relationships of *Capsicum frutescens* and *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne incognita* acrita and *M. hapla*. Phytopathology, 53: 325-328.
- Sikora, R.A. J. Bridge, and J.L. Starr. 2005. Management practices: an overview of integrated nematode management technologies. In Luc M, Sikora, R.A, Bridge J.(eds) Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CABI, 319-392.
- Sorribas, F. J., C. Ornat, S. Verdejo-Lucas, M. Galeano and J. Valero. 2005. Effectiveness and profitability of the *Mi* resistant tomatoes to control root-knot nematodes. European Journal of Plant Pathology, 111: 29-38.
- Söğüt, M.A. ve İ.H. Elekçioğlu. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 24 (1): 33-40.
- Söğüt, M.A. ve İ.H. Elekçioğlu. 2007. Methyl Bromide alternatives for controlling *Meloidogyne incognita* in pepper cultivars in the Eastern Mediterranean region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32 (1): 31-40.
- Stirling, G.R. 1991. Biological control of plant-parasitic nematodes. Wallingford, UK, CAB International. 282.
- Swarup, G. and R.D. Sharma. 1965. Root-knot of vegetables. IV. Relation between population density of *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita* var. acrita, and root and shoot growth of tomato seedlings. Indian Journal of Experimental Biology, 3:197-198.
- Thomas, S.H. and M. Cardenas. 1985. Relationship between pre-season numbers of *Meloidogyne incognita* and yield losses in Chili pepper cultivar. Phytopathology, 75:1304.
- Thies, J.A., J.D. Mueller and R.L. Fery. 1997. Effectiveness of resistance to southern root knot nematode in Carolina Cayenne pepper in greenhouse, microplot, and field tests. Journal of American Society of Horticultural Science, 122:200-204.
- Thies, J.A., J.D. Mueller and R.L. Fery. 1998. Use of a resistant pepper as a rotational crop to manage southern root-knot nematode. HortScience, 33: 716-718.
- Thies, J.A. and R.L. Fery. 2000. Characterization of resistance conferred by *N* gene to *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2, *M. hapla*, and *M. javanica*. Journal of American Society of Horticultural Science, 125:71-75.
- Thies, J.A. and R.L. Fery. 2002a. Heat stability of resistance to southern root-knot nematode in bell pepper genotypes homozygous and heterozygous for the *N* gene. Journal of American Society of Horticultural Science, 127:371-375.
- Thies, J.A. and R.L. Fery. 2002b. Evaluation of core of the U.S. Capsicum Germplasm collection for reaction to the Northern root knot nematode. HortScience, 37(5): 805-810.
- Thies, J. A., 2011. Virulence of *Meloidogyne incognita* to expression of *N* gene in pepper. Journal of Nematology, 43 (2), 90-94.
- Vovlas, N., G. Lycorelli, N. Sasonelli, A. Trocoli, I.C. Papajova, J.E. Palomares-Rius and P. Castillo. 2008. Pathogenicity and host-parasite relationships of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on Celery. Plant Pathology, 57:981-987.
- TÜİK, 2012. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim tarihi: Kasım, 2012.
- Wallace, H.R. 1973. Nematode ecology and Plant Disease. Edward Arnold publishers Ltd., London, ISBN:0844802719, pp:228.
- Wang, L.H., X.H. Gu, M.Y. Hua, S.L. Mao, Z.H. Zhang, D.L. Peng, X.F. Yun, and B.X. Zhang, 2009. A SCAR marker linked to the *N* gene for resistance to root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in pepper (*Capsicum annuum* L.). Scientia Horticulturae, 122, 318-322.
- Williamson, V.M and P.A. Roberts. 2009. Mechanisms and genetics of resistance. In Perry RN, Moens M. Starr J. Root knot nematodes. CABI Publishing, 301-325.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):171-178  
DOI: 10.20289/zfdergi.340262

Oya KÖSEOĞLU<sup>1</sup>  
Didar SEVİM<sup>1</sup>  
Mehmet ULAŞ<sup>1</sup>  
Durmuş ÖZDEMİR<sup>2</sup>

## Determination of Bitterness Index ( $K_{225}$ ) and Total Fenol Content of Olive Oils Obtained With Different Regions, Varieties and Processing Systems

Farklı Bölge, Çeşit ve Üretim Sistemleri ile Elde Edilen Zeytinyağlarının Acılık İndekslerinin ve Toplam Fenol Değerlerinin Belirlenmesi

<sup>1</sup> Ministry of Food, Agriculture and Livestock Directorship of Olive Research Institute, 35100, İzmir/Turkey  
<sup>2</sup> İzmir Institute of Technology, Faculty of Science Department of Chemistry, 35437, İzmir/Turkey  
corresponding author: dcengeler@gmail.com

Alınış (Received): 28.09.2017 Kabul tarihi (Accepted): 20.12.2017

### Key Words:

$K_{225}$  value, extraction systems, Turkish olive varieties, geographical regions

### ABSTRACT

In this work the effect of different growing areas on olive (Ayvalık, Memecik, Gemlik, Beylik, Edincik Su, Girit, Kilis Yağlık, Sarı Ulak, Tavşan Yüreği, Topak Aşı) oil bitterness index ( $K_{225}$ ) were studied at the South Marmara, South and North Aegean, West and East Mediterranean Regions at two, two and a half (2.5), and three phase extraction system, during 2014/2015 crop season. A total of 41 virgin olive oils samples were collected from these Regions. Total phenol content and bitternes index ( $K_{225}$ ) were analyzed in the research. A Solid-Phase Extraction procedure were carried out for extraction of the bitter compounds. The results of total phenol content and  $K_{225}$  values showed that the Beylik olive oil was determined with the highest total phenol content and bitterness index ( $K_{225}$ ) with 330.26 mg Caffeic Acid Equivalents (CAE)  $kg^{-1}$  oil and 1.21 at 2.5 phase extraction system from Manavgat at the West Mediterranean Region, respectively. After the Beylik variety, the highest total phenol content was determined Ayvalık and Edincik Su olive oil with 291.03 and 270.62 mg CAE  $kg^{-1}$  oil, respectively. The Memecik and Ayvalık olive oil bitterness index ( $K_{225}$ ) was determined 0.86 and 0.85 at two phase extraction system from Muğla and Burhaniye at the South and North Aegean, respectively.

### Anahtar Sözcükler:

$K_{225}$  değeri, ekstraksiyon sistemleri, Türk zeytin çeşitleri, coğrafik bölgeler

### ÖZET

Bu çalışmada, zeytinyağlarının acılık indeksi ( $K_{225}$ ) değeri üzerine yetiştirilme bölgelerinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, 2014/2015 hasat yılında Güney Marmara, Güney ve Kuzey Ege ile Batı ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde yetişen zeytinlerden (Ayvalık, Memecik, Gemlik, Beylik, Edincik Su, Girit, Kilis Yağlık, Sarı Ulak, Tavşan Yüreği, Topak Aşı) iki, iki buçuk ve üç fazlı ekstraksiyon sistemi elde edilen, toplam 41 zeytinyağı örneği toplanmıştır. Çalışmada toplam fenol içeriği ve acılık indeksi analizleri yapılmıştır. Acılık bileşenlerinin ekstraksiyonu için katı faz ekstraksiyon sistemi uygulanmıştır. Toplam fenol içeriği ve acılık indeksi ( $K_{225}$ ) değeri sonuçlarına bakıldığında, Batı Akdeniz Bölgesindeki Manavgat ilçesinden iki buçuk faz ekstraksiyon sistemi ile elde edilen Beylik zeytinyağının 330.26 mg CAE  $kg^{-1}$  yağ ile en yüksek toplam fenol ve 1.21 ile en yüksek acılık indeksi değerini gösterdiği tespit edilmiştir. Beylik çeşidinden sonra, en yüksek toplam fenol içeriği 291.03 mg CAE  $kg^{-1}$  yağ ile Ayvalık ve 270.62 mg CAE  $kg^{-1}$  yağ ile Edincik Su zeytinyağında tespit edilmiştir. İki fazlı ekstraksiyon sistemin ile Güney Ege'de Muğla'dan elde edilen Memecik ve Kuzey Ege'de Burhaniye'den elde edilen Ayvalık zeytinyağlarının acılık indeksleri değerleri sırasıyla 0.86 ve 0.85 olarak tespit edilmiştir.

### INTRODUCTION

The olive tree (*Oleo europaea*) is widely cultivated for the production of both olive oil and table olive and they are significantly economic importance for countries. Olive oil which is obtained from the fruit using

only mechanical and physical processes is ready for human consumption and possess unique sensory characteristics and nutritional properties (Inarejos-Garcia et al., 2009). Virgin olive oil is unique among the other vegetable oils because of its high level of

particular phenolic compounds, to which, together with the high content of unsaturated fatty acids, the health benefits of virgin olive oil are attributed (Visioli and Galli, 1998). In olive oils, minor components, especially the phenolic contents are affected by cultivar, climatic and environmental conditions, agronomic practices, maturity index and extraction systems (Sevim et al., 2013; Condelli et al., 2015). Giovacchino et al. (2002) reported that quality parameters of olive oil did not significantly change during the extraction of the fine olives with the two-phase and three-phase centrifugal decanter, while the olive oils obtained with the triple-phase centrifugal decanter had lower total phenol and o-diphenol content than the two-phase centrifugal decanter. The decreases in phenol compounds explained by their water-solubility. Higher water/paste ratios are used in three-phase centrifugation, and therefore larger amounts of phenols are eliminated with water wastes. The three-phase system decanter separates the paste into a relatively dry solid, fruit-water, and oil. Water is added to this system to get it to flow through the decanter (Salvador et al., 2003). For that reason a minimum quantity of water can be added to separate the solid material better and to retain water-soluble phenol compounds as much as possible. Depending on the type of phenols present the intensity of bitterness of olive oils can have high variations (high or low) (Favati et al., 2013). It is generally accepted that the phenolic fraction, secoridoid derivatives such as oleuropein and ligstroside derivatives, of olive oil are mainly responsible for the bitter taste (Morello et al., 2004; Favati et al., 2013). Due to the positive contribution of phenolic compounds to human health, consumers are increasing their consumption of oils with high bitterness attribute (Inarejos-Garcia et al., 2009). As a result, bitterness index ( $K_{225}$ ) is becoming an important area in olive oil research (Favati et al., 2013). Oil bitterness intensity can be measured with a simple analytical method using spectrophotometric determination at 225 nm ( $K_{225}$ ) of extraction of bitter compounds.

Out of the many agricultural products of Turkey, olive oil has a remarkable place. In recent years, as a result of confirmation of positive effects of olive and olive oil on human health and nutrition by scientific studies, olive growing has gained a new acceleration in Turkey besides throughout the world. As a result of this trend, new olive orchards have been established. The olive growing regions in Turkey are the South Marmara, South and North Aegean, West and East Mediterranean where Ayvalık, Memecik, Gemlik, Beylik, Edincik Su, Girit, Kilis Yağlık, Sarı Ulak, Tavşan Yüreği, Topak Aşı are the

main cultivars. According to local characteristics the olive harvest is starting in October and continuing until the end of January in Turkey (Kutlu and Şen, 2011).

The aims of this work were to determine the effect of growing regions and processing systems on the total phenol content and bitterness index ( $K_{225}$ ) of Turkish virgin olive oils. For this purpose, a total of forty-one virgin olive oils samples which extracted with two, two and a half, and three phase system were collected from these Regions, during 2014/2015 crop season. A total phenol content were determined with the Folin-Ciocalteu method and Solid-Phase Extraction (SPE) procedure were carried out for extraction of the bitter compounds ( $K_{225}$ ).

## **MATERIAL and METHODS**

### **Materials**

#### **Sampling of Extra Virgin Olive Oils**

As seen from Table 1 forty one (41) extra virgin olive oils collected from the South Marmara (7), South (8) and North Aegean (15), West (4) and East Mediterranean (7) at 2, 2.5 and 3 phase extraction system, during 2014/2015 crop season. The South Marmara Region contains Gemlik and Edincik Su olive oils, were collected from district of Mudanya, Erdek, Edincik, Osmangazi, İznik. Ayvalık olive oil was collected from the North Aegean Region. This cultivar is grown in Edremit, Ayvalık, Karasınan, Zeytindağ, Küçükkuşu, Ezine, Altınova, Burhaniye and Havran. Memecik olive oil was collected from the South Aegean Region. It is grown at provinces of Aydın, İzmir and Muğla. The East Mediterranean Region contains the Topak Aşı, Sarı Ulak, Ayvalık, Gemlik and Kilis Yağlık olive oils were collected from the city of Tarsus, Adana and Hatay. Beylik, Girit, Gemlik and Tavşan Yüreği olive oils were collected at the locations of Manavgat and Gazipaşa at the West Mediterranean Region.

All oil samples were extracted between October, November and December under industrial conditions in a olive plant in Turkey. Samples were removed from each of three bottles from the same extraction for each samples of olive oils. Each oil samples (contains 500 mL) stored in the dark glass bottles and at +4°C until they were analyzed.

#### **Determination of Total Phenol Content**

Analysis of total phenol content of olive oil was determined spectrophotometrically according to the Folin-Ciocalteu method previously described by Gutfinger (1981) and Hrnčirik and Fritsche (2004). 2.5 g of oil sample was dissolved in 5 ml of hexane and after adding 5 ml methanol/water (60:40 v/v) the solution

was shaken for 2 min. The extraction were separated from each other by centrifuging the solution at 3500 rpm for 10 min. 0.2 ml of methanolic phase was put into flask and completed with deionized water to 5 ml, then Folin–Ciocalteu reagent (0.5 ml) was added to the mixture. After 3 min, 1 ml of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  solution (35%, w/v) was added and diluted to 10 ml with pure water. The solution was incubated for 2 h in a dark place and the absorbance of the solution was read at 725 nm with a spectrophotometer (Shimadzu UV-1700, Japan). The total phenol concentration was calculated from caffeic acid calibration curve. Data was expressed as mg equivalent of caffeic acid per kilogram of oil ( $\text{mg CAE kg}^{-1}$ ).

#### Determination of Bitterness Index ( $K_{225}$ )

The compounds responsible for oil bitterness were evaluated spectrophotometrically at 225 nm as absorbance ( $K_{225}$  values) with a Shimadzu spectrophotometer UV-1700 PharmaSpec (Japan) according to the Gutierrez et al. (1992). A Solid-Phase Extraction (SPE) procedure were carried out for extraction of the bitter compounds. A sample of  $1.0 \pm 0.01$  g of oil was dissolved in 4.0 mL hexan and passed over a C18 column (Bakerdond spe Columns, J.T. Baker, Phillipsburg, NJ, Holland) previously activated with methanol (6.0 mL) and washed with hexane (6.0 mL). After elution, 10.0 mL hexane was passed to eliminate the fat, and the retained compounds were eluted with methanol/water (1:1) to 25.0 mL in a flask. The absorbance of the extract was measured at 225 nm against methanol/water (1:1) in a 1.0 cm cuvette. Results were expressed as the absorbance of 1.0 g in 100 g ( $K_{225}$  values).

#### Statistical analysis

Data analysis was performed using MINITAB statistical software package version 15. One way analysis of variance (ANOVA) were performed based on the geographical regions of the olive oil samples for both total phenol and bitterness index results. Following ANOVA, Fisher's least significant difference test method (LSD) were used for the pairwise comparison of the five different geographical regions. In addition, simple least squares and multiple regression analysis were also carried out with the same software package where the two and three dimensional scatter plots of bitterness index ( $K_{225}$ ) were generated with the same software package.

## RESULTS and DISCUSSION

Phenolic compounds are the minor compounds in olive oils with high antioxidant activity providing nutritional and sensorial properties. Bitterness is a considered as a positive sensorial attribute of the

virgin olive oils and enhances the whole flavour with related to green olive fruit. Consumers are increasing their consumption of olive oils with high bitterness intensity. As a result of this, bitterness assessment is becoming an important subject in olive oil research (Escuderos et al., 2014).

As can be seen from Table 1, there are five different geographical regions where olive oils were collected which were processed with two and three-phases systems along with two other samples processed with 2.5 phases system coming from East Mediterranean (Manavgat). Beylik olive oil was determined the highest total phenol content ( $330.26 \text{ mg CAE kg}^{-1}$  oil) and bitterness index ( $K_{225}$ ) (1.21) that extracted with 2.5 phase centrifugal system at the West Mediterranean Region. Memecik and Ayvalik olive oils bitterness index ( $K_{225}$ ) which were extracted with two phase system at South Aegean Region and North Aegean Region, were followed the Beylik olive oil bitter index with 0.86 and 0.85, respectively (Table 1). Total phenol content of Ayvalik and Edincik Su were determined 291.03 and 270.62  $\text{mg CAE kg}^{-1}$  oil, respectively. The lowest total phenol content and bitterness index was determined with 12.41  $\text{mg CAE kg}^{-1}$  oil and 0.13 on Sarı Ulak and Ayvalik cultivar extracted with three phase system in Tarsus and Edremit at the East Mediterranean and the North Aegean Region, respectively.

According to Aguilera et al. (2005) location do not play an important role on the oil bitterness index ( $K_{225}$ ) for Frantoio and Lecciono cultivars. A significant effect was reported of olive cultivar and harvest time on the bitterness intensity (spectrophotometric) by some authors (Skevin et al., 2003; Morello et al., 2004; Ilyasoglu et al., 2010; Rotondi et al., 2010; Favati et al., 2013; Condelli et al., 2015). There is no limit set for the bitterness index value at National or International standards. Consumers only refuse or consume the oil products according to their preference. Some consumers prefer to consume olive oils of high bitterness index value, while others prefer to consume olive oils of low bitterness index value. Gutierrez et al. (1992), have reported that  $K_{225}$  value  $\geq 0.360$  correspond to quite bitter olive oils that some consumers are do not choose to consume of these oils. For that all, due to the positive attribution of phenolic compounds to human health, some consumers are increasing their consumption of oils with high bitterness index value (Inarejos-Garcia et al., 2009). It was seen in the study that the  $K_{225}$  value of 27 olive oils samples is above 0.360 value. The results of South Aegean Region samples of  $K_{225}$  value was a quite higher than this value. The West Mediterranean and the East Mediterranean Regions were followed the South Aegean Region with 0.52 and

0.45, respectively. As reported by authors (Köseoğlu and Unal, 2008; İlyasoğlu et al., 2010, Köseoğlu et al., 2016) different factors, such as olive cultivar, climatic conditions, maturity index, technological processing of oil and harvesting time had a significantly influence on the level of total phenols and also the intensity of

bitterness. The highest total phenol content was determined at the South Marmara Region samples with 200.28 mg CAE kg<sup>-1</sup> oil. The South Aegean Region and North Aegean Region olive oil total phenol contents were followed the South Marmara Region with 148.92 and 136.64 mg CAE kg<sup>-1</sup> oil (Table1).

**Table 1.** Total phenol content and bitterness value of olive oil samples according to geographical region and cultivar

Region Name	Subregion Name	Processing Name	Cultivar Name	Total Phenol (mg CAE kg <sup>-1</sup> )	Bitterness index (K <sub>225</sub> )
South Marmara	Mudanya	Three-phases	Gemlik	222.18	0.20
	Erdek		Edincik Su	270.62	0.62
	Edincik		Edincik Su	226.98	0.49
	Erdek		Edincik Su	207.37	0.48
	Orhangazi		Gemlik	94.08	0.23
	İznic		Gemlik	197.36	0.31
	Edincik		Edincik Su	183.35	0.45
<b>Mean</b>				<b>200.28</b>	<b>0.40</b>
North Aegean	Zeytindağ	Two-phases	Ayvalık	126.10	0.29
	Karasinan		Ayvalık	133.71	0.32
	Zeytindağ		Ayvalık	152.52	0.47
	Burhaniye		Ayvalık	291.03	0.85
	Küçükkuyu		Ayvalık	106.08	0.45
	Edremit	Three-phases	Ayvalık	76.86	0.29
	Edremit		Ayvalık	42.83	0.13
	Küçükkuyu		Ayvalık	165.33	0.38
	Ezine		Ayvalık	133.31	0.43
	Altınova		Ayvalık	79.26	0.28
	Havran		Ayvalık	46.84	0.22
	Edremit		Ayvalık	148.12	0.45
	Ezine		Ayvalık	205.76	0.64
	Ayvalık		Ayvalık	184.55	0.49
Ayvalık	Ayvalık	157.33	0.45		
<b>Mean</b>				<b>136.64</b>	<b>0.41</b>
South Aegean	İzmir	Two-phases	Memecik	222.18	0.78
	Aydın		Memecik	139.71	0.74
	Aydın		Memecik	112.89	0.46
	Muğla		Memecik	135.71	0.86
	Aydın	Three-phases	Memecik	155.32	0.76
	Aydın		Memecik	161.73	0.83
	İzmir		Memecik	184.15	0.77
	Aydın		Memecik	79.66	0.48
<b>Mean</b>				<b>148.92</b>	<b>0.71</b>
East Mediterranean	Tarsus	Two-phases	Ayvalık	178.14	0.75
	Tarsus		Gemlik	90.87	0.20
	Adana		Gemlik	134.11	0.52
	Tarsus	Three-phases	Topak Aşı	15.61	0.18
	Tarsus		Sarı Ulak	12.41	0.20
	Hatay		Kilis Yağlık	192.55	0.72
	Hatay		Kilis Yağlık	145.32	0.59
<b>Mean</b>				<b>109.86</b>	<b>0.45</b>
West Mediterranean	Manavgat	2.5-phases	Beylik	330.26	1.21
	Manavgat		Girit	37.63	0.28
	Gazipaşa	Three-phases	Gemlik	49.64	0.30
	Gazipaşa		Tavşan Yüreği	85.67	0.30
<b>Mean</b>				<b>125.80</b>	<b>0.52</b>

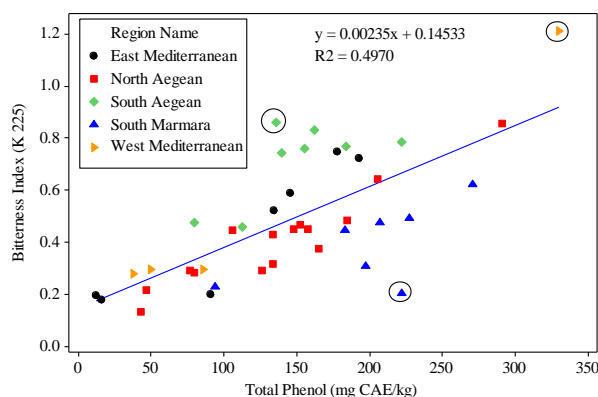
Inarejos-Garcia et al. (2009) reported that Cornicabra olive oil K<sub>225</sub> values was ranged from 0.47 to 0.52 extracted at 28°C, 60 min with two phase extraction

system, Condelli et al. (2015) observed Maiatica, Coratina, O. Vulture, Leccino and O. Bradano olive cultivars K<sub>225</sub> values 0.12, 0.32, 0.24, 0.21 and 0.22,

respectively. Morello et al. (2004) determined Arbequina variety (harvested first week of November to second week of January)  $K_{225}$  values was ranged from 0.15 to 0.37, Favati et al. (2013) defined  $K_{225}$  values of Coratine, Ogliarola, Maiatica, Leccino and Blend range from 0.17 to 0.60, 0.15-0.45, 0.06-0.16, 0.07-0.32 and -0.06-0.35, respectively. Aguilera et al. (2005) observed Frantoio and Lecciono cultivars  $K_{225}$  values range 0.41-0.37 and 0.38- 0.43, respectively. In this study,  $K_{225}$  values of Turkish olive cultivars were ranged from 1.21 to 0.13. Some cultivars of the regions like Edincik Su, Ayvalık, Memecik, Kilis Yağlık and Beylik were determined more higher than Italian and Spanish varieties.

In the research it was determined that the total phenol content in Küçükuyu sample was low but the bitterness index value was high or vice versa. This may be due to that the proportion of the phenolic compounds causing the bitterness value is high or low in the oil samples. Phenolic acids, phenolic alcohols, flavonoids and hydroxy-isochromes are the phenolic compounds that are found in extra virgin olive oil. These compounds are play very important role in bitterness and pungency value of olive oils. Important phenolic compounds in olive oil are hydroxytyrosol, tyrosol and oleuropein. Their concentrations in the olive oil depending on the olive variety, the olive maturity, the time of harvest and the transportation methods and the processing technology (Boskou, 2009).

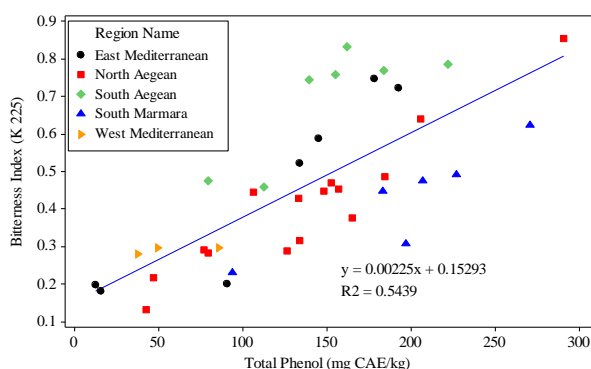
For a general evaluation of bitterness index ( $K_{225}$ ) as function of total phenol content of the olive oil samples, it is reasonable to analyze the data with simple least squares (SLS) method. Figure 1 shows the scatter plot of total phenol content versus bitterness index ( $K_{225}$ ) of 41 olive oil samples.



**Figure 1.** Simple least squares regression plot of total phenol content vs bitterness index ( $K_{225}$ ) of olive oil samples collected from five different geographical region.

The regression coefficient of the least squares model indicates that there is a correlation between total phenol content and bitterness index as expected

but due to the the differences among the several geographic regions, this correlation gave an  $R^2$  value of 0.497. On the other hand, there are a few samples which were labelled with a circle around them are causing significant deviations from the regression line and this is the another reason for low regression coefficient. It is expected that when these three sample were left out regression model a better regression models could be obtained. Figure 2 shows the scatter plot of this reduced data set when these three samples were left out.



**Figure 2.** Simple least squares regression plot of total phenol content vs bitterness index ( $K_{225}$ ) of olive oil samples after removing three outlier samples.

From Figure 2, it is clear that there is a slight increase in  $R^2$  value of regression but this increase is not sufficient to explain total variability in the bitterness index of the olive oil samples as the samples are collected at various geographical regions. In addition, most of the samples were processed with two different methods (two and three phase) and two of them with 2.5 phase system. Besides these differences, there were 10 different cultivars though most of the samples were Ayvalık and Memecik. As a result of these differences, it is expected that a multiple regression model that accounts not only linear effects but also quadratic contributions would generate a better model for bitterness index. Therefore, a second order polynomial model equation (Equation 1) which is composed of geographical region ( $x_1$ ), processing method ( $x_2$ ), cultivar ( $x_3$ ), and total phenol ( $x_4$ ) was proposed to describe bitterness index ( $K_{225}$ ) ( $y$ ). However, there is only one sample with 2.5 phase processing method and therefore no square term were used for  $x_2$  term.

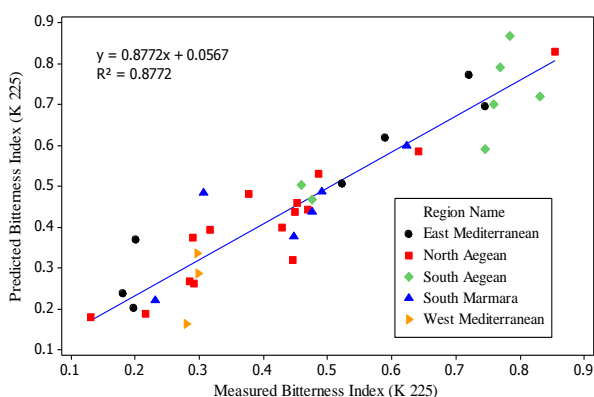
As seen from equation 1, there are 14 coefficients including four linear terms, three square terms and six binary interaction terms along with an intercept term. The statistical significance of the model equation was evaluated by multiple regression with the F-values for analysis of variance (ANOVA) given in Table 2.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{11}x_1^2 + b_{33}x_3^2 + b_{44}x_4^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 \quad (1)$$

**Table 2.** Results of ANOVA

Terms	Coefficients	Standard Error of Coefficients	t-values	P-values
Constant	0.626	0.037	16.893	<<0.05
Region	-0.022	0.076	-0.293	0.772
Processing	0.028	0.026	1.075	0.293
Cultivar	0.116	0.079	1.466	0.156
Total Phenol	0.435	0.059	7.307	<<0.05
Region*Region	-0.103	0.083	-1.243	0.226
Cultivar*Cultivar	0.069	0.108	0.637	0.530
Total Phenol*Total Phenol	0.012	0.099	0.124	0.902
Region*Processing	0.045	0.054	0.829	0.415
Region*Cultivar	-0.241	0.127	-1.893	0.070
Region*Total Phenol	0.043	0.130	0.327	0.747
Processing*Cultivar	0.003	0.042	0.076	0.940
Processing*Total Phenol	-0.012	0.066	-0.185	0.855
Cultivar*Total Phenol	0.050	0.098	0.506	0.617

ANOVA evaluations of this model, shown in Table 2, indicates that the most dominating factor of the model is total phenol content as expected from the previous simple regression analysis. On the other hand, none of the other terms of the model equation has P-values lower than suggesting that at 95% confidence level, they are statistically insignificant. Nevertheless, following total phenol content type of cultivar seems to be the second important linear term of the model and it is followed by processing method and geographical region. In terms of nonlinear contribution of the factors, geographical region has the largest absolute coefficient whereas region\*cultivar interaction is also quite important at least 90% confidence limit (P-value is less than 0.10). The predicted versus reference bitterness index ( $K_{225}$ ) values plot is given in Figure 3.

**Figure 3.** Measured vs. predicted bitterness index ( $K_{225}$ ) by the multiple regression model.

As seen from figure 3, the multiple regression model proposed for the bitterness index produced an  $R^2$  of 0.877 indicating that about 88% of the total variability within the given data were explained with the current model. This is a much better value compared to the simple least squares model generated with just total phenol content given in Figure 2. Response surface plots of the four factor namely geographical region, processing method, cultivar type and total phenol are shown in Figure 4. While two of the four factor being plotted in the three dimensional surface plots, the other two factor were held constant at their middle values.

As seen from Figure 4, there are strong nonlinearities in the top two figures where geographical region and processing type (top left) and geographical region and cultivar (top right) whereas the other figures are mainly dominated by linear effects. In addition, it is seen that total phenol is the main factor which significantly determines the bitterness index ( $K_{225}$ ) of the olive oil samples.

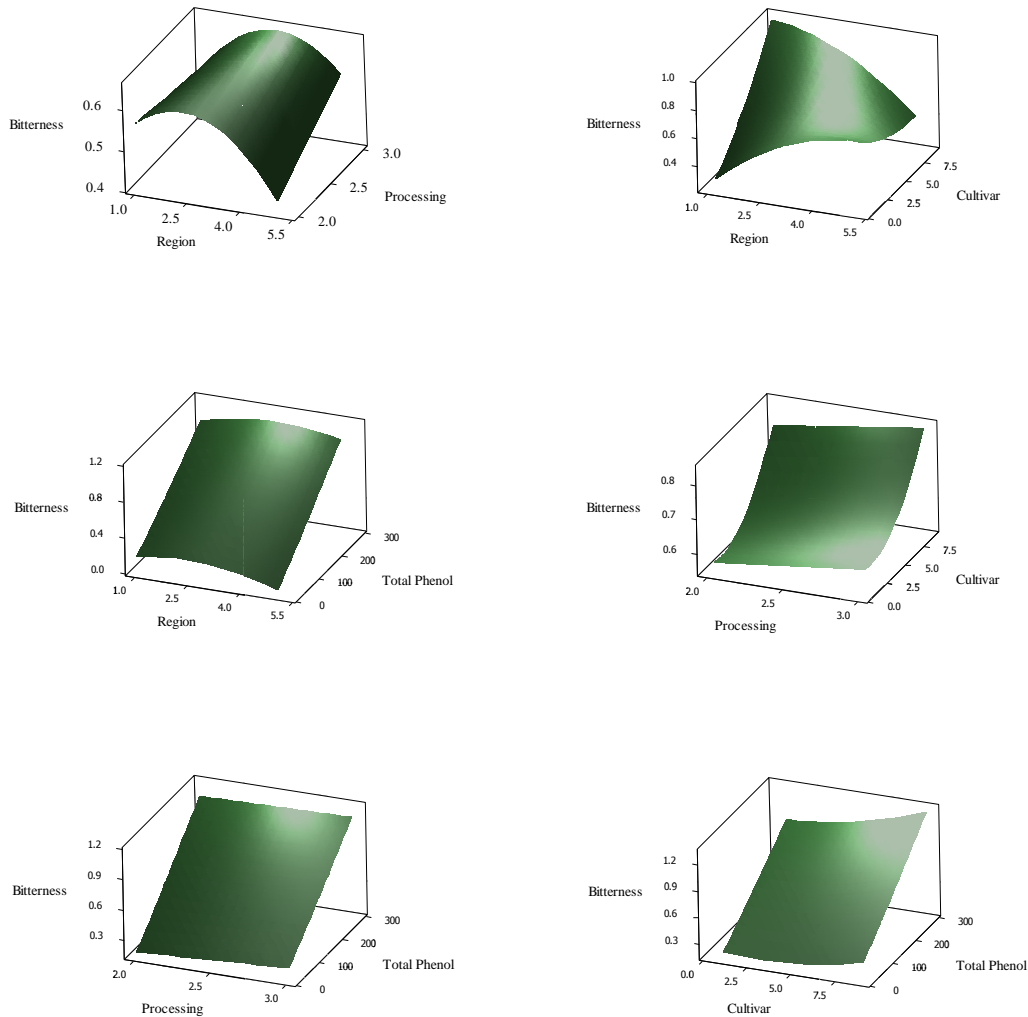
## CONCLUSION

It is generally known that total phenol content was greater in the centrifuge-extracted oil than in the pressure extracted oil. The concentration of total phenol content was slightly lower in the oils extracted using the three-phase decanter than those from the two-phase decanter. This is due to the addition of water to the olive paste processed with the 3-phase centrifugal decanter. In the research it was determined that the total phenol content in Küçükuyu sample was low at two-phase

decanter and high at three-phase decanter. This maybe a minimum quantity of water could be added to the three-phase decanter to separate the solid material better and to retain water-soluble phenol compounds as much as possible.

In this study, Turkish olive oils total phenol content were found to be ranging from 12.41 to 330.26 mg CAE  $\text{kg}^{-1}$  oil and bitterness index ( $K_{225}$  value) ranging from 0.13 to 1.21. The results were demonstrated that total phenol content and bitterness index ( $K_{225}$ ) of olive oils were affected from cultivars, location and regions. Especially, Beylik, Memecik and Ayvalık olive oils  $K_{225}$  values were found be highest that consumers may refuse to consume them in the past. However, in the majority of the reports given in the literature it is stated that bitterness, pungency and astringency are

positive sensorial attribute of the extra virgin olive oils and related to the phenolic compounds in the olive oil. Therefore, due to the positive affect of phenolic compounds to human health, consumers make their preference to oils with more bitterness in recent years. For Beylik cultivar that was located in Manavgat, in which bitterness is so excessive as to cause consumer rejection of the olive oil. Appropriate control of the some factors like maturiy index, technological variables to produce a desirable reduction of intensity of this attribute and hence improve consumer preference. In addition, some Turkish cultivars like Edincik Su, Ayvalık, Memecik, Kilis Yaglık and Beylik were found have higher bitternes values than Italian and Spanish varieties.



**Figure 4.** Response surface plots of geographical region, processing type, cultivar and total phenol content as a function of bitterness index ( $K_{225}$ ).



## REFERENCES

- Aguilera, P. M., Beltran, G., Ortega, D., Fernandez, A., Jimenez, A., Uceda, M. 2005. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino', grown in Andalusia. *Food Chem.* 89: 387-391.
- Boskou, D. 2009. Minor constituents and health. CRS Pres.
- Condelli, N., Carusa, M.C., Galgano, F., Russo, D., Milella, L., Favati, F. 2015. Prediction of the antioxidant activity of extra virgin olive oils produced in the Mediterranean area. *Food Chem.*, 177: 233-239.
- Escuderos, M.E., Alcantara, F., Garcia Mesa, J.A. 2014. Evaluation of virgin olive oil bitterness by multivariate analysis of ultraviolet spectra of the phenolic extract. 12th Euro Fed Lipid Congress Oils, Fats and Lipids: From Lipidomics to Industrial Innovation 14-17 September 2014 Montpellier France, 463.
- Favati, F., Condelli, N., Galgano, F., Caruso, M.C. 2013. Extra virgin olive oil bitterness evaluation by sensory and chemical analyses. *Food Chem.* 139: 949-954.
- Giovacchino L. D., Sestili, S., Vincenzo, D.D. 2002. Influence of olive processing on virgin olive oil quality, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104, 587-601.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *Journal of American Oil Chemists Society*, 58, 966-968.
- Gutierrez R., F., Perdiguero, S., Gutierrez, R., Olias J.M. 1992. Evaluation of bitter test of virgin olive oil. *J Am Oil Chem Soc.* 69: 394-395
- Hrnčirik, K., Fritsche, S. 2004. Comparability and reliability of different techniques for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 540-549.
- Ilyasoglu, H., Ozelik, B., Van hoed, V., Verhe, R. 2010. Characterization of Aegean olive oils by their minor compounds. *Eur J Lipid Sci Technol.* 87: 627-636.
- Inarejos-Garcia, A.M., Gomez-Rico, A., Desamparados Salvador, M., Fregapane, G. 2009. Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition. *Eur Food Res Technol.*, 228. 671-677
- Koseoglu, O., Unal, M.K. 2008. The effect of phenolic compounds on the quality and stability of virgin olive oil. *Acta Hort.* 79:655-663.
- Köseoğlu, O., Sevim D., Kadiroğlu, P. 2016. Quality characteristics and antioxidant properties of turkish monovarietal olive oils regarding stages of olive ripening, *Food Chemistry*, 212, 628-634.
- Kutlu, E., Şen, F., 2011, The effect of different harvest time on fruit and olive oil quality of olive (*Olea europea* L.) cv. Gemlik, *The Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 48 (2), 85-93
- Morello, J.R., Romero M.P., Moltiva M.J. 2004. Effect of maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga, and Morrut cultivars. *J Agric Food Chem.* 52: 6002-6009.
- Rotondi, A., Alfei, B., Magli, M., Pannelli, G. 2010. Influence of genetic matrix and crop year on chemical and sensory profiles of Italian monovarietal extra-virgin olive oils. *J Sci Food Agric.* 90: 2641-2648.
- Salvador, M.D. , Aranda, F., Go´mez-Alonso, S., Fregapane, G. (2003) Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons, *Food Chemistry*, 80, 359–366.
- Sevim, D., Tucay, O., Koseoglu, O. 2013. The effect of olive leaf addition on antioxidant content and antioxidant activity of "Memecik" olive oils at two maturity stages. *J Am Oil Chem Soc.* 90: 1359-1369.
- Skevin, D., Rade, D., Strucelj, D., Mokrovcak, Z., Nederal, S., Bencic, D. 2003. The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. *Eur J Lipid Sci Technol.* 105: 536-541.
- Visioli, F., Galli C., 1998. The effect of minor constituents of olive oil on cardiovascular disease: new findings. *Nutr. Rev.* 56: 142-147.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):179-186

DOI: 10.20289/zfdergi.345078

Merve GÖRE  
Orhan KURT

## Samsun Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] Genotiplerinin Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerinin Belirlenmesi

Determination of Yield and Some Agronomic Characters of Some Camelina [*Camelina sativa* (L.) Crantz] Genotypes Grown in Samsun Ecological Conditions

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55100, Isparta / Türkiye  
sorumlu yazar: orhank@omu.edu.tr

Alınış (Received): 18.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 22.12.2017

### Anahtar Sözcükler:

Ketencik, *Camelina sativa* (L.) Crantz, verim, Tarımsal Karakterler

### ÖZET

**A**raştırma, Samsun ekolojik koşullarında bazı ketencik genotiplerinin, tane verimi ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesinde 2014-2015 ve 2015-2016 kışlık olarak yürütülmüştür. Deneme; tesadüf blokları deneme deseninde, 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucu bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve dekara tane verimine ilişkin değerlendirme yapılmıştır. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucu bitki boyu hariç, incelenen bütün karakterlerde, genotip ve genotip x yıl interaksyonunun istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. İki yılın ortalaması olarak bitki boyunun 63.33-75.36 cm, bitkideki dal sayısının 2.64-4.24 adet, bitkideki kapsül sayısının 46.80-108.59 adet, kapsüldeki tohum sayısının 7.46-9.78 adet, 1000 tane ağırlığının 0.98-1.36 gr ve dekara tane veriminin 80.81-140.73 kg olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak incelenen genotipler arasında; Ames 26680 (tane verimi ve 1000 tohum ağırlığı bakımından), PI 304269 (bitki başına dal sayısı ve bitki başına kapsül sayısı bakımından), Vniimk 17 (kapsül başına tohum sayısı bakımından) ve Ames 26665 (bitki boyu bakımından) genotipinin, diğer genotiplerden daha avantajlı olduğuna karar verilmiştir.

### Key Words:

False flax, *Camelina sativa* (L.) Crantz, yield, agricultural characters

### ABSTRACT

**T**his research was conducted in Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, 2014-2015 and 2015-2016 winter season in order to determine seed yield and some agronomic characters of some Camelina genotypes in Samsun ecological conditions. The experiment was conducted in randomized blocks trial design with 4 replications. The results of the research were evaluated in terms of plant height, number of branches per plant, number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000-seed weight and seed yield. The conclusion of the statistical evaluation; genotype and genotype x year interactions were found to be significant in all characters examined except plant height. As averages of two years; plant height was found to be 63.33-75.36 cm, the number of branches per plant was 2.64-4.24, the number of capsules per plant was 46.80-108.59, the number of seeds per capsule was 7.46-9.78, 1000 seeds weight was 0.98-1.36 gr and the seed yield was 80.81-140.73 kg/da. As a result, among the genotypes evaluated; Ames 26680 (in terms of grain yield and 1000 seed weight), PI 304269 (number of branches per plant and number of capsules per plant), Vniimk 17 (number of seeds per capsule) and Ames 26665 (in terms of plant height) are more advantageous than other genotypes decided.

### GİRİŞ

Türkiye'de bitkisel yağ üretimi bakımından önemli miktarda açık bulunmaktadır. Bu açığın kapatılabilmesi için yağ bitkilerinin ekim alanlarının artırılması yanında üretim deseninin çeşitlendirilmesi ve birim alandan

daha yüksek verimin elde edilebileceği kaliteli, yemeklik yağ kalitesi yüksek, endüstriyel amaçlı kullanıma uygun, biyodizel elde etme potansiyeli yüksek yağ bitkilerinin üretim desenindeki yerine alması zorunludur. Alternatif yağ bitkilerinin intansif

tarımda yerini alması sonucu ülkemizin bitkisel yağ açığının kapatılması mümkün olabilir.

Ketencik; kışlık ve yazlık olarak yetiştirilebilmesi, kurak koşullara adaptasyonunun iyi olması, bakım işlemlerinin zor olmaması, hasadının erken yapılması, kendinden sonra gelen bitkiye temiz tarla bırakması ve yetiştiricilikte isteğinin az olması gibi avantajlarından dolayı üretim desenimiz içinde yer alabilecek ve yağ açığının kapatılmasına katkı sağlayabilecek bir bitki olarak görülmektedir (Kurt ve Seyis, 2008).

Ketencik Brassicaceae familyasında yer alan. Camelina cinsi içerisindeki 7 türden (*C. sativa*, *C. laxa*, *C. rumelica*, *C. microcarpa*, *C. hispida*, *C. alpkyensis* ve *C. anomala*) ekonomik öneme sahip olan tek türdür (Davis,1965; Güner ve ark.,2012; Göre ve Kurt., 2015). Ketencik tohumu yazlık ekimlerde %42, kışlık ekimlerde ise %45 oranında yağ ihtiva etmektedir (Zubr, 1997). Ketencik yağındaki yağ asitleri, yaklaşık %94 doymamış yağ asitleri olup bu yağ asitlerinin %60'ini çoklu doymamış yağ asitleri (%15-20 linoleik ve %35-45 linolenik asit) oluşturmaktadır. Geleneksel ketencik çeşitlerinin çoğu %2-4 erusik asit içermesine karşın son yıllarda %0 erusik asit ihtiva eden ketencik çeşitleri de geliştirilmiştir.

Tarım alanlarında verimi artırabilmek için kullanılan çeşidin genetik potansiyelinin geliştirilmesi, yetiştirme tekniği paketi uygulanmasının doğru ve etkili olarak

uygulanması ve üretimin yapıldığı ekolojik koşulların düzenlenmesi veya uygun koşullarda üretimin yapılması veya koşullara uygun çeşitlerin üretim sistemi içinde değerlendirilmesi gerekir (Kurt, 2011). Bu düşünceden hareketle; mevcut ketencik çeşitlerin genetik ve tarımsal potansiyellerini belirlemek ve Samsun ekolojik koşullarına en uygun ketencik çeşidini saptamak amacıyla bu araştırma yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Araştırma Yerinin Özellikleri

Araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fakültesi deneme alanında 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanının toprakları killi, organik maddesi az ve satıh profillidir. Deneme alanının denizden yüksekliği 120 metredir. Deneme alanının bazı iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anon, 2017). Deneme alanında 2014-2015 ve 2015-2016 vejetasyon dönemlerinde; aylık yağış miktarları (ilk yıl 657.5 mm, ikinci yıl 658.4 mm) uzun yılların ortalamasından (502.2 mm), aylık ortalama sıcaklık (ilk yıl 12.1°C ve ikinci yıl 13.1 °C) uzun yılların ortalamasından (11.4 °C) ve nispi nem ilk yıl %69.3 ve ikinci yıl %67.9) uzun yılların ortalamasından (%67.0) daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

**Çizelge 1.** Deneme alanının vejetasyon dönemindeki ve uzun yılların aylık yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerlerine ilişkin veriler (Anon, 2017).

**Table 1.** Environmental conditions at experimentl area during the 2014-2105 and 2015-2016 growing seasons compared to long term normals (Anon, 2017).

Vejetasyon Periyodu	Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık °C			Nispi Nem (%)		
	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar	2014-2015	2015-2016	Uzun Yıllar
Kasım	93.7	28.6	83.8	12.2	14.3	12.4	67.8	66.4	57.0
Aralık	79.3	100.0	78.0	11.5	8.4	9.3	63.6	64.7	59.9
Ocak	129.3	88.1	68.1	7.6	7.6	7.2	62.9	60.2	62.3
Şubat	81.6	30.9	57.5	9.0	11.2	7.1	69.7	62.9	68.0
Mart	67.9	109.6	63.1	8.7	10.4	7.9	70.5	74.2	70.5
Nisan	95.0	49.9	57.1	10.6	13.8	11.4	76.7	69.2	75.9
Mayıs	30.4	188.2	48.7	16.0	16.8	15.6	75.1	75.1	71.0
Haziran	80.3	63.1	45.9	21.2	22.2	20.3	67.9	70.1	71.0
Toplam	657.5	658.4	502.2	12.1	13.1	11.4	69.3	67.9	67.0

### Bitki Materyali

Araştırmada bitki materyali olarak Tekirdağ Araştırma Enstitüsünden temin edilen 11 farklı ketencik genotipi (Ames 26665, Ames 26667, Ames 28372, Ames 26673, Ames 26676, Ames 26680, Ames 26686, Vniimk 17, CR 1674190, CR 476/65, PI 304269) ile bir adet Yerli durulmuş populasyon kullanılmıştır.

### Yöntem

Tarla denemesi, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak, sıra uzunluğu 3 metre, sıra aralığı 20 cm ve sıra üzeri 1-2 cm ve her parselde 5 sıra olacak

şekilde, ilk yıl 12 Aralık 2014 ve ikinci yıl 26 Kasın 2015 tarihinde ekilmiştir. Deneme süresince yabancı otlarla mücadele mekanik olarak yapılmıştır. Denemelerin hasadı ilk yıl 29 Haziran 2015 tarihinde ve ikinci yıl 20 Haziran 2016 tarihlerinde yapılmıştır. Hasat esnasında her bir parselin başlarından 0.5 metre ve her iki kenarından birer sıra ayrıldıktan sonra geriye kalan alan, hasat alanı olarak değerlendirilmiştir. Hasat esnasında her bir parselin hasat alanından tesadüfi olarak alınan 10 bitki üzerinden bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, bitkide tohum sayısı ve bitkideki

tohum ağırlığı tespit edilmiştir. Hasat alanı üzerinden 1000 tane ağırlığı ve parsele verim hesaplanmıştır. Hesaplanan parsel verimi daha sonra dekara verimine dönüştürülmüştür.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde MSTATC istatistik analiz programı kullanılmıştır. Varyans analiz tablolarına göre önemli olduğu tespit edilen uygulamalar arasındaki farklılıklar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Bitki Boyu

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin bitki boylarına ilişkin verileri Çizelge 3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bitki boyu bakımından yıl ve genotip parametreleri istatistiki anlamda çok önemlidir ( $p < 0.01$ ). Gerek iklim, gerek toprak yapısındaki değişimler bitki boyunun değişmesine sebep olur. Nitekim araştırmanın yapıldığı ikinci yıl, özellikle çiçeklenme dönemi öncesinde yağış miktarının az olmasına karşın sıcaklığın ve nispi nemim daha fazla olması (Çizelge 1), bitkilerin strese girmesine sebep olmuştur. Buna bağlı olarak da bitkiler, generatif döneme geçmeye zorlanmıştır. Dolayısıyla bitki boyu ikinci yıl, birinci yıla göre %33.0 oranında daha kısa kalmıştır. Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak bitki boyu uzunluğu 63.33 ile 75.36 cm arasında olup, en uzun bitki boyu 75.36 cm ile Ames-26665 genotipinden elde edilmiştir. Bu genotipi boy uzunluğu bakımından aynı gruba giren Ames-26673 (72.40 cm), CR476/65 (72.06 cm) ve Yerli (70.63 cm) genotipi takip etmiştir (Çizelge 3).

Araştırmadan elde edilen ortalama 63.33-75.36 cm bitki boyuna ait bulgular; ketencikte bitki boyuna ilişkin olarak daha önce 72.00 cm (Vollman ve ark., 1996), 54-95cm (Crowley ve Frohlick, 1998), 75.14 cm (Karahoca ve Kırıcı, 2005), 49-103 cm (Gugel ve Falk, 2006), 58.1-98.9 cm (Urbaniak ve ark., 2008), 50.4-77.9 cm (Koncius and Karcauskiene, 2010), 47.88-71.12 cm (Katar ve ark., 2012a), 72.00-82.00 cm (Kumari ve ark., 2012), 52.7-129.7 cm (Arslan ve ark., 2014), 69.0-97.3 cm (Çoban ve Önder, 2015) ve 54.67-115.70 cm (Katar ve Katar, 2017) olarak rapor edilen verileri ile paralellik arz etmektedir. Buna karşın 30-60 cm (Francis ve Warwick, 2009) olarak rapor edilen bitki boyu verisinden daha uzun, 92.4-108.2 cm (Katar ve ark., 2012b) ve 83.24-95.28 cm (Yıldırım ve Önder, 2016) olarak rapor edilen bitki boyu verilerinden daha kısa bulunmuştur. Bitki boyu, çevresel faktörlerden en fazla etkilenen tarımsal karakterlerin başında gelmektedir. Dolayısıyla yetiştirilen genotiplerin farklı olması yanında yetiştirme sezonunun ve yetiştirilen

ekolojik alanların farklı olması, yetiştirme tekniği paketi uygulamalarındaki farklılıklar, elde edilen sonuçların farklı çıkmasında rol oynamışlardır.

### Dal Sayısı

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin bitkide dal sayısına ilişkin verileri Çizelge 2'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bitkide dal sayısı bakımından yıl, genotip ve yıl x genotip interaksiyonu parametreleri istatistiki anlamda çok önemlidir ( $p < 0.01$ ). Ortalama bitkide dal sayısı ilk yıl 2.82 adet, ikinci yıl 4.23 adet ve iki yılın ortalaması olarak da 3.52 adet olduğu tespit edilmiştir. Bitkide dal sayısı ikinci yıl, birinci yıldan %66.7 daha fazla olmuştur. Bu farklılıkta; ikinci yılda vejetasyon döneminin başında iklim verilerinin bitki yetiştirme açısından daha uygun olmasının bir sonucu olabilir. Nitekim çiçeklenme öncesine kadar olan periyottaki iklim verileri incelendiğinde; ikinci yılın iklim verilerinin, ilk yıla ve uzun yılların ortalamalarına göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılık, bitki başına daha fazla dal sayısının oluşması için daha uygun ortam sağlamış olabilir.

Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak bitki başına dal sayısı 2.64-4.24 adet arasında olup, en fazla dal sayısı PI304269 (4.24 adet) genotipinden elde edilmiştir. Bu genotipi, bitkide dal sayısı bakımından aynı gruba giren Yerli (3.86 adet), Ames 28372 ve Ames 26686 (3.70 adet) genotipi takip etmiştir (Çizelge 3). Genotip x yıl interaksiyonu bazında değerlendirildiğinde; en fazla dal sayısı 5.93 adet ile Ames 26686 genotipinden ikinci yıl ekiminde elde edilmiştir. Bu genotipi, bitkide dal sayısı bakımından aynı istatistiki grup içinde yer alan Yerli (5.85 adet), PI304269 (5.48 adet) ve Ames 26676 (5.30 adet) genotipi ikinci yıl ekiminden elde edilen verilerle takip etmiştir (Çizelge 2). Bitkide dal sayısı bakımından yıllara ve genotiplere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar; iklim koşullarındaki değişimlerden, genotiplerin farklı biçimde etkilenmesinden kaynaklanmış olması muhtemeldir. Nitekim ilk yıl en az dal sayısının (1.48 adet) elde edildiği Ames 26686 genotipinden, ikinci yıl en fazla (5.93 adet) dal sayısı elde edilmiştir. Araştırmada incelenen genotiplerin dal sayıları incelendiğinde; benzer yöndeki değişimlerin farklı boyutlarda da olsa ortaya çıktığı görülmektedir (Çizelge 2). Örneğin ilk yıl bitkide dal sayısı 1.89 olan yerli genotipinde, ikinci yıl 5.85 adet dal elde edilmiştir. Her iki yıl arasında %209.5 gibi oldukça yüksek oranda bir değişim olmasına karşın, Vniimk 17 genotipinde bitkide dal sayısı ilk yıl 3.15 adet ve ikinci yıl 3.73 adet olarak gerçekleşmiş ve her iki yıl arasında bitkide dal sayısı bakımından sadece %18.4 oranında bir değişim olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Araştırmadan elde edilen bitki başına ortalama 3.33-4.24 adet dal sayısına ait bulgular; ketencikte bitki başına dal sayısına ilişkin olarak daha önce 3.0-4.6 adet (Urbaniak ve ark., 2008) ve 3.7-9.7 adet (Arslan ve ark., 2014) olarak bildirilen değerler ile uyum arz etmektedir. Ancak 9.8-11.1 adet (Kara, 1994), 7.8-8.75 adet (Pan ve ark., 2011), 8.78-10.22 adet (Katar ve ark., 2012), 6.7-12.2 adet (Katar ve ark., 2012c) , 9.8-13 adet (Katar ve ark.,

2012d), 12.1-15.1 adet (Bolat, 2014), 9.81 adet (İnan ve Kırpık, 2016) ve 8.01-11.23 adet (Katar ve katar, 2017) olarak bildirilen değerlerden daha azdır. Bitkide dal sayısı bakımından ortaya çıkan bu farklılıklar; araştırmada incelenen genotiplerin genetik yapılarındaki farklılığın yanı sıra yetiştirme sezonunun, yetiştirilen ekolojik alanların ve uygulanan kültürel işlemlerin etkisinden dolayı olduğu söylenebilir.

**Çizelge 2.** İncelenen genotiplerin bitki boyu, bitkide dal sayısı ve bitkide kapsül sayısına ait veriler

**Table 2.** Mean values for plant height, number of branches per plant and number of capsule per plant

Genotipler	Bitki Boyu (cm)			Dal Sayısı (adet)			Kapsül Sayısı (adet)		
	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.
Ames 26686	77.78	55.63	66.70cd	1.48i	5.93a	3.70abc	38.70k	69.28def	53.99g
Vniimk 17	78.03	53.63	65.83cd	3.15c-f	3.73bcd	3.44bc	67.25fgh	75.48c-f	71.36cd
CR 1674190	84.20	56.75	70.48bc	2.38fgh	4.18b	3.28c	58.45hi	70.00c-f	64.23ef
Ames 26673	85.60	59.20	72.40ab	3.05c-f	3.83bc	3.44bc	67.68e-h	78.20bcd	72.94cd
Ames 26676	78.58	51.75	65.16d	1.80hi	5.30ab	3.55bc	50.83ij	68.85efg	59.84fg
Ames 26680	85.68	49.88	67.78bcd	3.60bcd	3.40b-e	3.50bc	76.75cde	59.65hgi	68.20de
Ames 28372	81.10	54.58	67.84bcd	3.83bc	3.58bcd	3.70abc	86.38b	68.73efg	77.55c
Ames 26665	92.10	58.63	75.36a	4.00b	2.65efg	3.33bc	79.60bc	43.43jk	61.51f
Ames 26667	78.50	55.35	66.93cd	3.55bcd	3.60bcd	3.58bc	79.03bc	47.25jk	63.14ef
CR 476/65	87.23	56.90	72.06ab	2.08ghi	3.20cde	2.64d	46.00jk	47.60jk	46.80f
PI 304269	76.38	50.28	63.33d	3.00def	5.48a	4.24a	75.00c-f	142.18a	108.59a
Yerli	82.43	58.83	70.63abc	1.89ghi	5.85a	3.86ab	42.35jk	146.35a	94.35b
<b>Ort.</b>	<b>82.30</b>	<b>55.12</b>	<b>68.71</b>	<b>2.82</b>	<b>4.23</b>	<b>3.52</b>	<b>64.00</b>	<b>76.42</b>	<b>70.21</b>
<b>LSD</b>			<b>4.855</b>		<b>0.777</b>	<b>0.550</b>		<b>9.336</b>	<b>6.602</b>

\*Aynı harfle gösterilen değerler kendi grubunda istatistiki açıdan farksızdır.

\*The values shown by the same letter are not statistically different in their group

### Kapsül Sayısı

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin bitkide kapsül sayısına ilişkin veriler Çizelge 2'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bitkide kapsül sayısı bakımından yıl, genotip ve yıl x genotip interaksyonu parametreleri istatistiki anlamda çok önemlidir ( $p < 0.01$ ). Bitkide kapsül sayısı ortalama olarak ilk yıl 64.00 adet, ikinci yıl 76.42 adet ve iki yılın ortalaması olarak da 70.21 adet olduğu tespit edilmiştir. Bitkide kapsül sayısı ikinci yıl, birinci yıldan %19.4 daha fazla olmuştur. Gelişme periyodu boyunca meydana gelen sıcaklıklar bitki başına kapsül sayısını etkiler. Dolayısıyla ikinci yılda vejetasyon döneminin başında iklim verilerinin bitki yetiştirme açısından daha uygun olması bitki başına daha fazla sayıda kapsülün oluşmasını sağlamış olabilir.

Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak bitkide kapsül sayısının 46.80 adet ile 108.59 adet arasında değiştiği tespit edilmiştir. En fazla kapsül sayısı PI304269 genotipinden (108.59 adet), en az kapsül sayısı ise CR476/65 genotipinden (46.80 adet) elde edilmiştir (Çizelge 2). Genotip x yıl interaksyonu bazında değerlendirildiğinde; bitkide kapsül sayısı en fazla 146.35 adet ile Yerli genotipinden ikinci yıl ekimlerinde elde edilmiş olup, bu genotipi aynı istatistiki

grup içinde yer alan PI304269 genotipi 142.18 adet kapsül ile takip etmiştir. En az kapsül sayısı ise 38.70 adet ile Ames 26686 genotipinin ilk yıl ekiminden elde edilmiştir (Çizelge 2). Bitkide kapsül sayısı bakımından yıllara ve genotiplere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar, iklim koşullarındaki değişimlerden, genotiplerin farklı biçimde etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim ilk yıl en az kapsül sayısının elde edildiği gruba giren Yerli genotipinden, ikinci yıl en fazla kapsül sayısı (146.35 adet) elde edilmiştir. Bu genotipdeki kapsül sayısı bakımından ortaya çıkan değişim %245,6 gibi oldukça yüksek bir orandır. Diğer taraftan kapsül sayısı bakımından iki yıl arasındaki değişim sınırlarında da önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kapsül sayısı bakımından ilk yıl, en az (38.70 adet) ve en çok (86.38 adet) arasındaki değişim oranı %123.2 olmasına karşın, ikinci en az (43.43) ve en çok (14.35 adet) arasındaki değişim oranı artarak %236.98'lere ulaşmıştır (Çizelge 2).

Ketencikte tane verimi açısından dominant faktör bitki başına kapsül sayısı olup (Agegnehu ve Honermeier, 1997), bitki başına kapsül sayısının artışına bağlı olarak tane verimi artmaktadır (Wysocki ve ark., 2013). Bu araştırmadan elde edilen bitki başına ortalama 46.80-108.59 adet kapsül sayısına ait bulgular; ketencikte bitki başına kapsül sayısına ilişkin olarak daha önce rapor edilen 74.9-99.3 adet (Pan ve ark.,

2011), 49.66-119.00 adet (Çoban ve Önder, 2014), 40.15-94.75 adet (Koç, 2014) ve 75.33-117.17 adet (Yıldırım ve Önder, 2016) değerler ile paralellik göstermesine karşın, 319.87 adet (Karahoca ve Kırıcı, 2005) ve 254.63 adet (İnan ve Kırpık, 2016) olarak bildirilen değerlerden daha azdır. Bitkide kapsül sayısı bakımından genotipler arasında ortaya çıkan farklılık; hiç şüphesiz ki incelenen genotiplerin genetik yapıları ile bitki boyu, bitkide dal sayısı, dölllenme oranı ve tohum bağlama yanında farklı yetiştirme sezonu ve farklı ekolojik koşullarda yürütülen araştırmalarda uygulanan kültürel işlemlerden bitki genotiplerinin yararlanma kapasitesi ölçüsünde ortaya çıktığı söylenebilir.

### Tohum Sayısı

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin kapsülde tohum sayısına ilişkin verileri Çizelge 3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi kapsülde tohum sayısı bakımından yıl, genotip ve yıl x genotip interaksiyonu parametreleri istatistiksel anlamda çok önemlidir ( $p < 0.01$ ). Ortalama olarak kapsüldeki tohum sayısı ilk yıl 8.97 adet, ikinci yıl 8.26 adet ve iki yılın ortalaması olarak da 8.61 adet olduğu tespit edilmiştir. Kapsüldeki tohum sayısındaki değişim yıllar itibarıyla değerlendirildiğinde; kapsüldeki tohum sayısı ikinci yıl, birinci yıla göre %7.91 daha az olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Gelişme periyodu boyunca meydana gelen sıcaklıklar kapsüldeki tohum sayısını etkiler. Dolayısıyla ikinci yılda dölllenme ve tane bağlama dönemlerindeki (Nisan ve Mayıs aylarındaki) iklim verileri, kapsülde tane oluşumu açısından olumsuz koşullar oluşturmuş olabilir. Buna bağlı olarak da ikinci yıl, kapsülde tane sayısı, ilk yıla göre kısmen daha az olmuştur.

Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak kapsüldeki tohum sayısı 7.46 ile 9.78 adet arasında değişmiş olup, kapsül başına en fazla tohum sayısı 9.78 adet ile Vniimk 17 genotipinden elde edilmesine karşın, en az tohum sayısı 7.46 adet ile Ames26680 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Genotip x yıl interaksiyonu bazında değerlendirildiğinde; kapsüldeki tohum sayısı en fazla 10.03 adet ile Ames 28372 genotipinden ilk yıl ekimlerinde elde edilmiş olup, bu genotipi aynı istatistiksel grup içinde yer alan Ames26665 (ilk yıl 9.88 adet ile), Vniimk 17 (ikinci yıl 9.88 adet, ilk yıl 9.68 adet ile), CR1674190 (ikinci yıl 9.60 adet ile), Ames 26676 (ilk yıl 9.33 adet ile), Ames 28372 (ikinci yıl 9.15 adet ile) ve Ames 26673 (ilk yıl 9.10 adet ile) takip etmiştir. Kapsül başına en az tohum sayısı ise 6.15 adet ile Ames 26680 genotipinin ikinci yıl ekiminden elde edilmiştir (Çizelge 3). Kapsülde tohum sayısı bakımından yıllara ve genotiplere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar iklim

koşullarındaki değişimlerden, genotiplerin farklı biçimde etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim kapsülde tohum sayısı bakımından yılların, kendi içindeki değişim sınırlarının önemli farklılıklara sahip olduğu belirlenmiştir. Örneğin ilk yıl en az tohum sayısı (8.00 adet) ile en çok tohum sayısı (10.03 adet) arasındaki değişim %25.38 olmasına karşın, ikinci yıl en az tohum sayısı (6.15 adet) ile en çok tohum sayısı (9.78 adet) arasındaki farkın %59.02 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu farklılık, genotiplerin yıl içindeki iklim değişikliklerinden farklı biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu araştırmadan elde edilen ortalama kapsülde sayısı 7.46 ile 9.78 adet olup, bu bulgular; ketencikte kapsül başına tohum sayısına ilişkin olarak daha önce rapor edilen 6.8 adet (Agegnehu ve Honermeier, 1997), 8-10 adet (Akk ve Ilumae, 2005), 9.35 adet (Karahoca ve Kırıcı, 2005) ve 8.31 adet (İnan ve Kırpık, 2016) değerlere yakındır. Buna karşın 11-13 adet (Koncius ve Karcauskiene, 2010), 11.4-12.8 adet (Sadhram ve ark., 2010), 10.28-13.43 adet (Koç, 2014), 14.00-18.33 adet (Çoban ve Önder, 2014) ve 13.83-16.67 adet (Yıldırım ve Önder, 2016) olarak rapor edilen değerlerden daha azdır. Kapsüldeki tohum sayısı üzerinde genetik yapıdaki farklılık yanında bitki başına kapsül sayısı, dölllenme ve tohum bağlama oranı ve sağlıklı bitki yetiştirmede etkin olan bu periyottaki iklimsel parametrelerin uygunluğu aktif biçimde rol oynar. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar ile daha önce elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmasında; araştırmalarda incelenen genotiplerin yanında yetiştirme sezonu ve yetiştirilen ekolojik alanların farklı olması ile uygulanan farklı kültürel işlemler rol oynamıştır.

### Bin Tane Ağırlığı

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin bin tane ağırlıklarına ilişkin verileri Çizelge 3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bin tane ağırlığı bakımından genotip ve yıl x genotip interaksiyonu parametrelerinin istatistiksel anlamda çok önemlidir ( $p < 0.01$ ). Ortalama olarak bin tane ağırlığının ilk yıl 1.19 gr, ikinci yıl 1.20 gr ve iki yılın ortalaması olarak da 1.20 gr olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak bin tane ağırlığının 0.98 ile 1.36 gr arasında değişmiş olduğu, en yüksek bin tane ağırlığının 1.36 gr ile Ames 26680 genotipinden elde edildiği, en düşük bin tane ağırlığının ise 0.98 gr ile Ames 28372 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Genotip x yıl interaksiyonu bazında değerlendirildiğinde; bin tane ağırlığı en yüksek 1.45 gr ile CR 1674190 genotipinin

ilk yıl ekimlerinde elde edilmiştir. Bin tane ağırlığı bakımından bu genotipi aynı istatistiki grup içinde yer alan Ames 26665 (1.43 gr ile ikinci yıl ekimi), Ames 26680 (ilk yıl 1.35 gr, ikinci yıl 1.38 gr), Ames 26686 (ilk yıl 1.38 gr, ikinci yıl 1.25 gr) takip etmiştir. En düşük bin tane ağırlığı ise 0.88 gr ile Ames 28372 genotipinin ilk yıl ekiminden elde edilmiştir (Çizelge 3). Bin tane ağırlığı kompleks bir karakter olup, gerek genetik gerekse çevre faktörleri ve yetiştirme tekniği uygulamalarının bir sonucu olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla bin tane ağırlığı bakımından yıllara ve genotiplere bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar; iklim koşullarındaki değişimlerden ve genotiplerin farklı biçimde etkilenmesinden kaynaklanmaktadır.

Araştırmadan elde edilen ortalama 0.98-1.36 gr bin tane ağırlığına ait bulgular; ketencikte bin tane ağırlığına ilişkin olarak daha önce rapor edilen 1.34 gr (Vollman ve ark., 1996), 1.00 gr (Akk ve Ilumae, 2005), 1.32 gr (Karahoca ve Kırıcı, 2005), 0.90-1.60 gr (Gugel ve Falk, 2006), 0.88-1.24 gr (Koncius ve Karcauskiene, 2010), 0.70-1.45 gr (Katar ve ark., 2012), 1.08-1.23 gr (Katar ve ark., 2012c), 1.16- 1.24 gr (Katar ve ark., 2012d), 0.86-1.36 gr (Çoban ve Önder, 2014), 1.18-1.48 gr (Arslan ve ark., 2014), 1.33 gr (İnan ve Kırpık, 2016) ve 1.24-1.28 gr (Katar ve katar, 2017) olarak rapor edilen değerlere yakındır. Ancak 0.42-0.46 gr (Katar ve ark., 2012a), 0.79-0.89 gr (Koç, 2014) ve 0.82-1.06 gr (Yıldırım ve Önder, 2016) olarak rapor edilen değerlerden daha yüksektir. Bin tane ağırlığı kantitatif bir karakter olup çoklu genler tarafından kontrol edilmektedir. Dolayısıyla bin tane ağırlığının ortaya çıkmasında birçok karakter rol oynamaktadır. Daha önce yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlar ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar arasında ortaya çıkan farklılık; incelenen genotiplerin farklı olması, yetiştirme sezonu ve ekolojik koşulların farklı olması, yetiştirme tekniği paketinden genotiplerin ve farklı karakterlerinin farklı boyutta etkilenmesi ve onların birleşik etkilerinin bir sonucu olduğu söylenebilir.

### **Tane Verimi**

Araştırma sonucu ketencik genotiplerinin dekara tane verimlerine ilişkin verileri Çizelge 3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi dekara tane verimi bakımından yıl ( $p<0.05$ ), genotip ve yıl x genotip interaksyonu ( $p<0.01$ ) parametreleri istatistiki anlamda önemlidir. Dekara tane verimi ortalama olarak ilk yıl 116.06 kg, ikinci yıl 98.90 kg ve iki yılın ortalaması olarak da 107.48 kg olduğu tespit edilmiştir. Dekara tane verimi bakımından birinci yıl ile ikinci yıl arasında %17.35 oranında bir verim farkı vardır. Verimdeki bu farklılık iklim koşullarındaki değişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 3).

Genotip bazında değerlendirildiğinde; iki yılın ortalaması olarak dekara tane veriminin 80.81 kg ile 140.73 kg arasında değiştiği, dekara tane veriminin en fazla Ames 26680 genotipinden (140.73 kg) elde edilmiştir. Bu genotipi 136.84 kg/da ile Ames 26676 ve 127.30 kg/da ile Ames 26667 genotipi, aynı istatistiki grup içinde yer alarak takip etmiştir. Dekara tane verimi en az 80.81 kg ile Ames 26673 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Genotip x yıl interaksyonu bazında değerlendirildiğinde; dekara tane veriminin en fazla 158.68 kg ile Ames 26676 genotipinden ilk yıl ekiminde elde edilmiştir. Bu genotipi dekara tane verimi bakımından Ames 26680 (153.53 kg ile ilk yıl ekiminde) ve P1304269 (141.93 kg ile ilk yıl ekiminde) genotipi, aynı istatistiki grup içinde yer alarak takip etmiştir (Çizelge 3). Dekara tane verimi bakımından yıllar arasında en çarpıcı değişim Ames 26673 genotipinde gözlenmiştir. Dekara tane verimi bütün genotiplerde ikinci yıl azalmasına karşın, bu genotipte verim ilke yıla göre %14.15 oranında artmıştır. Diğer taraftan dekara verim bakımından genotiplerde yıllar arasında ortaya çıkan verim azalmaları oldukça fazla değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin iki yılın ortalaması olarak en yüksek verimin elde edildiği Ames 26680 genotipinde ikinci yıl %18.67 oranında daha az verim elde edilmesine karşın, dekara tane verimi bakımından aynı istatistiki grup içinde yer alan Ames 26676 genotipinden %43.68 ve Ames 26667 genotipinde %8.36 oranında daha az tane verimi ikinci yıl elde edilmiştir (Çizelge 3). Verim; genotip, çevre faktörleri ve yetiştirme tekniği paketi uygulamalarının ortak etkisi ile ortaya çıkan bir karakterdir (Kurt, 2015). Ketencikte verim unsurlarından bitkideki kapsül sayısında, kapsüldeki tohum sayısında ve tane ağırlığındaki değişmeler dekara tane verimini etkilenmiş olup çevresel faktörlerdeki değişmeler de bu etkileşimi desteklemiştir.

Bu araştırmadan elde edilen dekara ortalama 80.81–140.73 kg tane verimine ait bulgu; ketencikte tane verimine ilişkin olarak daha önce rapor edilen 60-170 kg (Vollman ve ark., 1996), 97.00-228.00 kg (Agegnehu ve Honermeier, 1997), 45.51-256 kg (Karahoca ve Kırıcı, 2005), 133.8-159.9 kg (Urbaniak ve ark., 2008a), 120.2-150.1 kg (Sadhram ve ark., 2010), 41.9-131.7 kg (Gesch ve Cermak, 2011), 55.9-93.8 kg (Katar ve ark., 2012c), 87.8-281.3 kg (Katar ve ark., 2012d), 106.61-419.82 kg (Arslan ve ark., 2014), 9.22-144.36 kg (Çoban ve Önder, 2014) ve 71.12-197.90 kg (Yıldırım ve Önder, 2016) bulguları ile paralellik arz etmektedir. Ancak 67-74 kg (Koncius ve Karcauskiene, 2010) ve 47.5-65 kg (Katar ve

ark., 2012a) değerlerinden daha yüksek ve 260-330 kg (Zubr, 1997), 160-270 kg (Crowley ve Frohlick, 1998), 160.00-270.00 kg (Crowley, 1999), 176.8 kg (Akk ve Ilumae, 2005) ve 209.29 kg (Katar ve Katar, 2017) bulgularından daha düşüktür. Kantitatif bir karakter olarak verim genetik yapı, iklim koşulları ve yetiştirme tekniği paketi uygulamalarından etkilemektedir (Kurt, 2011). Diğer taraftan bitkide dal sayısı, dal başına kapsül sayısı, kapsülde tohum sayısı ve tohum ağırlığı gibi karakterlerde birlikte veya ayrı ayrı olmak üzere verime etki etmektedirler. Nitekim ketencikte tane verimi ile bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı ve bin tane ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Jiang ve Caldwell, 2016). Dolayısıyla bu faktörlerde meydana gelen değişikliklerin sonucunda, daha önce yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlar ile bu araştırmada elde edilen sonuçlar arasında olumlu ya da

olumsuz yönde bazı farklılıkların ortaya çıkmıştır. Bu durum beklenen bir sonuçtur.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Ardışık iki yıl kışık olarak yürütülen arazi çalışmasına dayalı olarak araştırmadan elde edilen sonuçlara göre genel bir değerlendirme yapıldığında; incelenen genotipler arasında tane verimi ve 1000 tane ağırlığı bakımından Ames 26680 genotipinin, bitkide dal sayısı ve bitkide kapsül sayısı bakımından PI 304269 genotipinin, kapsülde tohum sayısı bakımından Vniimk 17 genotipinin ve bitki boyu bakımından Ames 26665 genotipin, Samsun ekolojik koşulları açısından en uygun genotipler olduğuna karar verilmiştir. Dolayısıyla bölgeye uygun kışık ketencik çeşitlerinin adaptasyonu ve geliştirilmesine yönelik olarak yürütülecek ıslah çalışmalarında bu genotiplerden genitör olarak yararlanılmalıdır.

**Çizelge 3.** İncelenen genotiplerin kapsülde tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimine ilişkin veriler

**Table 3.** Mean values for number of seeds per capsule, 1000 seed weight and grain yield

Genotipler	Kapsülde Tane Sayısı (adet)			1000 Tane Ağırlığı (gr)			Tane Verimi (kg/da)		
	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.	2014	2015	Ort.
Ames 26686	8.72c-f	8.95b-f	8.84bc	1.38ab	1.25a-e	1.31ab	118.17cde	103.59e-h	110.88cd
Vniimk 17	9.68abc	9.88ab	9.78a	1.33a-e	1.05ef	1.19abc	82.20ij	85.08hij	83.64g
CR 1674190	8.00fg	9.60a-d	8.80c	1.45a	1.05ef	1.25abc	115.21c-f	88.15hij	101.68def
Ames 26673	9.10a-e	8.58def	8.84bc	1.26a-e	1.15b-e	1.14bcd	75.47j	86.15hij	80.81g
Ames 26676	9.33a-d	8.43efg	8.88bc	1.08def	1.08def	1.08cd	158.68a	115.00c-f	136.84a
Ames 26680	8.78c-f	6.15i	7.46e	1.35abc	1.38ab	1.36a	153.53a	127.94bcd	140.73a
Ames 28372	10.03a	9.15a-d	9.59ab	0.88f	1.08def	0.98d	94.49g-j	92.81g-j	93.65efg
Ames 26665	9.88ab	8.18efg	9.03ab	1.03ef	1.43a	1.23abc	111.94d-f	86.94hij	99.44def
Ames 26667	8.05efg	7.43gh	7.74de	1.15b-e	1.35abc	1.25abc	132.86bc	121.75cde	127.30ab
CR 476/65	8.83b-f	7.95fg	8.39cd	1.15b-e	1.25a-e	1.20abc	92.14hij	90.38hij	91.26fg
PI 304269	8.70c-f	8.15efg	8.43cd	1.28a-e	1.25a-e	1.26abc	141.93ab	90.94hij	116.43bc
Yerli	8.55def	6.65h	7.60e	1.13b-f	1.10c-f	1.11cd	116.16c-f	98.06f-i	107.11cde
<b>Ort.</b>	<b>8.97</b>	<b>8.26</b>	<b>8.61</b>	<b>1.19</b>	<b>1.20</b>	<b>1.20</b>	<b>116.06</b>	<b>98.90</b>	<b>107.48</b>
<b>LDS</b>	<b>1.054</b>		<b>0.745</b>	<b>0.253</b>		<b>0.179</b>	<b>19.21</b>		<b>13.59</b>

\* Aynı harfle gösterilen değerler kendi grubunda istatistiki açıdan farklıdır.

\*The values shown by the same letter are not statistically different in their group

**Çizelge 4.** Bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, kapsülde tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi bakımından yıllara ve genotiplere ait varyans analiz değerleri

**Table 4.** Values from analysis of variance for plant height, number of branches per plant, number of capsule per plant, number of seeds per capsule, 1000 seed weight and seed yield

Varyasyon Kaynağı	F Değeri					
	Bitki Boyu	Dal Sayısı	Kapsül Sayısı	Kapsülde Tohum Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Tane Verimi
Yıl	1290.46**	143.66**	204.65**	16.83**	0.06 NS	18.54*
Genotip	4.16**	3.83**	53.44**	7.70**	2.91**	16.88**
Yıl x Genotip	1.45 NS	22.53**	74.99**	4.34**	2.90**	3.72**
V.K.(%)	7.07	15.62	9.40	8.65	14.85	14.64

p<0.05 (\*); p<0.01 (\*\*); önemli değil (NS)

Significant at p<0.05(\*); significant at p<0.01 (\*\*); not significant (NS)



## KAYNAKLAR

- Agegehu, M. ve B. Honermeier, 1997. Effects of seeding rates and N fertilization on seed yield, seed quality and yield components of false flax (*Camelina sativa* L. Crantz). Die Bodenkultur, 48: 15-20.
- Akk, E. ve E. Ilumae, 2005. Possibilities of growing *Camelina sativa* in ecological cultivation. Saku, Estonia, p:28-33.
- Anonymous, 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü 10. Bölge Hava Tahmin Raporları.
- Arslan, Y., Subaşı, İ., Katar, D., Kodaş, R. ve H. Keyvanoğlu. 2014. Farklı azot ve fosfor dozlarının ketencik bitkisi (*Camelina sativa* (L.) Crantz)'nin bazı bitkisel özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilim. Dergisi, 29(3): 231-239.
- Bolat, Ç. 2014. Farklı Azot ve fosfor dozlarının ketencik (*Camelina sativa*) bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Crowley, J.G. ve A. Fröhlich. 1998. Factors affecting the composition and use of camelina. Crops Research Centre. Oak Park. Carlow. (ISBN 1 901138666).
- Crowley, J.G. Ve A. Fröhlich. 1999. Evaluation of *Camelina sativa* as an alternative oil seed crop. (ISBN 1-84170-049-5) Teagasc. Dublin. İrlanda.
- Çoban, F. ve M. Önder. 2014. Ekim sıklıklarının ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] bitkisinde önemli agronomik özellikler üzerine etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 1(2): 50-55.
- Davis, P.H. 1965. Flora of Turkey and east islands Endinburg Vol 1. University of Edinburg.
- Francis, A. ve S.I. Warwick. 2009. The Biology of canadian weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell.; *C. microcarpa* Andr. ex DC.; *C. sativa* (L.) Crantz. Can. J. Plant Sci., 89:791-810.
- Gesch, R.W. ve S.C. Cermak. 2011. Sowing date and tillage effects on fall-seeded camelina in the Northern Corn Belt., 103(4): 980-987.
- Göre, M. ve O. Kurt. 2015. Eksplant kaynakları ve bitki büyüme düzenleyicilerinin ketencik (*Camelina sativa* L. Crantz)'de sürgün ve bitki oluşumuna etkileri üzerinde bir araştırma. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(3): 268-274.
- Gugel, R.K. ve K.C. Falk. 2006. Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. Canadian Journal of Plant Science, 86(4): 1047-1058.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve M.T. Babaç. 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- İnan, M. ve M. Kırpık. 2016. Adıyaman koşullarında ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin agronomik özellikleri ve yağ oranının belirlenmesi. Adıyaman University Journal of Science, 6(1): 85-95.
- Jiang, Y. ve C.D. Caldwell. 2016. Effect of nitrogen fertilization on camelina seed yield, yield components and downy mildew infection. Can. J. Plant Sci., 96: 17-26.
- Kara, K. 1994. Değişik sıra mesafelerinin ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Tr. J. Of. Agricultural and Forestry*, 18: 59-64.
- Karahoca, A. ve S. Kırıcı. 2005. Çukurova koşullarında ketencik (*Camelina sativa* L.)'de farklı azot ve fosfor gübrelemesinin tohum verimi ve yağ oranına etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2):47-55.
- Katar, D., Arslan, Y. ve İ. Subaşı. 2012a. Ankara ekolojik şartlarında farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43(1): 23-27.
- Katar, D., Arslan, Y. ve İ. Subaşı. 2012b. Ankara ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina Sativa* (L.) Crantz) bitkisinin yağ oranı ve bileşimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(3): 84-90.
- Katar, D., Arslan, Y. ve İ. Subaşı. 2012c. Genotypic variations on yield, yield components and oil quality in some *Camelina* (*Camelina sativa* (L.) Crantz) genotypes. Turkish Journal of Field Crops, 17(2): 105-110.
- Katar, D., Arslan, Y. ve İ. Subaşı. 2012d. Kışık farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) bitkisinin verim ve verim öğelerine etkisi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1): 105-112.
- Katar, D. ve N. Katar. 2017. Farklı sıra aralıklarında uygulanan ekim normlarının ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz) verim ve verim unsurlarına etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(1): 76-85.
- Koç, N. 2014. Farklı zamanlarda ekilen ketencik (*Camelina sativa* L. Crantz)'in verim ve bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Koncius, D. ve D. Karcauskiene. 2010. The Effect of nitrogen fertilizers, sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa*. Agriculture, 97(4): 37-47.
- Kumari, A., Mohsin, M., Arya, M.C., Joshi, P.K. ve Z. Ahmed. 2012. Effect of spacing on *Camelina sativa*: A new biofuel crop in India. *The Bioascan An International Quarterly Journal of Life Sciences*, 7(4): 575-577.
- Kurt, O. ve F. Seyis. 2008. Alternatif yağ bitkisi: Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz). *OMU. Zir. Fak. Dergisi*, 23(2): 116-120.
- Kurt, 2011. Tarla Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Kurt, O. 2015. Bitki Islahı Ders Kitabı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Pan, X., Lada, R., Caldwell, C.C. ve K.C. Falk. 2011. Photosynthetic and growth responses of *Camelina sativa* (L.) Crantz to varying nitrogen and soil water status. Photosynthetica, 49(2): 316-320.
- Sadhuram, Y., Maneesha, K. ve T.V. Ramana. 2010. *Camelina sativa*: A new crop with potential introduced in India. *Current Science*, 99(9): 1194-1196.
- Urbaniak, S.D., Caldwell, C.D., Zheljzkov, V.D., Lada, R. ve L. Luan. 2008a. The Effect of seeding rate, seeding date and seeder type on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. Canadian j. of Plant Science, 88(3): 501-508.
- Urbaniak, S.D., Caldwell, C.D., Zheljzkov, V.D., Lada, R. ve L. Luan. 2008b. The Effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. Canadian J. of Plant Science, 88(1):111-119.
- Vollman, J., Damboeck, A., Ecki, A., Schrems, H. ve P. Runckenbauer. 1996. Improvement of *Camelina sativa*, an under exploited oilseed. In Progress in New Crops. *J. Janick* (ed). ASHK Press, Alexandria, pp357-362.
- Wysocki, D.J., Chastain, T.G., Schillinger, W.F., Guy, S.O. ve R.S. Karow. 2013. Camelina: Seed yield response to applied nitrogen and sülfür. Field Crops Res., 145: 60-66.
- Yıldırım, H. ve M. Önder. 2016. Farklı gübre dozlarının ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] bitkisinde bazı verim ve kalite bileşenlerine etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(1): 117-122.
- Zubr, j. 1997. Oil-Seedcrop; *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products, 6(2): 113-119.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):187-195

DOI: 10.20289/zfdergi.408872

Görkem ÖZTÜRK<sup>1</sup>  
N. Mükerrer ÇELİKER<sup>2</sup>  
Ayşe UYSAL<sup>2</sup>  
Cevdet KAPLAN<sup>3</sup>  
Erol KÜÇÜK<sup>4</sup>  
Barbaros ÇETİNEL<sup>2</sup>  
Tevfik TURANLI<sup>2</sup>  
Dilek POYRAZ<sup>2</sup>  
Mecal ÖZKAN<sup>5</sup>  
Arzu KESKİNKAYA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 56000, Siirt / Türkiye

<sup>2</sup> Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 35040, Bornova, İzmir / Türkiye

<sup>3</sup> Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 56000, Siirt / Türkiye

<sup>4</sup> Ege Tarımsal Araştırma Müdürlüğü, 35660, Menemen, İzmir / Türkiye

<sup>5</sup> İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 35100, Bornova, İzmir / Türkiye

sorumlu yazar: gorkem-ozturk@windowslive.com

## İzmir İli Beydağ İlçesindeki Üreticilerin Kestane Kanseri ile Mücadele Uygulamaları Üzerine Bir Anket Çalışması\*

A Survey Study on the Control of Chestnut Blight Practices of Farmers in District Beydağ, Province Izmir

\* Bu çalışmada "Beydağ İlçesinde Kestane Hastalık ve Zararlılarıyla Mücadele" isimli projeden yararlanılmıştır.

Alınış (Received): 20.03.2017

Kabul tarihi (Accepted): 04.01.2018

### ÖZET

**K**estane (*Castanea sativa*), meyvesi ve kerestesi yönüyle ekonomik olarak önemli bir ağaçtır. Bu değerli ağacın en önemli sorunu kestane kanseri (*Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr.)'dir. Türkiye'de bu hastalığa karşı, inokulum kaynağını ve hastalığın yayılmasını en aza indirecek olan kültürel önlemler ve karantina uygulamaları önerilmektedir. Kestane üretimi Beydağ ilçesi köylerinin en önemli gelir kaynağıdır. Ancak başta kestane kanseri olmak üzere, diğer hastalık ve zararlılar ciddi ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle üreticiler bu etmenler ve mücadeleleri konusunda Beydağ İlçesinde bir çalışma yapılmasını talep etmişlerdir. Bu amaçla 2012-2014 yıllarında yürütülen projede, üreticilerin kestane kanseri ile mücadele konusunda eğitim öncesi sahip oldukları mevcut bilgi düzeylerinin belirlenmesi, teorik ve uygulamalı eğitimlerden sonra edindikleri bilgilerin değerlendirilmesi amacıyla anket çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda, eğitim öncesi 6 köyde toplam 137 kestane üreticisi ile eğitim sonrası ise 3 köyde 43 kestane üreticisi ile anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, kestane kanseri ile mücadele konusunda üreticilerde bir farkındalık yaratıldığı düşünülmüştür.

### Anahtar Sözcükler:

Kestane, kestane kanseri, bilgi düzeyi, İzmir

### Key Words:

Chestnut, chestnut blight, knowledge level, İzmir

### ABSTRACT

**C**hestnut trees are economically important for fruit and timber production in Turkey and also in the world. Chestnut blight (*Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr.) is the most important disease in the chestnut groves of Turkey. Quarantine measures and good cultural practices are recommended against the disease to reduce inoculum source and dissemination of the pathogen in Turkey. Chestnut production is an important source of income for the farmers of Beydağ district, province Izmir. Chestnut blight and other diseases and insect pests, cause serious yield and quality losses. In this study, conducted a survey study in 2012-2014 to determine the current knowledge level of chestnut farmers on the control of chestnut blight which caused serious loss in income, and to evaluate the information they obtained before and after theoretical and practical training. In this context, a total of 137 chestnut growers in 6 villages before the training and 43 chestnut producers in 3 villages after the training were conducted surveys. In conclusion, the awareness of farmers were raised on the control of chestnut blight.

### GİRİŞ

Ağacı ve meyvesi ile oldukça önemli ekonomik değer taşıyan kestane, Türkiye'de tarihsel olarak çok eski bir geçmişe sahiptir. Kestane kültürünün Anadolu'da başlayıp, M.Ö. 5. Yüzyılda Yunanistan'a ve buradan da İtalya'ya götürüldüğüne ilişkin tarihi

kayıtlar vardır. Son yıllarda yapılan genetik araştırmalar, İtalya'daki kestane çeşitleri ile Batı Anadolu'daki çeşitlerin birbiriyle akraba olduğunu göstermekte, bu bakımdan tarihi kayıtların güvenilirliği ortaya çıkmaktadır (Subaşı, 2004; Özçirağan ve ark., 2007).

Kestane ağacının insanlar için birçok yararlı özelliği vardır. Kerestesi, meyveleri, çiçekleri ve yaprakları oldukça değerlidir. Kerestesi dayanıklı olması nedeniyle gemi ve mobilya yapımında kullanılmaktadır. Türkiye’de kestane meyvelerinin kavruarak tüketilmesi en eski ve en yaygın tüketim şeklidir. Günümüzde kestane meyveleri çok değişik şekillerde (kestane şekeri, şuruplu kestane şekeri, kestane püresi, kestane macunu, vb.) tüketilmektedir. Kestane meyvelerinden elde edilen bir başka ürün de kestane unudur. Son zamanlarda Türkiye’de bazı fabrikalar kestane unu üretmeye başlamıştır (Soylu ve ark., 2016). Beydağ ilçesinde de küçük bir işletmede kestane unu üretimi yapılmaktadır.

Türkiye, dünya kestane üretiminde 63762 ton üretimi ile ilk üç ülke arasında yer almaktadır (FAO, 2014). Türkiye’de 1988 yılında 90000 ton olan kestane üretimi sonraki yıllarda istikrarsız bir seyir izlemiştir ve 2015 yılında 63750 ton olarak gerçekleşmiştir (TUIK, 2015). Kestane üretiminin azalmasında özellikle kestane kanserinin (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.) etkisi büyüktür. Türkiye’de, kestane üretiminin en yoğun olarak yapıldığı bölgelerden birisi Ege Bölgesi’dir ve Türkiye kestane üretiminin %59.95’i bu bölgeden karşılanmaktadır. Ege Bölgesi içinde İzmir ili toplam kestane üretiminde %15.28 oranında bir pay almaktadır. İzmir ilinde üretimin yaygın olduğu ilçeler sırasıyla; Ödemiş, Beydağ ve Kiraz ilçeleridir (TUIK, 2015).

Türkiye kestane alanlarında yaygın görülen ve ağaçların kurummasına neden olan en önemli hastalık kestane kanseri (*C.parasitica*) dir. Etmen bir yara paraziti olup, kabuk dokusunda (sürgün, dallar ve gövde) oluşan yaralardan giriş yapar ve bu dokuda gelişimini sürdürür. Hastalıklı kabuk dokusunun rengi kırmızımsı-kahverengiye döner, bu kısımdaki iletim demetleri zarar gördüğü için bitkinin su ve besin maddesi iletimi engellenir. Bu nedenle hasta ağaçlar uçtan geriye doğru kurumaya başlar ve sonunda tamamen kurur. Türkiye’de bu hastalığa karşı hastalık kaynağını ve hastalığın yayılmasını en aza indirecek olan kültürel uygulamalar ve enfekteli üretim materyalinin temiz alanlara taşınmasını engellemek için karantina tedbirleri önerilmektedir. Ancak bu değerli ağaçlar başta kestane kanseri hastalığı olmak üzere doku içi zararlıları (*Cossus cossus* ve *Synanthedon vespiformis* (L.)) nedeniyle de kurumakta, meyve iç kurtları ise doğrudan kaliteyi etkilemektedir. Bu durum üreticinin gelirinde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca hastalığın sorun olduğu yerlerden alınan aşı kalemlerinin temiz alanlarda kullanılması, aşı ve budamada kullanılan aletlerin her bir uygulamadan sonra temizlenmemesi, kesilen hastalıklı ağaç parçalarının bahçede bırakılması, hasadın dallara sıvrılarak vurularak yapılıyor olması gibi faktörler kestane kanserinin yayılmasında çok önemli rol oynamaktadır (Anonim, 2008).

Türkiye’de ve dünyada bugüne kadar kestane kanserinin yaygınlığı ve mücadelesi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Rigling et al., 1989; Bisseger at al., 1997; Çeliker ve Onoğur, 2001; Çeliker ve Onoğur, 2002; Aksoy ve ark., 2005; Erincik, 2006; MacDonald et al., 2006; Çeliker ve Onoğur, 2007; Akıllı, 2008; Akıllı ve ark., 2009; Döken, 2009; Açıkgöz ve ark., 2010; Akıllı ve ark., 2011; Çeliker ve Onoğur, 2011; Çeliker ve Onoğur, 2014). Bu çalışmalardan bir tanesi de; Beydağ ilçesinde kestane üreticilerinin talebi üzerine, kestane ağaçlarının kurummasına neden olan hastalık ve zararlılarının belirlenmesi ve üreticilerin söz konusu hastalık, zararlıları tanımaları ve mücadeleleri konusunda teorik ve uygulamalı eğitimleri içeren ve 2012-2014 yıllarında yürütülen araştırma ve uygulama projesidir. Bu çalışmada, Beydağ ilçesi kestane alanları için en önemli ve yaygın hastalığın Kestane kanseri (*C.parasitica*) olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın eğitim kısmında, kestane ağaçlarında kurumalara ve kestane üreticilerinin gelirinde ciddi kayıplara neden olan kestane kanseri ile mücadele, kurumayı teşvik eden hatalı budama ve hasat yöntemleri vb. konularında, üreticilerin kendi başarılarına bu uygulamaları yapabilmelerini teşvik etmek amacıyla teorik ve arazide uygulamalı eğitimler verilmiş, kültürel önlemler konusunda demonstrasyon çalışmaları yapılmıştır (Çeliker ve ark., 2014). Ancak kestane kanseri mücadelesinde başarılı sonuçlar alınabilmesi için üreticilerin kanserli gövde ya da dalların temizlenmesi, hastalıklı dalların temiz dokuyu da içerecek şekilde budanarak imha edilmesi, açık yaralara ardıç katranı ve göztaşı karışımının sürülmesi vb. uygulamaları içeren kültürel mücadele yöntemlerini eksiksiz uygulamaları gerekmektedir. Ayrıca bu mücadele yöntemleri konusunda üreticileri bilinçlendirme çalışmalarının yapılması ve zaman içerisinde bu çalışmaların tekrarlanması gerekmektedir.

Bu çalışma, yukarıda belirtilen “Beydağ ilçesinde Kestane Hastalık ve Zararlılarıyla Mücadele” isimli projenin anket çalışmalarını içermektedir. Bu kapsamda; üreticilerin kestane kanseri ile mücadele konusunda eğitim öncesi sahip oldukları mevcut bilgi düzeyleri belirlenmiş, teorik ve uygulamalı eğitimlerden sonra edindikleri bilgiler değerlendirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini kestane üretiminin yoğun olarak yapıldığı İzmir ili Beydağ ilçesinde üreticiler ile yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Beydağ ilçesinde Çomaklar, Erikli, Eğridere Adaküre, Halıköy ve Çamlık köyleri gayeli örnekleme yöntemiyle araştırma kapsamına alınmıştır. Beydağ ilçesinde üreticilerin eğitim öncesi mevcut bilgi birikimlerini ölçmek amacıyla gayeli örnekleme yöntemi kullanılarak 2012 yılında

Çomaklar, Erikli ve Eğridere köylerinde seçilen 88 kestane üreticisi, 2013 yılında Adaküre, Halıköy ve Çamlık köylerinde seçilen 49 kestane üreticisi olmak üzere toplam 137 kestane üreticisi ile anket çalışması yapılmıştır. Eğitimler tamamlandıktan sonra üreticilerin edindikleri bilgileri değerlendirmek amacıyla 2014 yılında, Halıköy, Çomaklar, Erikli köylerinde 43 kestane üreticisi ile anket çalışması yapılmıştır. Gayeli örnekleme metodu, anket formlarının ön testi, çerçevenin belirlenmesi veya tüm birimlerden bilgi alınamaması ve benzeri durumlarda kullanılmaktadır (Güneş ve Arıkan, 1988).

Üretici eğitimleri vejetasyon periyodunda 6 köyde, Çomaklar, Erikli, Eğridere, Çamlık, Adaküre, Eğridere'de yapılmıştır. Bu eğitimler, "Kestane Hastalık ve Zararlılarının Tanımı ve Mücadelesi" ve "Kurumayı Teşvik eden Hatalı Budama ve Hasat Yöntemleri" konularında teorik ve uygulamalı olarak Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün konu uzmanları tarafından gerçekleştirilmiştir. Demostrasyon çalışması, 4 köydeki birer bahçede, kestane kanserinin mücadelesine yönelik çalışmalar kapsamında, gövde yada daldaki kanserlerin temizlenmesi, hastalıklı dalların temiz dokuyu da içerecek şekilde budanarak imha edilmesi, açık yaralara 750g ardıç katranı ve 250g göztaşı karışımının sürülmesi ve budamada kullanılan aletlerin Kalsiyum hipoklorit içinde dezenfekte edilmesi vb. uygulamalar, üreticiler ile işbirliği içinde yapılmıştır. Üreticiler tarafından yapılan ve kestane kanserinin çıkışını teşvik eden, hatalı budama ve hasat uygulamalarının olumsuzluklarını önlemek için, budama teknikleri ve hasat konularında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü teknik elemanları tarafından uygulamalı eğitim gerçekleştirilmiştir. Bu

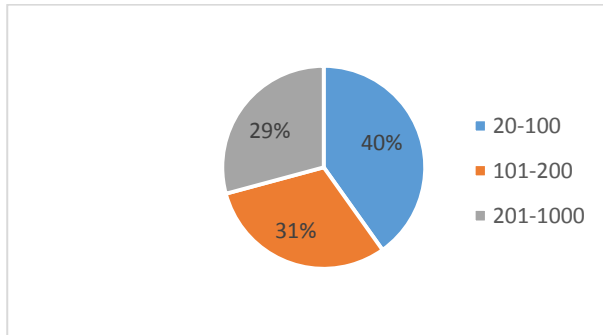
uygulamalarla kestane kanserinin mücadelesi konusunda elde edilen başarılı sonuçlar üreticilere gösterilmiştir.

Üreticilerle yapılan anketlerde kestane yetiştiriciliğinin teknik özelliklerini belirlemek ve kestane kanseri ile mücadele hakkındaki bilgi düzeyleri ile verilen eğitimler sonrası edindikleri bilgileri tespit etmek amacıyla sorular sorulmuştur. Anket çalışmasından elde edilen veriler bilgisayarda analiz edilerek frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Ayrıca araştırmada üreticilerin eğitimler sonrası kestane kanseri ile mücadele yöntemleri ile ilgili görüşlerinin değerlendirilmesinde beşli likert ölçeği kullanılmıştır ve ortalama değerler incelenmiştir. Beşli Likert ölçeğine göre, tutum ölçeğinde yer alan ifadeler 5'li bir ölçeğe göre değerlendirilmektedir. Tutumun şiddeti uçlara doğru gidildikçe artmakta veya azalmaktadır (Bilgin, 1995). Beşli Likert ölçeğine göre ifadeler; 1: Kesinlikle katılıyorum, 2:Katılıyorum, 3:Fikrim yok, 4:Katılmıyorum, 5:Kesinlikle katılmıyorum şeklinde değerlendirilmiştir.

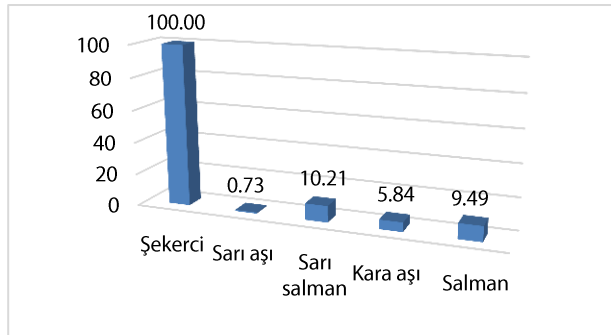
## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Araştırma Kapsamındaki Üreticilerin Kestane Yetiştiriciliğine İlişkin Bilgiler

Anket çalışması yapılan üreticilerin kestane bahçelerindeki ağaç sayısı incelendiğinde; %40.15'inin 20-100 ağaçtan, %30.66'sının 201-1000 ağaçtan ve %29.19'unun 101-200 ağaçtan oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bu üreticilerin %60.58'i kestane ağaçlarının 1-50 yaş arasında olduğunu bildirmiştir. Anket kapsamındaki üreticilerin bahçelerinde farklı kestane çeşitlerinin yetiştirildiği bulunmuştur. Bu çeşitlerin ise %100.00'ünün şekerçi, %10.21'inin sarı salman, %9.49'unun salman, %5.84'ünün kara aşı, %0.73'ünün sarı aşı çeşitleri olduğu saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Üreticilerin kestane ağaçları sayısı  
Figure 1. Number of chestnut trees of the surveyed farmers



Şekil 2. Üreticilerin Bahçesinde Yetiştirilen Kestane Çeşitleri  
Figure 2. Chestnut varieties in the surveyed farms

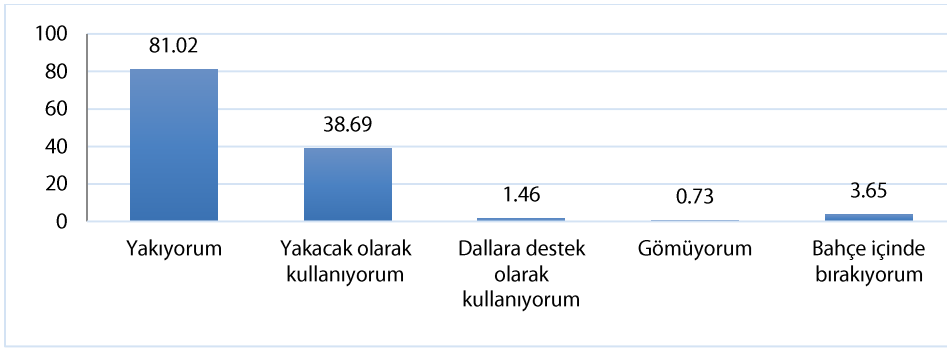
Anket çalışması yapılan üreticilerin budama artıklarını (hastalıklı) daha sonrasında %81.02'si yaktığını, %38.69'u yakacak olarak kullandığını, %3.65'i bahçe içinde bıraktığını, %1.46'sı dallara destek olarak kullandığını, %0.73'ü gömdüğünü belirtmiştir (Şekil 3).

Üreticilere 'Budama ve aşı yaparken aletleri dezenfekte ediyor musunuz?' diye sorulduğunda %52.55'i dezenfekte ettiğini, %47.45'i ise etmediğini ifade etmiştir (Şekil 4). Türkiye'de, Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında, kestane kanserinin mücadelesinde

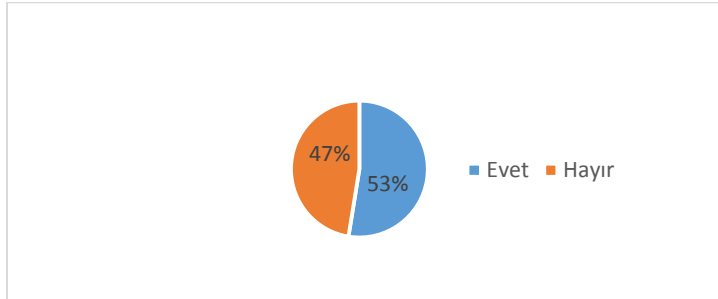
hastalık kaynağının azaltılması ve hastalığın yayılmasını önleyebilmek için hastalıklı budama artıklarının imha edilmesi, budamada kullanılan aletlerinin %10'luk kloraklı suda temizlenmesi, yara yerlerine ardıç katranı sürülmesi önerilmektedir (Anonim, 2008).

Anket yapılan üreticilerin tamamının (137 üretici) kestane hasadını sırıkla dallara vurarak gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Üreticilerden sadece bir tanesi doğal dökülmeyi bekleyerek de hasat yaptığını bildirmiştir (Şekil 5). Türkiye'de kestane hasadı iki türlü yapılmaktadır. Meyvelerin doğal olarak kirpilerin açılmasıyla yere düşmesi sonucu ya da yaygın olarak ağaçların sırıkla kırılması ile hasat yapılmaktadır (Saraçoğlu ve ark., 2015).

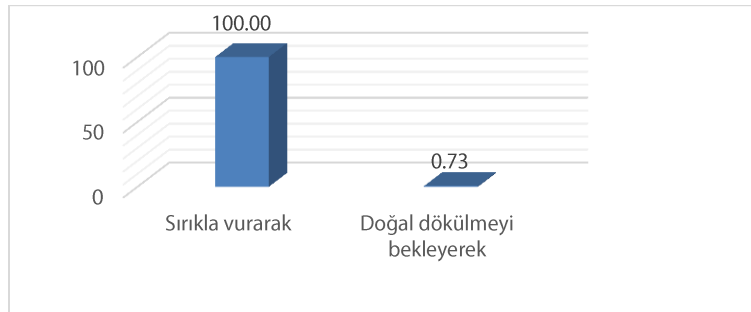
Ancak sırıkla hasat uygulaması, dallarda yara oluşumunu teşvik etmesi nedeniyle kestane kanserinin yayılmasında en önemli faktörlerden birisidir (Çeliker ve Onoğur, 2001). Amerika'da hasat konusunda; kestanenin kaliteli olmasını sağlamak için kestanelerin olgunlaşarak kendiliğinden dökülmesi ve döküldükten daha sonra hızlıca toplanması önerilmektedir (<http://www.empirechestnut.com>). İtalya'da mekanik sarsıcılar kullanılarak meyvelerin dökülmesi sağlanmaktadır (Pırlak ve Gülerüz, 2000), Bazı Avrupa ülkelerinde ise kestane hasadı elle yapıp, meyvelerin ağaçlar arasına gerilen ağlara düşmesi sağlanmaktadır (Nucis, 2002).



**Şekil 3.** Üreticilerin budama artıklarına yaptıkları uygulamalar  
**Figure 3.** Pruning residues practices of the surveyed farms



**Şekil 4.** Üreticilerin 'Budama ve aşı yaparken aletleri dezenfekte ediyor musunuz?' sorusuna verdikleri yanıtlar  
**Figure 4.** Answers of farmers to the question of "Do you disinfect equipments while pruning and grafting?"



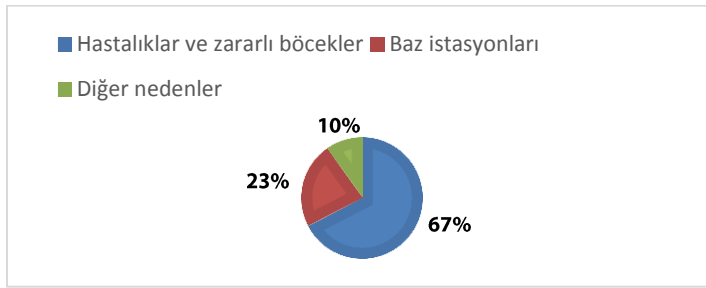
**Şekil 5.** Üreticilerin hasat uygulamaları  
**Figure 5.** Harvesting processes of the surveyed farmers

### Üreticilerin Eğitimler Öncesi Kestane Kanseri ile Mücadele Yöntemlerine İlişkin Görüşleri

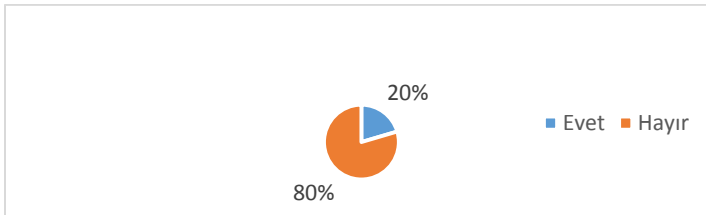
Araştırma kapsamındaki üreticilere kestane ağaçlarındaki kurumaların nedenleri sorulduğunda; üreticilerin %70.80'i hastalıklar ve zararlı böcekler, %24.09'u baz istasyonları ve %10.22'si diğer nedenler olarak yanıtlamıştır (Şekil 6). Beydağ'da kestane ağaçlarında kurumaya neden olan etmenleri belirlemek için yapılan survey çalışmasında en önemli ve yaygın hastalığın Kestane kanseri (*C.parasitica*) olduğu belirlenmiştir (Çeliker ve ark., 2014). Yapılan başka bir çalışmada da kestane kanserinin Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesi kestaneliklerinde çok yaygın bir hastalık olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada kestane alanlarında ağaçların kurumasına neden olan diğer bir hastalığın *Armillaria (Armillaria mellea)* kök çürüklüğü olduğu, çok yaygın olmamakla birlikte

Kütahya, İzmir, Aydın ve Manisa'daki bazı kestaneliklerde görüldüğünü saptamışlardır (Çeliker ve Onoğur, 2011). Ege bölgesinde, Mürekkep (*Phytophthora* spp.) hastalığının da kestane ağaçlarında kurumaya neden olduğu, söz konusu hastalığın Kütahya ilinde belirlendiği ve bu etmenin türünün, *P. cactorum* x *P. hedraiandra* hibriti olarak tanımlandığı belirtilmektedir. Bu türün varlığı Türkiye'de ilk olarak bu çalışma ile kayda geçmiştir (Çeliker ve Onoğur, 2009).

Anket çalışmalarında üreticilerin %20,44'ünün hastalığın nasıl bulaştığı hakkında bilgi sahibi oldukları, %79,56'sının ise bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 7). Ayrıca üreticilere "Kestane kanseri ağacın neresinde görülüyor?" diye sorulduğunda, 137 üreticinin tamamı gövde-dal, 16 üretici ise kök kısmında da görüldüğünü belirtmiştir.



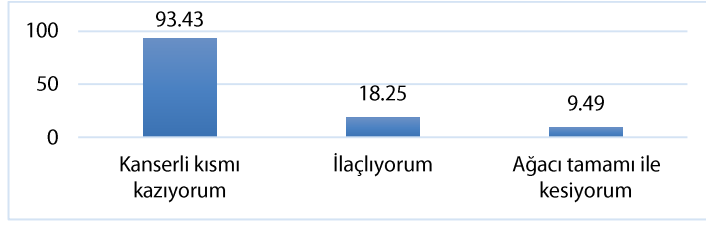
Şekil 6. Üreticilere göre kestane ağaçlarının kuruma nedenleri  
Figure 6. Reasons of chestnut trees death according to farmers



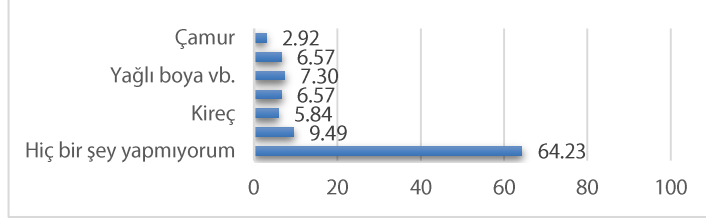
Şekil 7. Üreticilerin "Hastalık nasıl bulaşıyor biliyor musunuz?" sorusuna verdikleri cevaplar  
Figure 7. Answers of farmers to the question of "Do you know how the disease is spreading?"

Kestane kanseri ile mücadelede üreticilerin yaptıkları uygulamalar incelendiğinde %93.43'ü kanserli kısmı kazıdığını, %18.25'i ilaçlama yaptığını ve %9.49'u ağacı tamamen kestiğini bildirmiştir (Şekil 8). Hastalıklı kısmı kestikten yada temizledikten sonra üreticilerin %64.23'ünün herhangi bir uygulama yapmadığı, %9.49'unun aşı macunu ya da ardıç katranı karışımı, %7.30'unun yağlı boya vb., %6.57'sinin klorak, %6.57'sinin bordo bulamacı, %5.84'ünün kireç ve %2.92'sinin çamur uyguladığı belirlenmiştir (Şekil 9). Aydın ilinde yapılan bir çalışmada; üreticilerin kestane kanseri ile mücadelede kestane ağacının gövdesini kireçle boyadığı ağacın gövdesine bordo bulamacı püskürttüğü kanserli kısımları kazıdığı ve kanserli dalları

kestiği daha sonra bu kesilmiş yüzeylere çamur veya hayvan gübresi uyguladığı ya da seyreltilmiş sodyum hipoklorit ve bakırlı bir preparatla dezenfekte ettiği ve daha sonra bu kesik yüzeylere mum, vernik ile kapladığı belirlenmiştir. Yapılan bazı mücadele uygulamaları İzmir ili Beydağ ilçesinde yapılan mücadele uygulamaları ile benzerlik göstermektedir (Anonim, 2009). Oysaki Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında; hastalığın kimyasal mücadelesinin bulunmadığı belirtilmekte, tamamen kuruyan ağaçların kök boğazından, hastalıklı dallar ya da ana gövdenin hastalıklı kısmın 25 cm altından kesilmesi ve yakılması, kesilen yüzeylere ardıç katranı ve göztaşı karışımı sürülmesi önerilmektedir (Anonim, 2008).



**Şekil 8.** Üreticilerin kestane kanseri ile mücadelede yaptıkları uygulamalar  
**Figure 8.** Control practices on chestnut blight of farmers



**Şekil 9.** Üreticilerin hastalıklı kısmı kestikten/ temizlendikten sonra yaptığı uygulamalar  
**Figure 9.** Applications on cutting or cleaning of infected parts of the tree

### Üreticilerin Eğitimler Sonrası Kestane Kanseri ile Mücadele Yöntemlerine İlişkin Görüşleri

Araştırma kapsamına alınan köylerde eğitimler tamamlandıktan sonra üreticilerin edindikleri bilgileri değerlendirmek amacıyla 2014 yılında, Halıköy, Çomaklar, Erikli köylerinde 43 kestane üreticisi ile anket çalışması yapılmıştır. Eğitim sonrası anket yapılan üreticilerden eğitimlere 21 üreticinin katıldığı belirlenmiştir. Eğitime katılan üreticilerden %44.19'u (19 üretici) teorik eğitime, %27.91'i (12 üretici) uygulamalı eğitime katıldığını belirtmiştir. Üreticilerin büyük çoğunluğu (%76.19) eğitimde öğrendiklerini uygulamadıklarını ifade etmişlerdir. Üreticiler eğitimler sonrasında kestane kanseri mücadelesine olan ilgisinin arttığını, hastalık ve zararlılar ile mücadelede kültürel önlemleri öğrenerek uygulamaya başladığını, hastalık ve zararlılar hakkında bilgi düzeyinin arttığını bildirmişlerdir (Şekil 10).

Eğitim öncesi hastalığın nasıl bulaştığı hakkında bilgi sahibi olduğunu belirten üreticilerin oranı %20,44 iken eğitim sonrası bu oran %41,86'ya yükselmiştir. Üreticilerin %33,33'ü budama ve aşı aletleri, %22,22'si iklim, %22,22'si zararlılar, %16,66'sı rüzgar, %5,55'i baz istasyonları, %5,55'i sırk ile hasat nedeniyle hastalığın bulaştığını belirtmişlerdir (Şekil 11).

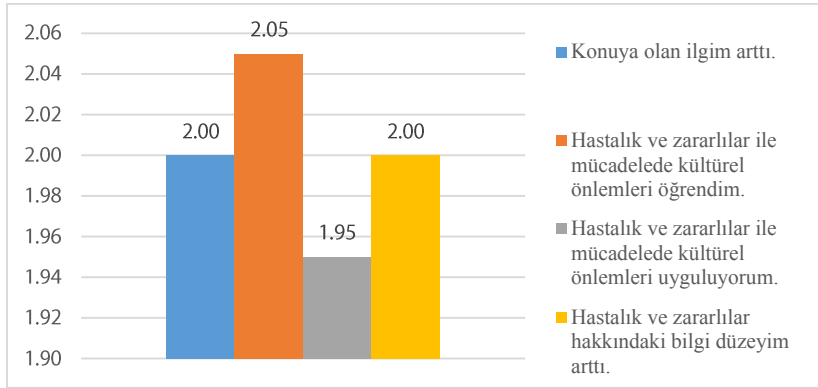
Eğitime katılan ve katılmayan üreticilerin %69,77'sinin kültürel mücadele yöntemlerini kullandığı, %30,23'ünün ise kullanmadığı belirlenmiştir (Şekil 12). Kestane kanseri (*C. parasitica*) dünyanın ve Türkiye'nin kestane alanlarında yaygın görülen ve çoğu kez ağaçların tamamen kurummasına neden olan önemli bir sorundur. Kimyasal yolla mücadelesi mümkün olmayan bu hastalık, karantina önlemleri ve kültürel uygulamalarla kontrol edilmeye çalışılmaktadır (Anonim, 2008; Çeliker ve

Onoğur, 2011). Özellikle kültürel uygulamalar hastalığın yayılmasını azaltmada oldukça önemlidir.

Anket sonuçlarına göre; üreticilere kestane kanserinin çıkışını teşvik eden hatalı hasat uygulamalarını önlemek için, hasat konularında eğitim verilmesine rağmen eğitime katılan üreticilerin tamamının (21 üretici) kestane hasadını sırkla vurarak gerçekleştirmeye devam etmekte olduğu ortaya çıkmıştır.

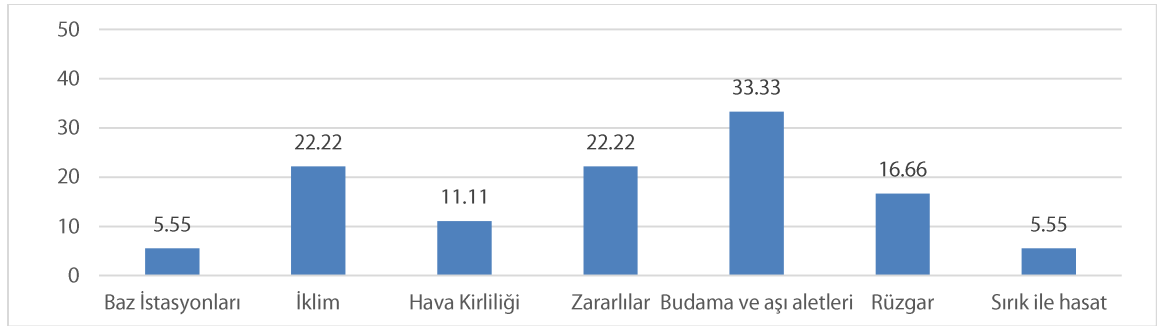
Eğitimler öncesinde üreticilerin %28,57'si hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonra bu kısımlara uygulama yapmakta iken, bu oran eğitimden sonra artarak %47,62'ye yükselmiştir (Şekil 13). Hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonra yapılan uygulamalar incelendiğinde; eğitimlerden önce üreticilerin %19,05'i yağlı boya vb., %14,29'u aşı macunu ya da ardıç katranı ve %4,76'sı çamur uyguladığı; eğitimler sonrası ise üreticilerin % 19,05'inin yağlı boya vb. uygulamaya devam ettiği, %33,33'ünün aşı macunu ya da ardıç katranı karışımı uyguladığı görülmektedir (Şekil 14).

Üreticiler kestane kanserinin mücadelesi ile ilgili "Aşı yaparken sağlıklı üretim materyali kullanılmalıdır.", "Aşı ya da budama sırasında gereksiz yara oluşturulmamasına dikkat edilmelidir.", "Budama sonrası yara yerleri ardıç katranı ve göztaşı karışımıyla kapatılmalıdır.", "Hastalıklı kısım belirtinin bittiği noktadan kesilmelidir.", "Sırkla hasat yöntemi tercih edilmelidir.", "Hastalıklı budama artıkları araziden uzaklaştırılmalıdır." ifadelerine katılmakta iken; "Aşı kalemleri hastalığın sorun olduğu alanlardan alınmalıdır.", "Budama ve aşıda kullanılan aletlerin su ile temizlenmesi yeterlidir." ifadelerine katılmadığı belirlenmiştir. Bu durumda üreticilerin kestane kanserinin mücadelesi hakkında bilgi sahibi olduğu ancak uygulanması gereken yöntemleri eksik uyguladıkları söylenebilir (Şekil 15).

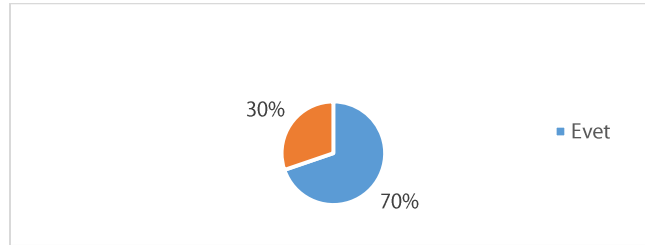


**Şekil 10.** Üreticilerin eğitim sonrası düşünceleri\*  
**Figure 10.** Thoughts of farmers after training

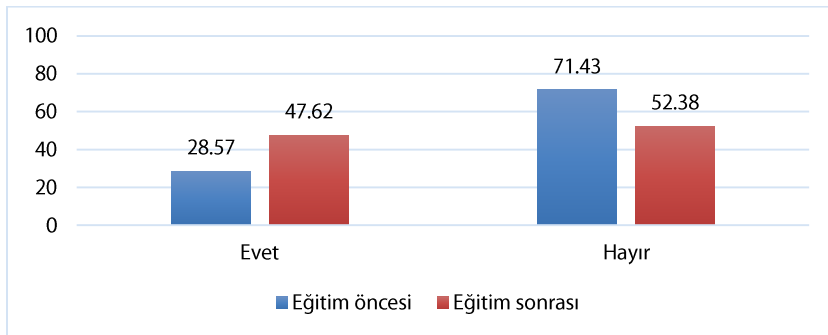
\*Likert Ölçek Ortalaması: 1-Kesinlikle katılıyorum, 2-Katılıyorum, 3-Fikrim yok, 4-Katılmıyorum, 5-Kesinlikle katılmıyorum



**Şekil 11.** Üreticilere göre hastalığın bulaşma şekli  
**Figure 11.** Pathways of spreading disease according to farmers

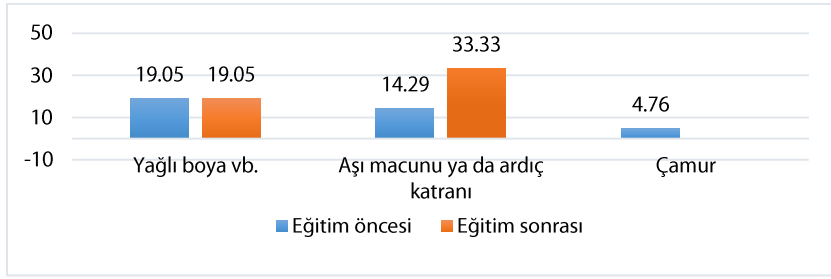


**Şekil 12.** Üreticilerin Kültürel Mücadele Uygulama Durumları  
**Figure 12.** Control practices on chestnut blight of farmers

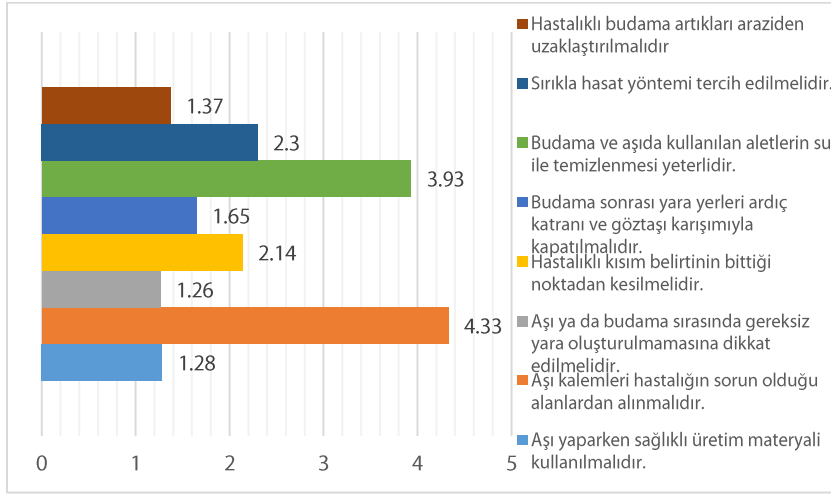


**Şekil 13.** Eğitimden önce ve sonra hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonra bu kısımlara uygulama yapma durumu  
**Figure 13.** Applications following cutting or cleaning of infected parts of the tree after and before the training





**Şekil 14.** Eğitim öncesi ve sonrası hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonraki yapılan uygulamalar\*  
**Figure 14.** Applications on cutting or cleaning of infected parts of the tree after and before the training



**Şekil 15.** Üreticilerin kestane kanserinin mücadelesi ile ilgili görüşleri\*  
**Figure 15.** Thoughts of farmers on the control of chestnut blight

\*Likert Ölçek Ortalaması: 1-Kesinlikle katılıyorum, 2-Katılıyorum, 3-Fikrim yok, 4-Katılmıyorum, 5-Kesinlikle katılmıyorum

## SONUÇ

Türkiye’de üreticiler kestane kanseri ile mücadele konusunda; genellikle alışkanlıkları doğrultusunda ya da diğer üreticilerin önerilerini alarak uygulama yapmaktadır. Bu uygulamalar, kanserli kabuk dokusunu kazımak, kanserli dalları kesmek ya da hastalık ağacı kapladıysa bütün ağacı kesmektir. Diğer taraftan üreticilerin büyük çoğunluğu budama, aşılama ve hasat gibi uygulamalar sırasında aletleri dezenfekte etmemektedir. Üreticilerin kültürel önlemleri hatalı ya da eksik yapmaları nedeniyle de kestane kanseri yayılmaya devam etmektedir.

Araştırmada eğitim öncesi üreticilerle yapılan anket sonuçları ve arazi gözlemlerimiz birlikte değerlendirildiğinde; üreticilerin kestane kanseri hastalığını tanıyor olmalarına ve mücadelesine yönelik çok fazla enerji harcıyor olmalarına rağmen, eksik ya da hatalı uygulamalar (hastalıklı kısmı sağlıklı dokuyu da içerecek şekilde temizlememe, açık yaraları ardıç katranıyla kapamama vb.) yapıyor olmaları nedeniyle yara paraziti olan bu hastalığın mücadelesinde çoğu kez başarılı olamadıkları belirlenmiştir.

Eğitim sonrası yapılan anket sonuçları verilen eğitimlerin üreticiye kazandırdığı bilgiler yönüyle değerlendirildiğinde; hastalığın bulaşma şeklini bilenlerin, hastalıklı budama artıklarını bahçeden uzaklaştıranların, kestane kanserinin ağacın gövde-dal kısmında görüldüğünü bilenlerin, budamada kullandıkları aletleri çamaşır suyu ile temizleyenlerin, hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonra bu kısımlara uygulama yapan, aşı macunu ya da ardıç katranı kullanan üretici sayılarının arttığı belirlenmiştir.

Sırıkla hasat uygulaması, dallarda yara oluşumuna neden olmakta, yani yeni enfeksiyonlar için giriş noktası oluşturmakta böylece hastalığın yayılmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, budama ve aşı aletlerinin temizlenmemesi de hastalığın yayılmasında etkindir. Eğitim öncesi yapılan anket sonuçlarına göre üreticilerin hepsinin sıırıkla hasat yaptığı belirlenmiş ve bu sayının eğitimden sonra da maalesef değişmediği görülmüştür.

Eğitimler öncesinde üreticilerin %28.57’si hastalıklı kısmı kestikten ya da temizledikten sonra bu kısımlara uygulama yapmakta iken, bu oran eğitimden sonra artarak %47.62’ye yükseldiği saptanmıştır. Hastalıklı

kısmı kestikten yada temizledikten sonra yapılan uygulamalar incelendiğinde ise; eğitimlerden önce anket yapılan üreticilerin %19.05'inin yağlı boya vb., %14.29'unun aşı macunu ya da ardıç katranı karışımı ve %4.76'sının çamur uygulaması yaptığı; eğitimler sonrası anket yapılan üreticilerin % 19.05'inin yağlı boya vb. uygulamaya devam etmekte olduğu, aşı macunu ya da ardıç katranı uygulaması yapanların oranının artarak %33.33'e yükseldiği, çamur uygulaması yapan üreticinin artık kalmadığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan anket yapılan üreticilerin kestane kanserinin mücadelesi ile ilgili ifadeleri verdikleri cevaplar doğrultusunda, kestane kanserinin

mücadelesi hakkında bilgi sahibi oldukları ve üreticilerin büyük çoğunluğunun (%76.19) eğitimde öğrendiklerini uyguladıklarını belirtmelerine rağmen üreticilerin uygulanması gereken yöntemleri eksik ya da hatalı uyguladıkları söylenebilir.

Sonuç olarak üreticilerin kestane kanseri mücadelesi hakkında bilgi sahibi olduğu ve teorik ve uygulamalı eğitimler sonrası bir farkındalık olduğu söylenebilir ancak, üreticiler hatalı uygulamalara devam etmektedir. Bu nedenle yörede kestane kanseri ile mücadele konusunda üreticileri bilinçlendirme çalışmalarının devam ettirilmesi ve diğer yörelerde de bu çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Açıköz, S., Döken, M.T., Erincik, O., Değirmenci, F. 2010. Determination of Hypovirulent Isolates of *Cryphonectria Parasitica* By DsRNA Analysis In Aydın Province, Turkey. Acta Hort., 866:379-383.
- Akıllı, S. 2008. Karadeniz Bölgesinde Kestane Kanseri (*C. parasitica*)'nin Biyolojik Mücadelesi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akıllı S, Katırcıoğlu Y.Z., Maden, S. 2009. Vegetative compatibility types of *Cryphonectria parasitica*, chestnut blight agent, in Black Sea Region. Forest Pathology, 39: 390-396.
- Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S. 2011. Biological control of chestnut canker, caused by *Cryphonectria parasitica*, by antagonistic organisms and hypovirulent isolates. Turk J Agric For., 35: 515-523.
- Aksoy, H.M., Serdar, Ü., Soylu, A. 2005. Kestane Fidanlarında Kansere (*Cryphonectria Parasitica* (Murrill) Barr) Karşı Yapılan Uygulamalar. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(1):-24-29.
- Anonim, 2008. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Cilt.5. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2009. Report on Chestnut, Chestnut Blight and Its Management in Turkey, Final Report, TCPTUR3201.
- Bilgin, N. 1995. Sosyal Psikolojide Yöntem ve Pratik Çalışmalar, Sistem Yayıncılık, Ankara.
- Bisseger, M., Rigling D., Heiniger, U. 1997. Population Structure and Disease Development of *Cryphonectria parasitica* European Chestnut Forest in the Presence of Natural Hypovirulence. Phyto 87:50-59.
- Çeliker, N. M., Onoğur, E. 2001. Investigations on the control of Chestnut Blight. (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr) by hypovirulent strains Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi. 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ.
- Çeliker, N. M., Onoğur, E. 2002. Studies on the Control of Chestnut Blight (*Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr.) by Hypovirulent Strains in Turkey. IOBC/wprs Bulletin, 25 (10):203-206. ISBN 92-9067-147-1
- Çeliker, N. M., Onoğur, E. 2007. A Study on Biological Control of Chestnut Blight (*Cryphonectria parasitica* Murr. Barr.)in the Chestnut Grove . Proceedings of the Second Plant Protection Congress of Turkey, (27-29 August 2007, Isparta) p.34.
- Çeliker, N. M., Onoğur, E. 2011. Türkiye'de Kestane Kanseri ile Biyolojik Mücadelede Ümitvar Bulgular. Tarım Bilimleri Dergisi, 17(2011):122-130.
- Çeliker, N.M., Kaplan, C., Poyraz, D., Çetinel, B., Turanlı, T., Uysal, A., Coşar, G. Ö., Onoğur, E., Küçük, E., Çavdar, A., Sözer, K. A., Özkan, M. N., YILDIZ, A. Ç., Mazman, A., CAN, H. 2014. Beydağ İlçesinde Kestane Hastalık Ve Zararlılarıyla Mücadele Projesi (Yayınlanmamış çalışma)
- Döken, M.T. 2009. Chestnut Blight And A Review of The Related Studies in Turkey. International Workshop on Chestnut Management in Mediterranean Countries - Problems and Prospects, Bursa.
- Empire Chestnut Company, <http://www.empirechestnut.com> Erişim: Nisan, 2017.
- Erincik, B.G. 2006. Aydın kestane üretim alanlarından elde edilen *cryphonectria parasitica*(Murrill)barr izolatlarının virülensliklerinin ve bu yörede yaygın olarak üretilen kestane çeşitleri ile konukçusu olan bazı orman ağaçlarının bu etmene karşı reaksiyonlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Food Agriculture Organization (FAO), 2015. <http://www.fao.org> Erişim: Ocak 2017.
- Güneş, T., Arıkan, A. 1988. Tarım Ekonomisi İstatistiği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1349, Ders Kitabı: 305, Ankara.
- MacDonald W.L., Double, M.L. 2006. Hypovirulence: Use and limitations: As a chestnut blight biological control. Proceedings of a Conference and Workshop, (May 4-6, 2004), The North Carolina Arboretum. Natural Resources Report NPS/NCR/ CUE/NRR - 2006/001, National Park Service. Washington, DC. 87-95.
- Nucis Newsletter, 2002. Information Bulletin of the Research Network on Nuts (FAO-CHIEAM). Number:11.
- Özçagıran, R., Ünal, A., Özeke, E., İsfendiyaroğlu, M. 2007. Ilıman İklim Meyve Türleri Sert Kabuklu Meyveler. Cilt-III. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:566, İzmir.
- Pırlak, L., Güleriyüz, M. 2000. Meyve Türlerinin Mekanik Yolla Hasadı, 19. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, s:253-258.
- Rigling, D., Heiniger, U., Hohl, H. R. 1989. Reduction of Laccase Activity in dsRNA- Containing Hypovirulent Strains of *Cryphonectria (Endothia) parasitica*. Phytopathol 79: 219-233.
- Saraçoğlu, T., Özarslan, C., Ertan, E. 2015. Kestane Hasadında Farklı Hasat Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Analizi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 11(4):295-299.
- Soylu, A., Serdar, Ü., Ertan, E., Mert, C. 2006. Türkiye Kestane Yetiştiriciliğinde Son Gelişmeler. 1 st International Non-Wood Forest Products Symposium, (1-4 Kasım 2006, Trabzon)
- Subaşı, B. 2004. Kestane Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası Etüt Araştırma Şubesi, İstanbul.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> Erişim: Ocak 2017.



**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):197-202  
DOI:10.20289/zfdergi.342483

Murat İSFENDİYAROĞLU<sup>1</sup>  
Zekeriya ÇİĞDEM<sup>2</sup>  
Elmas ÖZEKER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, 35100, İzmir / Turkey

<sup>2</sup> Olive Research Institute, 35100, İzmir / Turkey

corresponding author: murat.isfendiyaroglu@ege.edu.tr

## Effects of Chemical Fruit Thinning on Oil Yield and Quality in 'Gemlik' Olive (*Olea europaea* L.)

Kimyasal Meyve Seyreltmesinin 'Gemlik' Zeytininde (*Olea europaea* L.) Yağ Verimi ve Kalitesine Etkileri

Alınış (Received): 09.10.2017 Kabul tarihi (Accepted): 17.01.2018

### Key Words:

Olive, oil, thinning, NAA, quality

### Anahtar Sözcükler:

Zeytin, yağ, seyreltme, NAA, kalite

### ABSTRACT

**G**emlik olive variety started to be grown in many areas of Turkey in recent years. 'Gemlik' is mainly a black table variety, but it is processed to oil in many areas. So chemical fruit thinning may be useful to control alternate bearing and standardization of the fruit and consequently the possible oil quality. In this work, predicting the effects of chemical fruit thinning by potassium salt of naphthaleneacetic acid (NAA-K) on oil yield and quality in 'Gemlik', which is one of the prominent olive variety of Turkey was aimed. Results showed that NAA applications decreased the oil acidity levels in the first year (off year). In the second year (on year), NAA sprayings at 100 and 120 ppm increased the oil acidity up to 1,75 % while 150 ppm decreased the acidity value to 0,36 %. 180 ppm NAA significantly augmented the oil content of olive fruits particularly in "on year" and gave rise to 22 and 48 % increments in oil rates successively on fresh and dry matter basis compared to control.

### ÖZET

**S**on yıllarda Türkiye'nin birçok bölgesinde 'Gemlik' zeytin çeşidi yetiştirilmeye başlanmıştır. Esasta siyah sofralık olan 'Gemlik', birçok yerde yağa da işlenmektedir. Bu nedenle periyodisite kontrolünün yanı sıra, meyve ve olası yağ kalitesinin standardizasyonunda kimyasal meyve seyreltmesi yararlı olabilir. Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli zeytin çeşitlerinden 'Gemlik'te, naftalenasetik asitin potasyum tuzuyla (NAA-K) yapılan kimyasal meyve seyreltmesinin, yağ verim ve kalitesine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Sonuçta, NAA uygulamaları birinci yılda (boş yılı) yağ asitliği değerini azaltmıştır. İkinci yılda (dolu yılı) ise, 100 ve 120 ppm'lik NAA uygulamaları yağ asitliğini %1,75'e kadar yükseltirken, 150 ppm asitlik değerini %0,36'ya düşürmüştür. NAA'nın 180 ppm'lik uygulaması özellikle "dolu" yılında meyvelerin yağ içeriklerini önemli düzeyde yükseltmiş, yaş ve kuru ağırlık yağ oranlarında, kontrole göre sırasıyla % 22 ve % 48 artışı sağlamıştır.

### INTRODUCTION

The cultivation of olives probably goes back to 6,000 years ago in the Middle East and moved to the west across the Mediterranean (Barranco, 2010). Turkey has an important place among the world olive growing countries, with its suitable ecological conditions. Olive has been grown on acreage of 826,000 ha which is the 3.9 % of the total agricultural lands of Turkey. About 8 % of total olive lands are irrigated. Turkey also ranked fourth in total world olive production with 1.6 million mt and sixth in olive oil with 190.400 mt respectively (FAOSTAT, 2017; IOOC, 2017). Production figures will significantly increase with new growing strategies and the increasing exports of olive oil was expected. Due to

the increasing agricultural subsidies, the number of olive trees and the acreage of olive lands showed considerable increase in the last decade. Recent years, 'Gemlik' variety has been used in most of the new plantings, because of its high adaptation capability, early bearing, fruitfulness and the ease of propagation. The 80 % of entire olive tree population of Marmara region (north-west of Anatolia) consists of this cultivar, but it has been widely grown in most olive lands of Turkey in currency. Its tendency to alternate bearing has been known as intermediate. The most distinctive feature of 'Gemlik' olive is its deep black fruit color in maturity. Besides its availability for pickling, it has also a high content of oil up to 29 %. Its fleshy fruit has a thin

skin together with a small pip. 'Gemlik' tree is generally medium sized, has an even round crown and medium vigor (Anonymous, 2000).

Olive is an evergreen plant and its flowers mostly occur on one year old shoots. Like some fruit species, olive has a very high tendency of "Alternate" or "Biennial" fruit production (Lavee, 2007; Dag et al., 2009). Thus, olive produces a large crop one year followed by a small or negligible crop in the following year (Monselise and Goldschmidt, 1982). This causes severe economic problems can affect the entire olive sector (Lavee, 2007; Dag et al., 2009). The selection of proper cultivar together with using the cultural practices (irrigation, fertilization, pruning, spraying) should be met to control alternate bearing (Therios, 2009). The excessive crop load has to be diminished to mitigate the alternate bearing (Krueger et al., 2005). In fact, that only 1.2 % of entire flower population needs to be involved to ensure a sufficient commercial crop in olive (Jackson et al., 2011). Crop load can be controlled by chemical thinning, pruning or hand thinning (Krueger et al., 2005). Chemical fruit thinning is the most useful practice to control the fruit yield and consequently alleviate the alternate bearing in olive tree (Krueger et al., 2005; Lavee, 2007; Dag et al., 2009; Jackson et al., 2011). Chemical thinning also increases the fruit size, oil yield and composition in table and oil cultivars and moreover, positively affects the flower bud differentiation and return bloom (Barone et al., 1994; Lavee, 2007; Dag et al., 2009; Therios, 2009; Haouari et al., 2013). Chemical fruit thinning is a common practice that has been applied since 1950's in California olive growing sector (Hartmann, 1952; Krueger et al., 2002). Excess fruit production in olive results in small fruit and reduced fruit oil content (Lavee, 2007). This reduction is in relation with the smaller flesh/pip ratio induced by excess fruit setting (Lavee and Wonder, 2004). As by reducing fruit number, their size and amount of mesocarp containing the oil is augmented ((Lavee, 2007). Reduced crop load in 'Cassanese' olive significantly increased the oil accumulation in fruits, together with the amount of polyphenols and organic acids in oil (Barone et al., 1994). But chemical thinning with NAA, gave rise to decrease in physicochemical properties and storage stability in 'Picual' and 'Manzanillo' olive oils (El Badry, 2012; Ali and El-Wasseif, 2015).

Turkey shared the 75 % of entire olive production to olive oils. Difficulties in providing high quality oil both for domestic consumption and export is the prominent problem of oil sector.

The aim of this work to clear out the effects of chemical thinning, using NAA, on the oil yield and some

quality parameters of 'Gemlik' olive which is one of the important dual purpose cultivar of Turkey.

## MATERIAL and METHOD

'Gemlik' olive variety was used as plant material in this work. Trees subjected to chemical thinning were grown under irrigated conditions in experimental plots of Olive Research Institute, İzmir/TURKEY. They are 35 years old and self-rooted individuals. Planting density is 6x6 m.

Fruit thinnings were conducted in two consecutive years (2012 and 2013). Two methods were used to accurately time NAA applications. In May 2012, 12 and 18 days after full bloom (AFB) (Full Bloom in 2012: 10 May; in 2013: 1 May), thinning applications were done as dilute sprays of NAA-K (1-Naphtalene Acetic Acid, Potassium Salt, Amvac, USA) as 120 and 180 ppm respectively (10 ppm per each day was calculated for final concentration) when the tree appears to be white, with shoots containing 80 to 90 percent open, fresh flowers, with bright yellow anthers exposed, accepted as in full bloom (Krueger et al., 2005; Dag et al., 2009). Moreover, two different levels of NAA were also applied when average fruit size is between 3 to 5 mm in diameter (in 2012: 29 May; in 2013: 20 May) (Krueger et al., 2005).

In the second year (2013), all the treatments were done 9 days earlier following the phenology of olive trees. In two successive thinning years, treatments of 100, 150 and 180 ppm coincided almost the same time according to time schedule. Wetting agent was used in dilute solutions of NAA. In the first and second years of experiments, on the basis of fruit maturity index, trees were harvested in 15 November 2012 and 14 November 2013, respectively. Olives were harvested by hand and processed by an Abencor system (Sevim et al., 2013).

Determination of the effects of NAA treatments on oil yield and quality: free fatty acids (as oleic acid %), peroxide value (meq/kg oil), fruit moisture (%), oil contents (on fresh and dry weight basis %) were determined. For determination of maturity level, calculation of maturity index was used on the basis of fruit skin and flesh color (Hermoso et al., 1991).

The design of the experiments was a completely randomized block design with tree replicates of a tree. Data were analyzed by ANOVA. Duncan's Multiple Range Test was used to identify differences between the treatments. All calculations were performed using SPSS software.

## RESULTS

During the experiments, calculated monthly temperature and relative humidity figures did not show marked differences when two experiment years were compared. However, winter (January-March) temperatures of 2013 seemed to be a few degrees higher than previous years'. The highest yearly difference of calculated temperature was measured in October when the fruit skin color started to turn to black (Table 1).

Results showed that the mean free acidity level was nearly doubled in the second year (on year). NAA concentrations significantly influenced ( $P<0.001$ ) the acidity levels and 150 ppm gave the lowest value, while 100 ppm gave the highest. Significant interactions found between years and concentrations ( $P<0.001$ ). In the second year (on year), the highest acidity figures were obtained with 100 and 120 ppm NAA respectively. But 150 ppm markedly decreased oil acidity together with 180 ppm compared to control (Table 2).

Mean peroxide (PO) value of olive oils significantly ( $P<0.001$ ) influenced by years and it showed nearly two fold decrease in the second year. Effects of NAA concentration on PO values were found to be insignificant. Interaction of year x concentration did not significantly influence the mean PO values. However, 180 ppm NAA slightly increased the PO value while 150 ppm was markedly decreased compared to unsprayed trees in the first year. In the second year (on year), entire NAA concentrations increased the PO values as opposed to the first year (Table 3).

Different treatment years did not significantly affect the percent fruit moisture. Effect of NAA concentrations found to be significant ( $P<0.01$ ), 180 ppm NAA gave rise to remarkable increase in moisture rate compared to the rest concentrations together with control. Year x concentration significantly ( $P<0.001$ ) affected the moisture figures. In the first year, 100 ppm gave the highest fruit moisture followed by 120 ppm. But in the "on year", only 180 ppm NAA gave rise to marked increase in moisture level compared to control (Table 4).

**Table 1.** Changes in monthly mean temperature and humidity data during experiments.

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2012</b>												
Temperature (°C)	6.8	7.6	11.5	17.5	20.5	27.3	30.1	29.2	24.3	21.8	16.4	10.8
Humidity (%)	67.9	67.0	58.0	58.7	62.9	48.3	45.1	39.7	55.3	59.7	65.2	71.4
<b>2013</b>												
Temperature (°C)	9.4	11.2	14.0	17.2	22.7	25.7	28.4	28.8	24.0	17.3	15.1	8.5
Humidity (%)	70.9	70.3	58.6	54.4	54.7	50.7	42.1	45.2	48.7	60.6	70.1	59.30

**Table 2.** Effect of year and NAA concentration on free fatty acidity (%).

Year	Concentration (ppm)					Mean
	0	100	120	150	180	
<b>2012</b>	0.88 bc	0.60 d	0.54 d	0.62 d	0.52 d	0.63 B
<b>2013</b>	1.00 b	1.75 a	1.74 a	0.36 c	0.80 c	1.13 A
<b>Mean</b>	0.94 B	1.18 A	1.14 A	0.49 D	0.66 C	

$P(\text{year}) \leq 0.01$ ;  $P(\text{concentration}) \leq 0.001$ ;  $P(\text{year} \times \text{concentration}) \leq 0.001$

**Table 3.** Effect of year and NAA concentration on peroxide value (meq/kg oil).

Year	Concentration (ppm)					Mean
	0	100	120	150	180	
<b>2012</b>	9.96	8.25	6.17	6.15	11.41	8.39 A
<b>2013</b>	3.62	4.99	4.83	5.45	4.42	4.66 B
<b>Mean</b>	6.79	6.62	5.50	5.80	7.92	

$P(\text{year}) \leq 0.001$ ;  $P(\text{concentration})$ : nonsignificant;  $P(\text{year} \times \text{concentration})$ : nonsignificant

**Table 4.** Effect of year and NAA concentration on fruit moisture (%).

Year	Concentration (ppm)					Mean
	0	100	120	150	180	
<b>2012</b>	43.18 d	51.28 b	49.89 bc	47.17 bcd	47.06 bcd	47.72
<b>2013</b>	46.46 bcd	44.46 d	43.84 d	46.17 cd	55.79 a	47.34
<b>Mean</b>	44.82 B	47.87 B	46.87 B	46.67 B	51.43 A	

$P(\text{year})$ : nonsignificant;  $P(\text{concentration}) \leq 0.01$ ;  $P(\text{year} \times \text{concentration}) \leq 0.001$

Oil contents of fresh fruits significantly ( $P<0.001$ ) affected by different spraying years. In the second year (on year), oil rate was more high compared with the "off year". NAA concentrations also significantly affected the mean oil contents, and 180 ppm gave the highest figure. Interactions of year x concentration significantly ( $P<0.05$ ) affected the oil content. NAA sprayings slightly increased the oil contents in the "off year". In the "on year", oil accumulation of fruits had the highest rate with 180 ppm NAA (applied at 18 days AFB) (Table 5).

Oil content in dry fruit weight did not significantly affected by spraying years. However, oil content slightly increased in "on year". NAA concentrations significantly ( $P<0.01$ ) affected the mean oil contents and 180 ppm gave the highest figure. Significant ( $P<0.01$ ) interactions found between spraying years and concentrations. 100 ppm NAA gave the highest rate while the unsprayed trees gave the lowest figure in the "off year". In the second year, 180 ppm NAA provided 48 % more oil than control trees. 100 ppm gave the lowest figure as opposed to the first year (Table 6).

**Table 5.** Effect of year and NAA concentration on fruit oil content (fresh weight) (%).

Year	Concentration (ppm)					Mean
	0	100	120	150	180	
2012	18.58 d	21.36 bcd	20.81 bcd	18.69 d	20.10 cd	19.91 B
2013	22.18 bc	21.00 bcd	23.51 b	21.42 bcd	27.03 a	23.03 A
Mean	20.38 B	21.18 B	22.16 AB	20.05 B	23.57 A	

$P(\text{year}) \leq 0.001$ ;  $P(\text{concentration}) \leq 0.01$ ;  $P(\text{year} \times \text{concentration}) \leq 0.05$

**Table 6.** Effect of year and NAA concentration on fruit oil content (dry weight) (%).

Year	Concentration (ppm)					Mean
	0	100	120	150	180	
2012	32.81 c	43.90 b	41.62 ab	35.83 ab	38.54 ab	38.54
2013	41.52 ab	37.81ab	41.85 ab	39.80 ab	61.54 a	44.51
Mean	37.17 B	40.85 B	41.74 B	37.82 B	50.04 A	

$P(\text{year})$ : nonsignificant ;  $P(\text{concentration}) \leq 0.01$ ;  $P(\text{year} \times \text{concentration}) \leq 0.01$

## DISCUSSION

Calculated mean monthly temperatures belonging to January, February and March 2013 were measured as higher than the same months of the previous year. The chilling requirement has been known as crucial for flower bud differentiation and fluctuations between 2-15°C are necessary for sufficient flower bud differentiation in olive (Rallo and Martin, 1991; Martin et al., 2005; Therios, 2009). The relatively higher temperatures of 2013 were probably not determinant on fruit yield of the "on year".

Free acidity level is an indicator of the quality of olive oil and of the procedures from harvesting to milling (Therios, 2009). In 'Cassanese' olive oil, no significant effect found between acidity level and crop load was reported (Barone et al., 1994). In 'Gemlik' olive trees, NAA applications tended to decrease acidity levels of oil in "off year" compared to untreated trees. In "on year", 150 ppm NAA markedly decreased the acidity together with 180 ppm while the lower concentrations (100 and 120 ppm) did increase (Table 2). However, free acidity levels at 100-120 ppm NAA are below the limit value predicted for virgin olive oils (Uceda et al., 2010). Post bloom applications 10 days after fruit set (AFS) of NAA (135 ppm) did not significantly alter the acidity of

'Picual' olive oil (El Badry, 2012). But in 'Manzanillo' olive, 75 ppm NAA significantly increased the acidity when applied at the same time (10 days AFS) (Ali and El-Waseif, 2015). In 'Gemlik' olive, NAA concentrations were more efficient on oil free acidity in "on year" (Table 2). Thus, the crop load might be an important determinant on the effect of concentration used was thought.

One of the important parameters of olive oil quality and longevity of shelf-life is PO value (Wiesman, 2009). In 'Gemlik' olive, applied NAA concentrations in two successive years did not significantly alter the PO values. In "off year" 180 ppm NAA slightly increased the peroxide value (15 % more than control), while 150 ppm gave rise to 38 % decrease. In "on year", measured peroxide values were seemed quite lower than the previous year. The highest value was obtained from the trees sprayed with 150 ppm, which is 51 % more than control. The rest concentrations were also increased the PO values compared to control (Table 3). Post bloom applications (10 days AFS) of NAA significantly increased the PO values of oils from 'Picual' and 'Manzanillo' olives without regarding the fruit load (El Badry, 2012; Ali and El-Waseif, 2015). However, PO value of 'Cassanese' olive did not significantly alter even

when the crop load was high (Barone et al., 1994). In 'Gemlik' olive, higher crop load in the "on year" is probably responsible from relatively low PO values and also slight increases by entire concentrations of NAA. However, those figures obtained from 'Gemlik' olive oil were quite less than the limit value (20 mEq O<sub>2</sub>/kg) predicted for extra virgin olive oils (Uceda et al., 2010).

As for the fruit moisture, in the first year NAA treatments increased the moisture rates compared to unsprayed trees, particularly with 100 ppm (19 % more than control). In the second year, only 180 ppm NAA did significantly increase the moisture content (20 % of control) (Table 4). NAA applied at 10 days AFS did not alter the moisture value (66 %) in 'Manzanillo' olive (Ali and El-Waseif, 2015). But in 'Picual' olive fruit moisture increased with NAA spraying (El Badry, 2012). In 'Gemlik' olive, fruit moisture seems to be quite low compared to varieties that formerly assessed and probably influenced by both varietal characteristics and fruit load of tree.

Significant interactions found between spraying years and concentrations on oil content of fresh fruits. In the "off year", NAA sprayings generally tended to increase the oil content of fresh fruits. As for the "on year", post bloom applications seemed to be effective on oil content and 180 ppm NAA gave rise to 22 % increment of oil compared to control (Table 5). As in dry weight basis, NAA treatments in two consecutive years significantly affected the oil content of olive fruits. In the first year (off year), 100 ppm NAA gave rise to 34 % augmentation in oil content followed by 120 ppm. In the second year, 180 ppm spraying gave rise to almost 50 % more oil accumulation in fruits (Table 6). Post

bloom sprayings of NAA did generally increased the oil content together with weight and flesh/pip ratio in olive fruits was formerly reported (Hartmann, 1952). But in 'Ashrasie' olive, the effectiveness of NAA (50 and 100 mg.l<sup>-1</sup>) on increment of fruit oil found to be significantly higher in "off year" (Nafea and Abdulfatah, 2014). In 'Gemlik' olive, entire NAA sprayings tended to increase the oil content of fresh and dried olive fruits particularly in "off year" (Table 5, 6) as reported in 'Ashrasie' olive. On the other hand, varietal differences also predict the effects of NAA sprayings on oil content (El Badry, 2012; Abdrabboh, 2013; El-Waseif, 2015). From this point of view, timing of NAA sprayings seems to be crucial in 'Gemlik' olive. In "off year", lower concentrations (i.e. 100 ppm or less) in both timing method was thought to be more effective to increase the oil content of fruits. Moreover, applications at 18 th day of full blooming or onward might be more useful rather than the applications after small fruit setting particularly in "on years".

## CONCLUSION

In conclusion, results of two consecutive years pointed out significant differences of some oil yield and quality parameters. NAA applications were rather useful to augment the oil content of fruits particularly in "off year". Regardless of fruit load and return bloom, in "on years", NAA used 18 days or more later (e.g. 20-24 days) than full blooming might be useful on augmentation of fruit oil contents, without changing some other oil quality parameters such as free fatty acidity and peroxide values in 'Gemlik' olive.

## REFERENCES

- Abdrabboh, G. A., 2013. Effect of some growth regulators on yield and fruit quality of Manzanillo olive trees. *Nature and Science*, 11 (10): 143-151.
- Ali, H. E. and M. A. El-Waseif, 2015. Effect of treated olive fruits by some growth regulators on physiochemical properties of extracted olive oil. *Current Science International*, 4 (1): 105-116.
- Anonymous, 2000. *World Catalogue of Olive Varieties*. International Olive Oil Council. Spain, 360 pp.
- Barone, E., G. Gullo, R. Zappia and P. Inglese, 1994. Effect of crop load on fruit ripening and olive oil (*Olea europaea* L.) quality. *Journal of Horticultural Science*, 69 (1): 67-73.
- Barranco, D., 2010. Varieties and rootstocks. In: *Olive Growing*. D. Barranco, R. F. Escobar and L. Rallo (Eds.). RIRDC. Australia. 1st English Edition, pp 59-82.
- Dag, A., A. Bustan, A. Avni, S. Lavee and J. Riov, 2009. Fruit thinning using NAA shows potential for reducing biennial bearing of 'Barnea' and 'Picual' oil olive trees. *Crop and Pasture Science*, 60: 1124 -1130.
- El Badry, N., 2012. Physiochemical characteristics and quality criteria of olive oil extracted from Picual olive fruits treated by some growth regulators. *Middle East Applied Sciences*, 2 (1): 37-50.
- FAOSTAT, 2017. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Statistics Division (access: 25.09.2017).
- Hartmann, H.T., 1952. Spray thinning of olives with Naphthalene acetic acid. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 59: 187-195.
- Haouari, A., M. C. Van Labeke, K. Steppe, F. B. Mariem, M. Braham and M. Chaieb, 2013. Fruit thinning affects photosynthetic activity, carbohydrate levels, and shoot and fruit development of olive trees grown under semi arid conditions. *Functional Plant Biology*, 40: 1179-1186.
- Hermoso, M., M. Uceda, A. Garcia, B. Morales, M.L. Frias and A. Fernandez, 1991. *Elaboracion de aceite de calidad*. Ed. Consejeria de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucia. Serie Apuntes 5/92. Sevilla.
- IOOC, 2017. International Olive Council, <http://www.internationaloliveoil.org> (access: 25.09.2017).
- Jackson, D., N. Looney, M. Morley-Bunker and G. Thiele, 2011. *Temperate and Subtropical Fruit Production*. 3rd ed. CABI, p. 327.
- Krueger, W. H., Z. R. Health and B. Mulqueeny, 2002. Effect of spray solution concentration, active ingredient, certain additives, and sequential treatments of naphthalene acetic acid for chemical thinning of Manzanillo table olives. *Acta Horticulturae*, 586: 267-271.



- Krueger, W. H., J. Maranto and G. S. Sibbett, 2005. Olive fruit thinning. In: Olive Production Manual. Sibbett, G. S. and Ferguson, L.(Eds.), University of California, Agriculture and Natural Resources Publication 3353, Oakland, California, USA, pp 101-104.
- Lavee, S., 2007. Biennial bearing in olive (*Olea europaea*). *Annales: Series Historia Naturalis*, 17: 101-112.
- Lavee, S. and M. Wonder, 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruit of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo, *Scientia Horticulturae*, 99: 267-277.
- Martin, G.C., L. Ferguson and G. S. Sibbett, 2005. Flowering, Pollination, Fruiting, Alternate Bearing, and Abscission. In: Olive Production Manual. Sibbett, G.S. and Ferguson, L.(Eds.) 49-54 pp. University of California. Agriculture and Natural Resources Publication 3353, Oakland, California, USA, pp 49-54.
- Monselise, S. P. and E. E. Goldschmidt, 1982. Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews*, 4: 128-173.
- Nafea, S. M. and H. K. Abdulfatah, 2014. Effect of foliar application of GA3 and NAA for reducing alternate bearing of olive trees (*Olea europaea* L. cv. Ashrasie). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (1): 8-12.
- Rallo, L. and G.C. Martin, 1991. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 1058-1062.
- Sevim, D., O. Köseoğlu and F. Öztürk Güngör, 2013. Effect of different growing area on triacylglycerol composition of cv. Gemlik olive oil in Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 27(1):49-54.
- Therios, I. N., 2009, *Olives* (No. 18). CABI. 409 pp.
- Uceda, M., M. Hermoso, M. P. Aguilera, 2010. Olive oil quality. In: *Olive Growing*. D. Barranco, R. F. Escobar and L. Rallo (Eds.). RIRDC. Australia. 1st English Edition, pp 619-645.
- Wiesman, Z., 2009. *Desert Olive Oil Cultivation : Advanced Biotechnologies*. Academic Press. p. 397.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):203-210  
DOI: 10.20289/zfdergi.408886

Zeynep DUMANOĞLU<sup>1</sup>  
Hakan GEREN<sup>2</sup>

## Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)'nde Tane Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 35100, İzmir / Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35100, İzmir / Türkiye  
sorumlu yazar: zeyno0191@gmail.com

A Preliminary Study on the Effect of Different N and P Levels on the Grain Yield and Some Yield Characteristics of Amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*)

Alınış (Received): 21.08.2017

Kabul tarihi (Accepted): 06.02.2018

### Anahtar Sözcükler:

Horozibiği, azot ve fosfor seviyeleri, tane verimi

### Key Words:

Amaranth, N and P levels, grain yield

### ÖZET

Farklı azot ve fosfor seviyelerinin horozibiği verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için "Don Juan" isimli horozibiği genotipinde, beş azot (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) ve üç fosfor (0, 5, 10 kg/da) seviyesinin araştırıldığı bir sakı denemesi dış ortamda yürütülmüştür. Çalışmada bitki boyu, hasat indeksi, tane verimi, tane ham protein oranı ve 1000 tane ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçlar, kontrol uygulamasına göre artan N ve P seviyelerinin verim ve verim unsurlarını olumlu yönde etkilediğini ve en yüksek tane veriminin dekara 10 kg P ve 15 kg N uygulamasından alındığını göstermiştir.

### ABSTRACT

To evaluate the influence of different N and P levels on the productivity of amaranth, a pot experiment under outdoor condition was conducted on a amaranth genotype (cv. Don Juan) with five nitrogen (0, 50, 100, 150, 200 kg-ha<sup>-1</sup>) and three phosphor levels (0, 50, 100 kg-ha<sup>-1</sup>). Some traits tested in the experiment were plant height, harvest index and grain yield, crude protein content and weight of thousand grain. Results indicated that increasing N and P levels positively affected above mentioned traits compared to the control, and the highest grain yield for amaranth obtained from 100 kg P and 150 kg N application per hectare.

### GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, küresel ısınma, tarım alanlarının azalması, insanların değişen gıda tercihleri ve bunun gibi pek çok neden, araştırmacıları canlı ve cansız baskı unsurları altında yetiştirilecek ürün arayışına yönlendirmektedir (Pimentel ve ark., 2008). Ayrıca seçilecek bu ürünün birden fazla amaca hizmet etmesi de (insan gıdası, hayvan yemi, vb.) beklenmektedir. Bu tip özelliğe sahip bitkilerden biri de son zamanlarda ülkemizde "Amarant" adıyla da anılan "Horozibiği" dir.

Buğday, arpa, mısır veya pirinç gibi "gerçek tahıl" grubunda yer almayan fakat kinoa (*Chenopodium quinoa*), İspanyol adaçayı=chia (*Salvia hispanica*) ve karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) gibi "yalancı tahıl" grubunda değerlendirilen horozibiği (*Amaranthus sp.*), Horozibiğiller (*Amaranthaceae*) familyasının bir

üyesidir. Dünya üzerinde 800'den fazla alt türü olduğu ve çoğu yabani ot olarak (Kalaç ve Moudr, 2000; Caselato-Sousa ve Amaya-Farfan, 2012) bilinen horozibiğinin bazı türleri, yüksek besin içerikleri nedeniyle insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmakta, pek çoğu da cazibeli çiçek salkımları ve renkleri nedeniyle süs bitkisi (Mlakar ve ark., 2009; Venskutonis ve Kraujalis, 2013) olarak değerlendirilmektedir.

Botanik adı olan *Amaranthus*, uzun süre çiçekli kaldığından "solmayan" anlamına gelen, Yunanca'daki "amarantos (Αμάραντος)" kelimesinden türevlenmiştir. Horozibiği, Meksika ve Şili bölgelerinde İncal, Aztec ve Mayalar döneminde Kiwicha, Huautli ve Alégria gibi isimleriyle bilindiği ve yapılan araştırmalar sırasında MÖ 2000'li yıllara ait mezarlarda dahi bu bitkiye rastlandığı belirtilmiştir. Ayrıca çeşitli dini törenlerde,

tanrı heykellerinin kaplanmasında pigment olarak ve vergilerin ödenmesinden para birimi olarak kullanılması kadar pek çok alanda kıymetli kabul edilerek değerlendirilmiştir (Pospišil ve ark., 2006; Amicarelli ve Camaggio, 2012).

Horozibiği kısa ömürlü bir bitki olmasının yanında insanların tüketimine bağlı genel olarak tahıl ve sebze diye ayrılabilen 60 civarında türden oluşmaktadır (Pisařiková ve ark., 2006; Mlakar ve ark., 2010; Venskutonis ve Kraujalis, 2013). Özellikle Aztec, Maya ve İnka uygarlıklarının başlıca besin kaynaklarından biri olmasına karşın bu kültürlerin çöküşünün ardından zamanla özelliğini de kaybetmiştir (Schoenlechner ve ark., 2008; Alvarez-Jubete ve ark., 2010b). Dünyanın diğer bölgelerine nasıl yayıldığına dair kesin bilgiler olmaması ve anavatanında insan beslenmesinde yeterli öneme ulaşamamasına karşın, yüzyıllardır Avrupa'da süs bitkisi olarak, Afrika'da sebze ve Asya'da mısır gibi tüketilmektedir (Borneo ve Aguirre, 2008).

Horozibiği yaşam süresi açısından yıllık, fizyolojik olarak C4, dikotilodon bir yapıda olup gövdesi 3 metreye ulaşabilmektedir. Çiçekleri çok küçük, gruplaşmış bir biçimde ve bitkinin tür özelliklerine bağlı olarak sarı, yeşil, kırmızı veya mor renkli olabilmektedir. Tohumları da siyah, beyaz, sarı veya kırmızı renklindedir. Tohumlarının bin tane ağırlığı 0.6 g ile 1.2 g arasında değişebilmektedir (Teutonico ve Knorr, 1985; Amicarelli ve Camaggio, 2012).

Görsel anlamda ilginç çiçek salkımları ve renkli çiçekleri barındırması, ayrıca yapılan ıslah çalışmaları sonucunda bitki boyunun kısaltılabilmesi, horozibiğini peyzaj çalışmaları açısından da vazgeçilemez bitki konumuna sevk etmektedir. Zira bitkinin sıcaklık ve kuraklığa dayanım gücü yüksektir (Dönmez, 2009).

Horozibiğinin taze yaprakları sebze olarak tüketildiği gibi soslarda veya kurutulup öğütüldükten sonra baharat olarak da kullanılabilir. Örneğin; 100 gram taze ıspanak yaprağı 90-99 mg kalsiyum, 28-51 mg C vitamini, 2.7-3.1 mg demir ve 2.9-3.2 g protein içerir; aynı miktarda horozibiği yaprağını 215-260 mg kalsiyum, 43-55 mg C vitamini, 2.3-3.2 mg demir ve 2.5-3.5 g protein içerdiği belirlenmiştir (Uusikua ve ark., 2010).

Horozibiği tanelerinin besleyicilik yönünden zengin olması nedeniyle buğday ve mısır gibi tahılların önüne geçmektedir (Çizelge 1) (Caselato-Sousa ve Amaya-Farfan, 2012; Barba de la Rosa ve ark., 2009). Ayrıca klasik tahıllardan yüksek protein içeriği ve gluten içermemesi nedeniyle alternatif gıda kaynaklarından biri olarak da gösterilmektedir (Alvarez-Jubete ve ark., 2010a). Özellikle Çölyak (*Celiac*) rahatsızlığına sahip kişilerin (*gluten enteropatisi*) tıpkı kinoa'da (*Chenopodium quinoa*) olduğu gibi (Dumanoğlu ve Geren, 2016) rahatlıkla tüketebileceği bir besin kaynağını simgelemektedir.

**Çizelge 1.** Horozibiği ve bazı tahıl tanelerinin kimyasal içerikleri (100 g kuru madde)

**Table 1.** Chemical composition of some cereal and amaranth grain (100 g DM)

	Horozibiği	Mısır	Buğday
Enerji (kcal)	365-370	390-410	370-390
Ham protein (g)	11-18	10	14
Ham lif (g)	6.5-9	3-4	2-3
Kalsiyum (mg)	160-212	5-7	33-35
Demir (mg)	7-15	2-3	2.5-3.3
C Vitamini (mg)	4-7	-	-

Horozibiği iklim değişliklerinden fazla etkilenmemesi, farklı toprak tiplerinde başarıyla yetişebilmesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanımı gibi özellikleri nedeniyle dünyanın pek çok bölgesinde tarımı yapılan bir bitkidir (Das, 2016). Avrupa'da en fazla Avusturya, Çek ve Slovak Cumhuriyetleri, Macaristan, Almanya, Polonya, İspanya ve İtalya'da ilgi görmektedir (Valcárcel-Yamani ve ark., 2012). Türkiye'ye son birkaç yıl içinde giriş yapan horozibiği, Latin Amerika bölgesinin doğal bir bitkisi olup, geleneksel tahıl üretimiyle karşılaştırıldığında daha düşük girdili ve hastalıklara karşı daha dayanıklı bir bitkiyi (Venskutonis ve Kraujalis, 2013) temsil etmektedir. Bu nedenle bitkinin üretim teknikleri hakkında bilgi sahibi olabilmek sadece Türkiye için değil, yetisebileceği olası diğer ülkeler için de büyük bir önem taşımaktadır.

Bilindiği gibi, tarımsal açıdan bitkilerin birim alandan elde edilen verimlerini yükseltmenin en etkili ve temel yollarında birisi, gübre ihtiyaçlarını optimum bir dozda ve zamanda karşılamaktan geçmektedir. Elbehri ve ark. (1993) tarafından 1990 yılında Minnesota'nın üç farklı ekolojik koşulunda (St.Paul, Rosemount, Lambertson) yürütölen bir denemede, farklı azot seviyelerinin (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) altı değişik horozibiği genotipi [Amont, K266, K283 (*Amaranthus cruentus*); Plainsman, K432, D136 (*A.hypochondriacus*)] üzerindeki etkileri incelenmiştir. Artan azot seviyelerinin bitki boyu, tane ham protein içeriği ve tane verimi üzerine önemli etkilerinin bulunduğunu bildiren araştırıcılar, bin tane ağırlığı ve hasat indeksinin ise N dozlarından etkilenmediğini belirtmişlerdir. Araştırıcılar, artan N seviyelerinin genotiplere göre değişmekle birlikte bitkilerde yatmaya neden olduğunu da eklemişlerdir. Diğer yandan Saini ve Shekhar (1998) *Amaranthus hypochondriacus* üzerinde farklı azot seviyelerini inceledikleri çalışmaları, 9 kg N/da uygulamasına kadar artan verim ve verim bileşenlerinin, bu seviyenin üzerindeki artışlardan olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Ülkemizde Samsun ekolojik koşullarında horozibiği bitkisiyle ilk çalışmaları yürüten Acar (1996) ile Genç ve Acar (1999), Tataristan kökenli iki yemlik horozibiği genotipini [D-337 (beyaz tohumlu) (*Amaranthus*

*mantegazzianus*) ve D-338 (siyah tohumlu) (*A.cruentus*) kullanmışlardır. Beş farklı azot seviyesini (0-3-6-9-12 kg/da) inceleyen araştırmacılar; D-338 genotipinin tohum verimi, 1000 tane ağırlığı ve ham protein açısından D-337'den daha üstün olduğunu ifade etmişlerdir. Uygulanan N seviyelerinin tohum verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirten araştırmacı Acar (1996), diğer çalışmalarında aynı N seviyelerinde (0-3-6-9-12 kg/da) artışa bağlı olarak bitkilerin boy, yaprak sayısı ve sap kalınlıklarında da artışlar kaydedildiğini bildirmişlerdir (Genç ve Acar, 1999).

Myers (1998) tarafından 1991-1992 yıllarında Orta Missouri koşullarında yürütülen çalışmada, üç farklı horozibiği genotipine [K266 (*Amaranthus cruentus*), Plainsman (*A.hypochondriacus*) ve D136 (*A.hybridus* × *A.hypochondriacus* ile *A.hypochondriacus* × *A.caudatus* melezi)] dekara 0-4.5-9-13.5 ve 18 kg N verilmiştir. Artan azot dozlarının her üç genotipin bitki boyu ve tohum verimi üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirten araştırmacı, bin tane ağırlığına N dozlarının önemli etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Araştırmacı, en yüksek tane veriminin D136 isimli melez genotipten sağlandığını da ifade etmiştir.

Akanbi ve Togun (2002) tarafından 1997-1998 yıllarında Ibadan-Nijerya koşullarında yürütülen bir tarla denemesinde, *Amaranthus cruentus* bitkisi, mısır sömeği kompostu (0-150-300-450 kg/da) ve N seviyesi (0-3-6 kg N/da) altında yetiştirilmiştir. 0 kg/da kompost uygulaması altında artan azot seviyesinin bitki boyu, yaprak sayısı ve tek bitki kuru ağırlığını da yükselttiğini bildiren araştırmacılar, en yüksek performansın dekara 300 kg mısır sömeği kompostu ve 3 kg N uygulamasından alındığını da eklemiştir.

Erley ve ark. (2005) tarafından 1994-1995 yıllarında Güney Almanya koşullarında yürütülen bir çalışmada, iki değişik horozibiği genotipi [K343 ve K432, *Amaranthus hypochondriacus* × *hybridus*], 0 (kontrol), 8 ve 12 kg/da azot seviyesi altında yetiştirilmiştir. Kontrol grubunda ortalama 199 kg/da olan tane veriminin, 8 ve 12 kg N/da uygulaması karşısında sırasıyla 248 kg ve 277 kg/da'a yükseldiğini ancak, bu iki doz arasında önemli fark olmadığını bildirmişlerdir. Hasat indeksi üzerine de (ortalama %22) azot seviyelerinin önemli etkisinin bulunmadığını bildiren araştırmacılar, artan N seviyesinin azot kullanım etkinliğini azalttığı ancak yatmaya neden olmadığını da ifade etmişlerdir.

Pospışil ve ark. (2006) tarafından 2002-2004 yıllarında Zagreb ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, iki farklı horozibiği genotipine [G6 (*Amaranthus cruentus*); 1008 (*A.hypochondriacus*)] dekara 0 (kontrol), 5 ve 10 kg azot uygulanmıştır. Artan N seviyelerinin bitki boyu, tane ham protein oranı ve kuru madde oranı üzerinde önemli etkisinin olmadığını bildiren araştırmacılar, genotipler arasında önemli fark

olduğunu belirtmişlerdir. İkinci yıl tane verimi ve bin tane ağırlığı üzerinde N seviyelerinin önemli etkisinin olduğunu fakat dekara 5 kg ile 10 kg azot seviyesi arasında istatistiki açıdan önemli bir bulunmadığını da ifade etmişlerdir. Bu çalışma; kontrollü şartlar altında yetiştirilen horozibiği bitkisinde, farklı azot ve fosfor seviyelerinin tane verimi ve bazı verim unsurları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2016 yılı Mayıs-Ekim ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bornova deneme alanları üzerinde, dış ortam saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede, Arjantin'den temin edilen "Don Juan" isimli beyaz tohumlu horozibiği (*Amarantus mantegazzianus*) çeşidi kullanılmıştır. Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Çalışmada kullanılan toprak, İzmir'in Bayındır ilçesinden temin edilerek, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarları'nda fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuş (Çizelge 3) ve faydalı N, P, K bakımından fakir, Ca açısından normal düzeyde olduğu saptanmış, diğer toprak özellikleri ve iklim bakımından horozibiği bitkisinin yetişmesini kısıtlayıcı bir unsurun bulunmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada iki faktör incelenmiş olup, bunlar; a) beş azot (N0:0 kg/da, N5:5 kg/da, N10:10 kg/da, N15:15 kg/da, N20:20 kg/da) ve b) üç fosfor (P0:0 kg/da, P5:5 kg/da ve P10:10 kg/da) seviyesidir. İki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada toplam 60 saksı kullanılmıştır. 3 mm'lik elekten geçirilen çalışma toprağı, 17 kg toprak alacak şekilde plastik saksılara doldurulmuştur.

**Çizelge 2.** Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri

**Table 2.** Some meteorological characteristics of experimental area

Aylar	Hava Sıcaklığı (°C)		Yağış (mm)		Oransal nem (%)	
	2016	UYO	2016	UYO	2016	UYO
Mayıs	20.7	21.0	38.6	25.4	55.0	59.6
Haziran	27.5	26.0	2.8	7.5	47.9	52.9
Temmuz	29.3	28.3	-	2.1	44.5	51.2
Ağustos	28.9	27.9	0.2	1.7	51.0	53.9
Eylül	24.7	23.9	8.8	19.9	50.1	58.0
Ekim	19.4	19.1	0.5	43.2	57.7	64.0

UYO : Uzun Yıllar Ortalaması

**Çizelge 3.** Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

**Table 3.** Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler	Özellikler	Özellikler	Özellikler
Kum (%)	80.2	Eriyebilir Toplam Tuz (%)	0.03
Kil (%)	1.8	Organik Madde (%)	1.17
Mil (%)	18.0	Toplam N (%)	0.04
Bünye	tınlı kum	Faydalı P (ppm)	1.12
pH	5.83	Faydalı K (ppm)	85.6
Kireç (%)	0.82	Faydalı Ca (ppm)	1569

27 Mayıs 2016 tarihinde tohum ekimleri yapılmıştır. Ekimden önce her saksıya hesaplanan N (üre formunda) seviyesinin yarısı ile P (triple süper fosfat gübresi şekliinde) seviyesinin tamamı ve ayrıca tüm saksılara (N0 ve P0 hariç) dekara 10 kg hesabıyla K (potasyum sülfat) uygulanmıştır. Çıkışları garanti altına almak amacıyla her saksıya 10 adet tohum ekilmiş, çıkışlar tamamlanıp, bitkiler 15-20 cm boylandığında (21.06.2016) her saksıda iki adet bitki bırakılmış, diğerleri dikkatli bir şekilde ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Bu işlemden sonra N seviyesinin kalan yarısı da (amonyum nitrat formunda) saksılara uygulanmıştır. Dış ortamdaki saksıların üst kısmı yağışlı havalarda şeffaf naylonla örtülmüş ve yağışın olası etkilerinden korunmuştur.

Saksıların nem içeriği 2-3 günde bir dijital nemölçerle izlenmiş, saksılardaki su miktarı tarla kapasitesinin yarısının altına düştüğünde, çeşme suyuyla sulanarak tarla kapasitesine getirilmiştir. Bir başka ifadeyle, bitkilere su stresi uygulanmamıştır. Saksı içinde çıkan yabancı otlar elle temizlenmiştir. Çalışmamızda, bitkiler üzerinde herhangi bir hastalık görülmemiştir. Ancak bazı bitkilerde kırmızı örümceğe (*Tetranychus sp.*) rastlandığından (27.07.2016), bu zararlıyla mücadele için 10 gün arayla iki kez insektisit (2.2-dichloroethenyl dimethyl phosphate) uygulaması yapılmıştır. Saksıdaki bitkiler bir metre civarında boylandığında devrilmelerini önlemek için saksı merkezine dikilen bir tahta çubuğa bağlanmışır. Ayrıca bitkilerdeki çiçek salkımları döllenme işleminden sonra olası tane kaybını engellemek adına, tanelerin geçemeyeceği fakat havalanmanın engellenmediği gözenek aralığına sahip tülde yapılmış keselerle izole edilmiştir.

Saksıdaki bitkiler tamamen kuruduğu, bir başka ifadeyle, bitkinin çiçek salkımı elle ovuşturulduğu tanelerin avuç içine döküldüğu zamanda (Ekim ayı sonu) hasat işlemlerine başlanmışır. Biçilen bitkiler gölge bir ortamda bir hafta süreyle kurumaya bırakılmış ve ardından elle harmanlanarak taneler elde edilmiştir.

Çalışmada řu özellikler incelenmiştir: Bitki boyu (cm); toprak seviyesinden ana salkımın en uç noktasına kadar olan mesafe ölçülmüştür. Biyolojik verimi (g/bitki); hasat aşamasındaki kuru bitki toprak seviyesinden kesilmiş ve ağırlığı kaydedilmiştir. Hasat indeksi (%); bitki başına düşen tane ağırlığının, biyolojik verime bölünmesiyle belirlenmiştir. Tane verimi (g/bitki); tek bitkiden elde edilen taneler harmanlanıp temizlendikten sonra hassas teraziyile tartılmışır (tane nemi ~%13). Bin tane ağırlığı (g); yüz tohum içeren dört grubun ortalama ağırlığı belirlenmiş ve sonuç on ile çarpılmışır. Tane ham protein oranı (%); bitkiden alınan tohumlar değirmende un haline getirildikten sonra söz konusu örneklere Kjeldahl yönteminin uygulanmasıyla N içerikleri saptanmış, N oranının 6.25 katsayısı ile çarpılması sonucunda ham protein oranları hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiksel olarak (LSD, %1) değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).

## ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA

**Bitki boyu:** İstatistik analiz sonuçları, uygulanan azot ve fosfor seviyelerinin horozibiğinde bitki boyu üzerine önemli etkilerinin olduğunu fakat PxN interaksyonunun önemsiz olduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4). Çalışmamızda bitki boyları 89.6 cm ile 128.1 cm arasında değişmiştir. N seviyesi ortalaması bakımından en yüksek bitki boyu 115.2 cm ile N20 uygulamasında belirlenirken onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan N15 (112.2 cm) uygulaması izlemiş, en düşük bitki boyu ise 96.2 cm ile N0 yani kontrol uygulamasından elde edilmiştir. P uygulamalarına göre, en yüksek bitki boyu 115.6 cm ile P10, en düşük bitki boyu ise 102.7 cm ile P0 yani kontrol uygulamasında kaydedilmiştir.

Bitki boyuna ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiğine uygulanan P ve N seviyesi arttıkça boyların da yükseldiği saptanmıştır. Ancak N20 ile N15 seviyeleri arasında fark bulunmamıştır. Bitkilere uygulanan N seviyeleri yükseldikçe, vejetatif aksamın yani bitki boyunun arttığını, buna karşılık aşırı N dozlarının bitkilerde fitotoksik etkilere yol açtığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Elbehri ve ark., 1993; Myers, 1998; Akanbi ve Togun, 2002). Örneğin, Orta Missouri koşullarında üç farklı horozibiği genotipine (K266, Plainsman, D136) dekara 0-4.5-9-13.5 ve 18 kg N uygulayan Myers (1998), artan azot dozlarının bitki boyu üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirtmiştir. 0 kg N/da seviyesinde ortalama 140 cm olan bitki boyunun 13.5 kg N/da uygulamasında 170 cm, 18 kg N/da uygulamasında ise 174 cm'ye ulaştığına dikkat çekmiştir. Nairobi-Kenya koşullarında *Amaranthus hybridus*a dekara 0, 2, 4 ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulayan Meyo (2004), artan P dozlarında bitki boylarının da yükseldiğini ancak 4 kg ile 6 kg P seviyeleri arasında önemli fark olmadığını bildirmiştir. Ibadan-Nijerya ekolojik koşullarında *Amaranthus cruentus*a dekara 0, 5 ve 10 kg fosfor uygulayan Olofintoye ve ark. (2011), P dozlarının horozibiği bitki boyları üzerinde önemli etkisinin olduğunu, 0 kg P uygulamasında ortalama 114 cm bitki boyunun, 5 kg P uygulamasında 118 cm, 10 kg P uygulamasında ise 134 cm'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız artan N ve P seviyesi karşısında bitkisi boylarının da yükseldiğini bildiren pek çok araştırıcının sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

**Çizelge 4.** Farklı azot ve fosfor seviyelerinin horozibiğinde verim ve bazı verim unsurlarına etkisi**Table 4.** Effect of different nitrogen and phosphorus levels on the yield and some yield characteristics of amaranth

	P0	P5	P10	Ort.	P0	P5	P10	Ort.
	Bitki boyu (cm)				Biyolojik verim (g/bitki)			
N0	89.6	95.3	103.8	96.2	36.4	58.1	58.5	51.0
N5	93.5	103.5	107.0	101.3	40.6	59.7	62.6	54.3
N10	98.0	104.3	114.1	105.4	41.6	61.2	70.6	57.8
N15	102.6	108.6	125.3	112.2	55.8	63.0	86.7	68.5
N20	102.7	114.8	128.1	115.2	56.5	72.9	86.6	72.0
Ort.	102.7	105.3	115.6	106.1	46.2	63.0	73.0	60.7
LSD (%1)	P:6.94 N:8.97 PxN: ÖD CV(%): 7.68				P:4.18 N:5.40 PxN:9.35 CV(%):8.08			
	1000 tane ağırlığı (mg)				Tane ham protein içeriği (%)			
N0	577	580	554	570	10.6	11.7	13.5	11.9
N5	567	581	626	591	10.7	12.4	15.4	12.8
N10	562	636	632	610	10.9	12.5	16.9	13.4
N15	573	667	701	647	11.5	12.7	17.4	13.8
N20	647	686	712	682	11.5	13.4	17.5	14.1
Ort.	585	630	645	620	11.0	12.5	16.1	13.2
LSD (%1)	P:2.7 N:3.5 PxN:6.0 CV(%):5.12				P:0.40 N:0.52 PxN:0.90 CV(%):3.57			
	Hasat indeksi (%)				Tane verimi (g/bitki)			
N0	5.7	6.4	8.5	6.9	2.1	3.7	5.0	3.6
N5	6.2	6.6	8.8	7.2	2.5	3.9	5.5	3.9
N10	6.3	7.1	9.1	7.5	2.6	4.3	6.4	4.4
N15	4.6	7.5	8.5	6.9	2.6	4.7	7.4	4.9
N20	4.7	7.6	7.5	6.6	2.6	5.6	6.5	4.9
Ort.	5.5	7.0	8.5	7.0	2.5	4.4	6.0	4.3
LSD (%1)	P:0.88 N:ÖD PxN: ÖD CV(%):14.87				P:0.41 N:0.48 PxN:0.81 CV(%):11.03			

ÖD: önemli değil (not significant), CV: varyasyon katsayısı (coefficient of variation)

**Biyolojik verim:** Analiz sonuçları, PxN interaksiyonunun önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4). Çalışmamızda bitki başına en yüksek biyolojik verim 86.6 g ile P10-N15 kombinasyonundan elde edilirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P10-N20 (86.6 g) kombinasyonu izlemiştir. Bitki başına en düşük biyolojik verim ise 36.4 g ile P0-N0 kombinasyonundan elde edilmiş olup, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P0-N5 (40.6 g) ve P0-N10 (41.6 g) kombinasyonları izlemiştir.

Bilindiği gibi, bitkilerin verim potansiyelinin ortaya çıkarılmasında incelenmesi gereken başlıca özelliklerden biri olan biyolojik verim, bitkinin kök hariç topraküstü kuru aksamını simgelemektedir. Çalışmamızın bitki başına biyolojik verimine ait bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiğine uygulanan fosfor ve azot seviyesi yükseldikçe biyolojik verimlerin de arttığı belirlenmiştir. Ancak P10 seviyesi altında N15 ve N20 seviyeleri arasında fark bulunmadığı anlaşılmış, diğer taraftan toprağa verilen her P seviyesi biyolojik verimi olumlu yönde geliştirmiştir. Nairobi koşullarında *A.hybridus*'a dekara 0, 2.5, 5 ve 7.5 kg N ile 0, 2, 4 ve 6 kg P uygulayan Meyo (2004), yükselen N ve P seviyelerinin toplam kuru ağırlığı da arttırdığını ifade etmiştir. Dekara 5 kg N ile 7.5 kg N uygulaması arasında önemli fark olmadığını bildiren araştırmacı, 0 kg P/da'dan 4 kg P/da uygulamasına kadar artan toplam kuru verimin 6 kg P/da uygulamasında azaldığını bildirmiştir. Ibadan

ekolojik koşullarında *A.cruentus*'a dekara 0, 5 ve 10 kg P uygulayan Olofintoye ve ark. (2011), fosfor dozlarının horozibiği biyolojik verimi üzerinde önemli etkisinin olduğunu, 0 kg P uygulamasında metre karede ortalama 4.95 kg olan biyolojik verimin, 5 kg P uygulamasında 5.1 kg, 10 kg P uygulamasında ise 5.4 kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacı gurubunun diğer bir çalışmasında (Olofintoye ve ark., 2015), farklı horozibiği genotiplerine (TE81/28 ve CEN 18/97) değişik N seviyesi (0-2.5-5-7.5-10 kg N/da organik gübre ve 10 kg N/da inorganik gübre) uygulanmış ve artan N seviyesinin biyolojik verimi önemli ve olumlu düzeyde etkilediği saptanmıştır. Araştırmacılar biyolojik verim üzerinde yıl etkisinin azot seviyesinden daha yüksek olduğunu da vurgulamışlardır. Biyolojik verime ilişkin bulgularımızın, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

**1000 tane ağırlığı:** Uygulanan istatistiki analiz sonuçları, bin tane ağırlığının PxN interaksiyonu etkisi altında bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4). En yüksek bin tane ağırlığı 712 mg ile P10-N20 kombinasyonunda belirlenirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P10-N15 (701 mg), P5-N20 (686 mg) ve P5-N15 (667 mg) kombinasyonları takip etmiştir. Rakamsal olarak en düşük bin tane ağırlığı ise 562 mg ile P0-N10 kombinasyonunda kaydedilmiştir. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan fosfor ve azot seviyeleri yükseldikçe tanelerin

irileğtiği, bir başka ifadeyle bin tane ağırlıklarının arttığı sđylenilmektedir. Ancak bitkinin sahip olduğu tanelerin çok k boyutlarda olduğu ve bin tane ağırlıklarının bir gramın bile altında kaldığı da gđrlmřtr. Bu ek olarak, P15 ile P10 ve N20 ile N15 seviyeleri arasında bir fark bulunmadığı da izlenmiştir. Bazı araştırıcılar (Teutonico ve Knorr, 1985; Olaniyi ve ark., 2008), *Amaranthaceae* familyasındaki bitkilerin tohum boyutlarının (ap, ağırlık) az sayıda gen tarafından kontrol edilmesi nedeniyle çevresel koşullardan etkilenmediğini; gübreleme, sulama, vb. tarımsal işlemlerin tane verimi üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneğin, Myers (1998), artan azot dozlarının (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) bin tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin bulunmadığını, bin tane ağırlığının 724-752 mg arasında değiştiğini bildirmiştir. Zagreb koşullarında *Amaranthus cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine dekara 0, 5 ve 10 kg N uygulayan Pospışil ve ark. (2006), birinci ve nc yıl artan N seviyelerinin bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Fakat araştırıcılar ikinci yıl kontrol (0 kg/da N) uygulamasında 730 mg olan bin tane ağırlığının, 5 ve 10 kg/da N verildiğinde sırasıyla 747 ve 750 mg'a yükseldiğini, ancak bu iki doz arasında fark olmadığını ifade etmişlerdir. Genç ve Acar (1999), horozibiği genotiplerine uyguladığı azot seviyelerinin (0-3-6-9-12 kg/da) bin tane ağırlığı ve çimlenme glerine bir etkisinin bulunmadığını vurgulamışlardır.

**Tane ham protein (HP) içeriği:** Yapılan istatistik analizler, horozibiği tanesinin HP içeriği zerine PxN interaksiyonunun önemli etkisinin olduğunu gđstermiřtir (izelge 4). Bu bağlamda en yüksek HP içeriği %17.5 ile P10-N20 kombinasyonunda kaydedilirken onu istatistiki olarak aynı yer alan P10-N15 (%17.4) ve P10-N10 (%16.9) uygulamaları izlemiştir. Rakamsal olarak en düşük HP içeriğine ise %10.4 ile P0-N0 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan azot ve fosfor seviyesi yükseldikçe tanedeki HP içeriğinin de arttığı sđylenebilir, ancak N20 ile N15 seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark olmadığı da saptanmıştır.

*Amaranthus hybridus*'a dekara 0-2.5-5-7.5 kg N ile 0-2-4-6 kg P uygulayan Meyo (2004), artan N veya P seviyelerinin sekiz haftalık bitkilerin kuru yaprak HP içerikleri üzerinde önemli etkilere sahip olmadığını, değerlerin %29.6 ile %32.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Buna karşılık *A.mategazzianus* ve *A.cruentus* bitkilerine 0-3-6-9-12 kg N/da uygulayan Genç ve Acar (1999), artan N seviyelerinin kuru otun HP içeriğini yükselttiğini ifade etmişlerdir. *A.cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine dekara 0, 5 ve 10 kg N uygulayan Pospışil ve ark. (2006), her iki bitkide artan N

seviyelerinin tane HP içeriğine önemli etkisinin olmadığını, değerlerin %16.2 ile %16.9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. İki farklı horozibiği genotipine 0-1.5-3-4.5-6 kg/da N uygulayan Olaniyi ve ark. (2008), N seviyelerinin tane HP kapsamı üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu, 0 kg N/da (kontrol) %14.3 olan tane HP içeriğinin diğer seviyeler için sırasıyla %16.5-%16.8-%18.4-%16.5 olarak saptandığını bildirmişlerdir. Artan N seviyelerinin horozibiği yapraklardaki HP içeriğine (ortalama %24) etkisinin önemli olmadığını belirten araştırıcılar, tane HP içeriğinin yapraktan daha düşük düzeyde olduğunu da eklemişlerdir. Abbasi ve ark. (2012), *A.hypochondriacus* bitkisinde farklı azot seviyelerinin (12-18-24 kg N/da) iki farklı hasat zamanı altındaki yaprak HP içeriğini inceledikleri çalışmalarında, N dozlarının hasat zamanına bağlı olarak HP oranını önemli düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir. Tane HP içeriğine ilişkin bulgularımızın, yukarıdaki araştırıcıların saptamalarıyla uyum içerisinde olduğu izlenmektedir.

**Hasat indeksi (HI):** İstatistiki analiz sonuçları, horozibiği bitkisinin hasat indeksi üzerine sadece fosfor seviyesinin önemli etkisinin olduğunu, azot seviyesi ile PxN interaksiyonunun önemli olmadığını gđstermiřtir (izelge 4). Bu açıdan en yüksek hasat indeksi ortalaması %8.5 ile P10, en düşük değer ise %5.5 ile P0 yani kontrol uygulamasında sağlanmıştır. Çalışmamızda artan fosfor seviyelerinin hasat indeksini yükselttiği saptanırken, azot seviyeleri arasında istatistiki bir fark belirlenmemiş ve ortalaması %7.0 olarak kaydedilmiştir. Bilindiği gibi tarımsal çalışmalarda hasat indeksi önemli bir seçim ölçütüdür. Nitekim Bertero ve ark. (2004) ve Geren ve Göre (2017), tane veriminin biyolojik verime oranı olarak elde edilmesi nedeniyle HI'nin farklı evre koşullarından tane verimine göre daha az etkilenebileceğini, bu nedenle HI'nin önemli bir seçim ölçütü olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

*A.cruentus* bitkisine uygulanan fosfor seviyesi arttığı (0-5-10 kg P/da) hasat indeksinin yükseldiğini (sırasıyla %2.87, %3.25 ve %3.54) bildiren Olofintoye ve ark. (2011), diğer bir çalışmalarında ise (Olofintoye ve ark., 2015), artan azot seviyesinin (0-2.5-5-7.5-10 kg N/da) HI'yi yine yükselttiğini (sırasıyla %3.6, %5.2, %7.9, %9.5, %11.0) ifade etmişlerdir. Erley ve ark. (2005) *Amaranthus hypochondriacus*×*hybridus* bitkisinde (0, 8 ve 12 kg N/da), Ejjeji ve Adeniran (2010) ise *A.cruentus* bitkisinde artan N dozlarının (4.5-6.7-9 kg N/da) hasat indeksi üzerine önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 10 kg P/da seviyesi altındaki 10 kg N/da uygulamasında kaydedilen HI değerlerinin diğer uygulamalardan daha yüksek olması, yre koşullarında horozibiğine bu gübre seviyelerinin uygulanması gerektiğine işaret etmektedir.

**Tane verimi:** Yapılan analizler tane verimi üzerine PxN interaksiyonunun önemli etkisinin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4). En yüksek tane verimi 7.4 g/bitki ile P10 ve N15 uygulamasından elde edilirken, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan P10 ve N20 (6.5 g/bitki) uygulaması izlemiştir. Rakamsal olarak en düşük tane verimi ise 2.1 g/bitki ile P0 ve N0 (kontrol) uygulamasından sağlanmış olmasına karşılık, P0 seviyesi altında ele alınan tüm N dozlarının son grupta yer aldığı anlaşılmıştır. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan azot ve fosfor seviyesi yükseldikçe tane veriminin de arttığı, ancak N15 ve N20 seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark olmadığı saptanmıştır.

Acar (1996) ile Genç ve Acar (1999), *Amaranthus matagazzianus* ve *A.cruentus* bitkilerine 0-3-6-9-12 kg N/da uygulamışlar ve artan N seviyelerinin tane verimi (ortalama 91 kg/da) üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmişlerdir. Pospişil ve ark. (2006), *A.cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine uygulanan azot seviyesi yükseldikçe (0-5-10 kg/da) birinci ve üçüncü tane veriminin etkilenmediğini (208-250 kg/da), ancak ikinci yıl etkilendiğini vurgulamışlardır. İkinci yıl tane veriminin neredeyse yarı yarıya düştüğünü bildiren araştırmacılar, N verilmeyen parsellerde 104 kg/da olan tane veriminin, 5 kg N/da uygulamasında 143 kg/da'a, 10 kg N/da uygulamasında ise 152 kg/da'a yükseldiğini, ancak bu iki doz arasında fark olmadığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan Olofintoye ve ark. (2011), *Amaranthus cruentus* bitkisine uygulanan fosfor seviyesi arttıkça (0-5-10 kg/da) tane veriminin de yükseldiğini (sırasıyla 142-160-180 g/m<sup>2</sup>) bildirmişlerdir.

Myers (1998), horozibiği genotiplerine uyguladığı N seviyelerinin (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) tohum verimi üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirtmiştir. Tane verimi açısından ilk yıl 9 ve 13.5 kg N/da seviyeleri arasında önemli farkın bulunmadığını (ortalama 217.4 kg/da) açıklayan araştırmacı, 18 kg N/da dozunda verimin 209.2 kg/da'a düştüğünü vurgulamıştır.

Bulgularımız ile yukarıdaki araştırmacıların sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, *Amaranthus sp.* bitkisinde tane veriminin P ve N uygulamalarıyla kontrole göre 3-3.5 kat arttığı ancak verimin, çalışmalarda kullanılan genotiplere, denemelerin yürütüldüğü değişik toprak ve iklim koşullarına ve çalışmalarda uygulanan tarımsal işlemlere (ekim zamanı, bitki sıklığı, vb.) sıkı bir şekilde bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Ege bölgesinin tipik Akdeniz iklimi koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bu ön çalışmamızda; farklı fosfor (0, 5, 10 kg/da) ve azot (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) gübre dozlarında horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) bitkisinin "Don Juan" çeşidi yetiştirilmiştir. İncelenen N ve P seviyelerinin tane verimi ve diğer verim unsurları üzerinde önemli etkilerinin bulunduğu saptanmıştır. En yüksek tane verimi ile HP verimi dekara 10 kg P ve 15 kg N uygulamasından elde edilmiştir. Bir ön çalışma niteliğinde elde edilen bu sonuçların, tarla çalışmalarıyla en az iki yıl süreyle test edilmesi, yeni çeşitlerin devreye sokularak detaylı çalışmalarla incelenmesi, daha güvenilir sonuçların alınmasına neden olacağı kanaatine de varılmıştır.

### KAYNAKLAR

- Abbasi, D., Rouzbehan Y. and J. Rezaei. 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*), *Animal feed Science and Technology*, 171, 6-12.
- Acar, Z. 1996. İki yemlik horoz ibiği çeşidinin verimi ve bazı özelliklerine farklı azot dozlarının etkileri üzerine bir araştırma I. Tohum verimi, *Ondokuz Mayıs Ün. Ziraat Fak. Dergisi*, 11(2):187-196.
- Akanbi, W.B. and A.O. Togun. 2002. The influence of maize-stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of amaranth, *Scientia Horticulturae* 93:1-8.
- Alvarez-Jubetea, L., E. K. Arendt and E. Gallagera. 2010a. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, In: *Trends in Food Science & Technology* 21:106-113.
- Alvarez-Jubete, L., M. Auty, E.K. Arendt and E. Gallager E. 2010b. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *Eur Food Res Technol* 230:437-45.
- Amicarelli, V. and G. Camaggi. 2012. *Amaranthus*: A Crop to Rediscover, *Forum Ware International* 2.
- Bertero, H.D., A.J.de la Vega, G.Correa, S.E.Jacobsen and A.Mujica. 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials, *Field Crops Research*, 89:299-318.
- Barba de la Rosa, A.P., I.S. Fomsgaard, B. Larsen; Mortensen, A.G.; L. Olvera-Martinez, C. Silva-Sanchez, A. Mendoza-Herrera, J. Gonzalez-Castaneda, A. De Leon-Rodriguez. 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality, In: *Journal of Cereal Science* 49:117-121.
- Borneo, R. and A. Aguirre. 2008. Chemical composition, cooking cereals, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour, In: *LWT - Food Science and Technology* 41:1748-1751.
- Caselato-Sousa, V.M. and J. Amaya-Farfán. 2012. State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review, *Journal of Food Science* 77(4):93-104.
- Das S. 2016. A Promising Crop of Future, Saubhik Das Department of Botany Taki Government College West Bengal, ISBN 978-981-10-



- 1468-0 / DOI 10.1007/978-981-10-1469-7\_1/Springer Science + Business Media Singapore.
- Dumanoğlu, Z. ve H. Geren. 2016. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da farklı tuz (NaCl) yoğunluklarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 53(2):153-159.
- Dönmez S. 2009. Bartın Koşullarında Doğal Maddelerin (Baykal EM1 ve Biyohumus) *Amaranthus caudatus* var. *bulava* ve *Amaranthus tricolor* var. *valentina*'da Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Proseslere Etkisi ve Bu Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanımı, Bartın Ün. Fen Bilimleri Enst. Orman Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın.
- Elbehri, A., D.H. Putnam and M. Schmitt 1993. Nitrogen fertilizer and cultivar effects on yield and nitrogen-use efficiency of grain amaranth. *Agron. J.* 85, 120-128.
- Ejjeji, C.J. and K.A. Adeniran. 2010. Effects of water and fertilizer stress on the yield, fresh and dry matter production of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Aus. J. Agric. Eng.* 1(1):18-24.
- Erlay, G.S., H.P. Kaul, M. Kruse and W. Aufhammer. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization, *Europ. J. Agronomy, Short communication*, 22 (95-100).
- Genç, N. ve Z. Acar. 1999. Horozibiği (*Amaranthus sp.*)'nin azot ihtiyacının ot ve tohum veriminin ve bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Ondokuz Mayıs Ün. Ziraat Fak. Dergisi*, 14(3):65-75.
- Geren, H. ve E. Güre. 2017. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1):1-8
- Kalač, P. and J. Moudrý. 2000. Chemical composition and nutritional value of amaranth grains (in Czech). *Czech J Food Sci* 18: 201-206
- Meyo, C.A. 2004. The effect of nitrogen and phosphorous application on growth, yield and nutritional quality of vegetable amaranth (*Amaranthus hybridus*), The Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Nairobi, M.Sc. Thesis, 66p.
- Mlakar, S.G., M. Bavec, M. Turinek and F. Bavec. 2009. Rheological properties of dough made from grain amaranth-cereal composite flours based on wheat and spelt. *Czech J Food Sci* 27:309-19.
- Mlakar, S.G., M. Turinek, M. Jakop, M. Bavec and F. Bazvec. 2010. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. *Revija za geografijo – Journal for Geography* 5:135-45.
- Myers, R.L. 1998. Nitrogen fertilizer effect on grain Amaranth, *Agron. Jour.* 90:597-602.
- Olaniyi, J.O., K.A. Adelasoye and C.O. Jegede. 2008. Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties, *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (4): 506-513.
- Olofintoye, J.A.T. , H.A. Adeniyi and O.A. Adetula. 2011. Effects of phosphorus fertilizer and intra row spacing on the growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus cruentus*), *Agricultural Journal* 6(6):366-368.
- Olofintoye, J.A.T., Y.A. Abayomi and O. Olugbemi. 2015. Yield responses of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) varieties to varying planting density and soil amendment, *African Journal of Agricultural Research*, 10(21):2218-2225.
- Pimentel, D., A. Marklein, M.A. Toth, M. Karpoff, G.S. Paul, R. McCormack, J. Kyriazis and T. Krueger. 2008. Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources, In: *Energies* 1, pp. 41-78.
- Pospišil, A., M. Pospišil, B. Varga and Z. Svečnjak. 2006. Grain yield and protein concentration of two amaranth species (*Amaranthus spp.*) as influenced by the nitrogen fertilization, *European Journal of Agronomy*, 25:250-253.
- Pisařková, B., J. Peterka, M. Trčková, J. Moudrý, Z. Zralý and I. Herzih. 2006. Chemical composition of the above-ground biomass of *Amaranthus cruentus* and *A.hypochondriacus*, *Acta Vet. Brno*, 75:133-138.
- Saini, J.P. and J. Shekhar. 1998. Effect of nitrogen fertilizer on growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) cultivars under drytemperate, *Indian J. Agron.* 43:(4):743-746.
- Schoenlechner, R, S. Siebenhandl and E. Berghofer. 2008. Pseudocereals. In: *Arendt EK, Dal Bello F, editors. Gluten-free cereal products and beverages. London: Elsevier/Academic Press. p:149-190.*
- Teutonico R.A. and D. Knorr. 1985. Amaranth: composition, properties and applications of a rediscovered food crop, In: *Food Technology* 39:49-61.
- Uusikua, N.P., A. Oelofsea, K.G. Duodub, M.J. Besterc and M. Faberd. 2010. Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: A review, In: *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 499-509.
- Valcárcel-Yamani, B., Caetano da S. Silva Lannes. 2012. Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus spp.*) and their influence in the nutritional value of cereal based foods, In: *Food and Public Health* 2:265-275.
- Venskutonis, P.R. and P. Kraujalis. 2013. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses, *Comprehensive Reviews in Food Science and Safety*, 12(4):381-412.
- Yurtsever , N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araç. Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):211-220

DOI: 10.20289/zfdergi.376458

Gülenay YILMAZ<sup>1</sup>  
Necip TOSUN<sup>2</sup>

## Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Tohumlarında *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni'nin Varlığının Moleküler Yöntemlerle Araştırılması

The Studies on the Presence of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni) in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds with Molecular Methods

<sup>1</sup> TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ziraat Karantina Müdürlüğü, 35230, İzmir / Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100, Bornova / Türkiye

sorumlu yazar: gulenay.yilmaz@tarim.gov.tr

Alınış (Received): 09.01.2018

Kabul tarihi (Accepted): 06.02.2018

### Anahtar Sözcükler:

*Plasmopara halstedii*, ayçiçeği (*Helianthus annuus*), PCR, hidroliz problemleri, optimizasyon

### ÖZET

**T**ohum kaynaklı olan ve tohumla taşınabilen etmenlerin hızlı tanınması ve bunların kontrol altına alınması sağlıklı bir ürün elde etmenin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ithalat aşamasında analiz şartı olan tohum kaynaklı *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni'nin ayçiçeği tohumundaki varlığının klasik yöntemlere göre çok daha avantajlı moleküler yöntemler kullanılarak optimizasyonunun gerçekleştirilmesidir. Klasik PCR (agaroz jel elektroforez) ile ilgili hesaplamaları EPPO (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu) Standart Protokolleri Appendix 2 ve Real Time PCR (hidroliz problemleri) ile ilgili hesaplamalar ise EPPO Standart Protokolleri Appendix 3 referans alınarak optimize edilmiştir. Ayrıca, EPPO Standart Protokollerinde yer almayan Real time PCR (SyberGreen) çalışmasında ise, SyberGreen Mastermix kit protokolü esas alınarak optimize edilmiştir. Böylece, ülkemiz karantina laboratuvarları içerisinde her üç moleküler protokolün daha uygulanabilir olması sağlanmıştır. Ayrıca, bu optimizasyon ile etmenin ayçiçeği tohumundan direkt tespitine yönelik ilk moleküler çalışma da ülkemiz karantina laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### Key Words:

*Plasmopara halstedii*, sunflower (*Helianthus annuus*), PCR, hydrolysis probes, optimization

### ABSTRACT

**T**he fact that rapid diagnosing of especially seed-borne pathogens and their control is the first step to obtain healthy crop. The aims of the study were to optimize the analyzing methods in detecting presence of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni requiring analysis at the time of importation in the sunflower seed using current molecular methods that were much more advantageous than that of classical methods. Calculations related to classical PCR (agarose gel electrophoresis) were optimized by referring to Appendix 2 of the EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) Standard Protocols while those related to real-time PCR (the hydrolyze probes) were optimized by referring to Appendix 3 of the EPPO Standard Protocols. Moreover, SyberGreen Mastermix Kit protocol was used for optimization for the study of real-time PCR (SyberGreen) that is not present in the EPPO Standard Protocols. Thus, it was provided that all three molecular protocols were confirmed for better applicable and practical ways for the quarantine laboratories in our country. Furthermore, the first molecular study for direct detection of the agent from sunflower seed through this optimization was conducted in quarantine laboratories of Turkey.

### GİRİŞ

*P.halstedii*, Chromista alemi, Oomycota şubesi, Oomycetes sınıfı, Peronosporales takımı, Peronosporaceae familyasındadır. *P.halstedii*, monopodial şekilde dallanmış, genellikle üç sterigmata ile sonlanan ve oval-eliptik sporangium taşıyan, her birinde apikal papillalar bulunan silindirik şeklindeki sporangiforları

ile karakterizedir. Etmen, tohumda misel ve/veya oospore formunda, tarlada ise bitki artıklarında oluşturduğu oosporlarla kışlar ve toprakta oospore formunda 5-10 yıl canlılığını sürdürebilir. *P. halstedii*'nin bu biyolojik özelliklerinden dolayı tohumla taşınma riski bulunmaktadır ve fitopatogen mikroorganizmaların taşınmasında tohum çok önemli rol oynamaktadır

(Noble,1957; Zizzerini, A. and Raggi, V.,1974). Tohumlar, üzerinde veya içinde bulundukları patojenlerden zarar görebildikleri gibi, bu patojenlerin yayılmalarında ve taşınmalarında aracılık görevini de yapabilmektedirler (Erkan, 1998).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü'ne bağlı Ziraî Karantina Müdürlüğü organizasyonu içinde bulunan karantina laboratuvarlarında, "Bitki Karantinası Yönetmeliği Listesi"nde ülkeye giriş şartı bulunan tüm bitki ve bitkisel ürünler, ithale mani teşkil eden karantinaya tabi zararlı organizmalar yönü ile analiz edilirler. *P.halstedii*, Avrupa Birliği Karantina Yönetmeliği'nde (Directive 92/103/CEE) ve ülkemiz Bitki Karantinası Yönetmeliği EK 2/B Listesi'nde yer almaktadır (www.mevzuat.gov.tr). Ülkemizde bulunmasına ve yaygın olarak görülmesine rağmen karantina listelerinden çıkarılmamasının sebebi; ırk oluşturma eğiliminin yüksek olmasıdır. Amaç, ayçiçeği yetiştirme alanlarında *P.halstedii*'nin yeni genotipleri veya yeni ırk'ları kadar fungusit dayanıklılığı gösteren izolatların yayılmasını da önlemektir (Moinard et al., 2006). *P.halstedii*'nin tohumdan hızlı, güvenilir ve hassas tespiti, hastalığın ülkeye girişini ve yayılmasını önlemek açısından büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle, özellikle ithalat giriş kapılarında bitki sağlığı tedbirleri uygulanmalıdır. Günümüze kadar fungal organizmaların tespit ve tanılanması klasik metotlara göre yapılmaktaydı ki bunlar, seçici besiyeri, yetiştirme testi, biyokimyasal, kimyasal ve immunobiyolojik analizlerdir (Singleton, 1992). Ayçiçeği mildiyösü *P.halstedii*, obligat bir patojendir ve morfolojik tanımlama sadece konukçu bitki üzerinde yetiştirme testi (in-vivo) olarak mümkündür (Bouterige et al., 2000). Patojenlerin teşhisi için temel olmasına karşın, bu yöntemlerin en önemli dezavantajları; kültüre alınmış organizmanın bu ortamdaki yeteneği, zaman, emek ve taksonomik uzmanlık gerektirmesidir. Yetiştirme testi analiz süresi 10-14 gün sürebilmekte bu durum, tohum ithalat ve ihracatı yapan kuruluşlar ile üreticileri olumsuz yönde etkilemektedir.

ELISA ve PCR gibi bir çok serolojik ve moleküler yöntemler, pratik ve güvenilir olarak tercih edilmektedir. Bu teknikler içerisinde en önemlilerinden birisi de PCR yöntemidir. PCR; basit, spesifik ve hassas bir tekniktir (Mullis, 1990). Teknik, ilk bulunduğu 1985 yılından itibaren hızlı bir gelişme göstermiş ve günümüzde bitki biyoteknolojisinin her alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Innis and Gelfand 1990). PCR'in en önemli özelliklerinden birisi, özel bir DNA dizisinin seçilip çoğaltılarak istenmeyen dizilerin ortaya çıkmasını önlenemesidir. Bu özellik, test edilen örnekler içerisinde aranan bölgenin olup olmadığını aynı zamanda bölgenin çok miktarda kopyası elde edileceğinden daha ileri tekniklerle DNA'nın analiz edilmesini sağlamaktadır (Kahya vd., 2013). Bitki

dokularından karantina etmenlerinin tespiti (Bonants et al., 2001; Balmas et al., 2005) ve tohumlardan karantina bakterilerinin varlığının tespiti için (Berg et al. 2005; Hadas, 2005) de çok sayıda özgün polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) testi geliştirilmiştir.

Eppo tarafından yayınlanan ve 13 Avrupa ülkesindeki toplam 16 laboratuvar tarafından test edilen (loos and lancu, 2008) PCR temelli tespit yönteminin ülkemizde de uygulanabilirliğinin belirlenmesi, hızlı tanı yöntemlerinin geliştirilmesi ve karantina önlemleri açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma ile *P.halstedii*'nin ithal ayçiçeği tohumlarındaki varlığının rutin tespit ve teşhisi için hassas ve güvenilir metotların ülkemizde de uygulanabilir bir duruma gelmesi sağlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Marteyal

Çalışmamızın ana materyalini 2011-2014 yılları arasında ithal edilmiş ve tesadüfi olarak seçilmiş üretim amaçlı ayçiçeği tohumları ile Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü yetiştirme alanları, Edirne Sera TGM ve Süloğlu Geçkinli köyü ayçiçeği mildiyösü belirtisi gösteren bitkilerden doğal olarak elde edilen *Plasmopara halstedii* izolatları ve hassas ayçiçeği çeşidi 9661-A oluşturmaktadır.

### Moleküler çalışmalarda kullanılan materyal

Moleküler çalışmalardaki materyali, 20 baz dizilimli primerler (PHAL-F ve PHAL-R), probler (qPForward, qPReverse, qProbe), internal kontrol olarak 18S prob, 18S ve 18F ayçiçeği bitkisi seti), Zymo Research DNA izolasyon kiti, *P. halstedii* izolatlarına ait DNA'lar, Taq DNA Polimeraz, dNTP'ler ve PCR master mix oluşturmaktadır. *P. halstedii* izolatlarına ait DNA'ların elde edilmesi amacıyla yapılan izolasyon çalışmalarında Zymo Research Fungal-Bakteriyel DNA izolasyon kit protokolü uygulanmıştır. Kit içerisinde izolasyon için gerekli olan lysis buffer, DNA binding buffer, DNA pre-wash buffer, DNA wash buffer ve DNA elution buffer ile birlikte bashing bead lizis tüp, tüm toplama tüpleri ve mikrosantrifüj tüpleri mevcuttur ve DNA ölçümü için Picodrop spektrofotometre kullanılmıştır. Tohumların öğütülmesi için Retsch marka GM 200 öğütücü, MagnaLyser doku parçalayıcı, otomatik pipet seti ve pipet uçları ile mikrosantrifüj cihazı kullanılmıştır. Nükleikasitlerin amplifikasyonunda Thermal Cycler (Eppendorf© Mastercycler Gradient) cihazı kullanılmıştır. PCR çalışmaları sonucunda amplifiye edilmiş DNA'lar agaroz jel elektroforez çalışmalarının materyalini oluşturmuştur. PCR ürünlerinin ayrıştırılmasında klasik PCR'da, agaroz, TBE buffer, DNA marker (ThermoScientific), yükleme tamponu (loading), Agaroz jel tankı (ThermoScientific), güç kaynağı (Consort) ve jeldeki DNA bantlarının görüntülenmesinde UV

Transilluminatör görüntüleme cihazı kullanılmıştır. Real time PCR çalışmasında da, Syber Green PCR mastermix (SYBR®Green I boyası içeren Real Time PCR çalışmalarına uygun olarak hazırlanmış, kullanıma hazır bir PCR reaktifi karışımıdır), hidroliz problemleri, LightCycler 480 Multiwell Plate 96, Roche marka LightCycler 480 II cihazı kullanılmıştır. Moleküler çalışmalarda, 24 örnek klasik PCR, 34 örnek real time PCR yöntemi ile testlenmiştir (Çizelge 1). Yeni nesil moleküler bir tespit yöntemi olan hidroliz problemleri ile Real time PCR'da yapılan çalışmalarda da 9 ithal tohum örneği bu yöntemle testlenmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Klasik PCR ve Real Time PCR'da kullanılan örnekler

**Table 1.** Samples used in the classical PCR and real-time PCR

No	Örnek Numarası	DNA Ölçümü (ng)	İthal edilen ülke
1	128-11	99,6	Fransa
2	129-11	55,6	Fransa
3	132-11	38,4	Fransa
4	137-11	37,6	Fransa
5	142-11	40,5	Fransa
6	156-11	42,5	Fransa
7	269-11	19,1	Şili
8	350-11	61,9	Fransa
9	380-11	40,2	Fransa
10	422-11	73,8	Fransa
11	425-11	71,2	Fransa
12	432-11	47,0	Şili
13	142-12	66,8	A.B.D
14	201-12	63,2	Şili
15	295-12	65,8	Fransa
16	305-12	88,9	Sırbistan
17	400-12	72,1	Şili
18	401-12	62,6	Şili
19	411-12	29,5	Şili
20	420-12	30,5	Şili
21	424-12	39,7	Şili
22	429-12	70,9	Şili
23	438-12	68,5	Fransa
24	61-13	87,4	Fransa
25	65-13	56,5	Fransa
26	76-13	86,1	Fransa
27	80-13	80,2	Fransa
28	88-13	85,4	Fransa
29	144-13	57,5	Fransa
30	331-14	44,7	Fransa
31	351-14	63,0	A.B.D
32	352-14	65,9	A.B.D
33	353-14	62,4	Fransa
34	355-14	80,7	Fransa

**Çizelge 2.** Hidroliz Problemleri ile Yapılan Çalışmada kullanılan örnekler

**Table 2.** The hydrolysis probes and the samples used in the studies

No	Örnek Numarası	DNA ölçümü (ng)	İthal edilen ülke
1	122-14	51,4	A.B.D
2	398-14	71,3	Fransa
3	399-14	58,0	Fransa
4	400-14	30,5	Fransa
5	401-14	33,2	Fransa
6	403-14	47,5	Fransa
7	404-14	60,5	Fransa
8	405-14	60,2	Fransa
9	425-14	57,3	Fransa

## Yöntem

### Moleküler Çalışmalar

#### *Plasmopara halstedii*'nin DNA izolasyonu

Etmenin, ayçiçeği tohumlarındaki varlığının moleküler yöntemler ile tespit edilebilmesi için öncelikle Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü yetiştirme alanları, Edirne Sera TGM ve Süloğlu Geçkinli köyü ayçiçeği mildiyösü belirtisi (Şekil 1) gösteren bitkilerden doğal olarak elde edilen *P. halstedii* izolatlarının DNA izolasyonu Zymo Research ZR Fungal-Bakteriyel DNA Kit protokolü ile yapılmış olup çalışmamız boyunca pozitif kontrol olarak kullanılmak üzere DNA'lar -80°C'de saklanmıştır.

#### Klasik PCR yöntemi için optimizasyon

Çalışmamızda, enfekteli yapraklardan elde edilen ve pozitif kontrol için kullanılacak olan *P. halstedii* izolatlarının ve test edilen örneklerin DNA'sı, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi ile amplifiye edilmiş ve örnekler pozitif kontrol ile karşılaştırılmıştır. PCR işlemi, loos et al. (2007)'a göre yapılmıştır. Elde edilen PCR ürünleri, %1'lik agaroz jelde elektroforezde yürütülmüştür (Şekil 2). Öncelikle, bu çalışmada kullanılacak primerler için gerekli literatür incelemeleri yapılmış ve loos'a göre (2007) ribozomal büyük alt ünite DNA'sına dayalı *P. halstedii*'ye özgü geliştirilen PCR testi referans alınmıştır. Uluslararası ticari bir firma (ThermoScientific) tarafından da primer sentezi yapılmıştır. Çizelge 3'de kullanılan PHAL-forward ve PHAL-reverse primerlerinin baz dizilimleri ve bağlanma sıcaklıkları verilmiştir. PCR reaksiyonundaki bileşenlerin miktarları, literatürde belirtilen değerlere uygun olarak bu çalışmada 50 µl'lik reaksiyon hacmi için optimize edilmiştir. Reaksiyonlarda 1X polimeraz zincir reaksiyon (PCR) buffer'ı içeren mastermix kullanılmıştır. Mastermix'in bileşenleri Çizelge 4'te verilmiştir. Amplifikasyonda bir örnek için konsantrasyon 1X, bu çalışmadaki örnek sayısı 24 ve 1 hacim de pipetaj hatası eklenerek 25X konsantrasyonda hesaplamalar yapılmıştır.

**Çizelge 3.** Primer baz dizilimi ve bağlanma sıcaklığı (Loos, 2007)

**Table 3.** Primer base array and binding temperature

Primer Baz Dizilimi	Bağlanma Sıcaklığı (°C)*
PHAL-Forward	33,2
5'-TATCTCTAAGTTGCTTATAC-3'	
PHAL-Reverse	40,6
5'-AGCATATACAGCACATACG-3'	

\*Bağlanma Sıcaklığı değerleri (ThermoScientific)

**Çizelge 4.** Klasik PCR protokolü reaksiyon içeriği

**Table 4.** Reaction content of the classical PCR protocol

Bileşenler	1X (50µl)	25X
Su	25,75µl	643,75 µl
10X Taq buffer	5µl	125 µl
dNTP	5µl	125µl
MgCl <sub>2</sub>	4µl	100 µl
PHAL-F	2,5µl	62,5 µl
PHAL-R	2,5µl	62,5 µl
TaqDNA polimeraz	0,25µl	6,25 µl
Kalıp DNA	5 µl	
Toplam Hacim	50 µl	

### Real Time PCR yöntemi için Syber Green ile optimizasyon

Çalışmamızda Roche LC 480 II cihazını (Şekil 3) kullanarak real time (gerçek zamanlı) PCR uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Real Time PCR için; primerler (PHAL-F ve PHAL-R), SyberGreen Master Mix (dNTP, MgCl<sub>2</sub>, TaqDNA polimeraz enzimi, Taq buffer, Dnase free su)'e ihtiyaç duyulmaktadır. Çizelge 5' de reaksiyon içeriğinin miktarları belirtilmiştir. Çizelge 1' de belirtilen PCR ürünleri (toplam 34 örnek), Real time PCR cihazında "var/yok" analizi yapılmak üzere hazırlanmıştır. Otuz dört örnek ve 1 hacim de pipetaj hatası eklenerek 35X konsantrasyonda hesaplamalar yapılmıştır.

SyberGreen boyası; çift sarmal DNA ipliklerinin majör boşluklarına bağlanan bir boyadır. Reaksiyon aşamasında, primerlerin dimerizasyon sonucu bağlanmaları halinde oluşan çift sarmal DNA iplikçiklerine de bağlanabilir

(Şekil 4). Analiz aşamasında Syber Green boyasının dimer bölgelere bağlanması nedeniyle floresan sinyalleri artar. Elde edilen floresan sinyallerinin istenen hedef bölgenin amplifikasyonu ile mi gerçekleştiği yoksa non-spesifik dimerizasyon sonucu bir ürün mü olduğunu anlayabilmek için "melting curve" (erime eğrisi) analizi yapılır. Bu durum "erime eğrisi" grafiğinde tekrar değerlendirilir.

**Çizelge 5.** Real Time PCR SyberGreen Protokolü Reaksiyon içeriği  
**Table 5.** Reaction content of the real-time PCR SyberGreen Protocol

Bileşenler	1X	35X
dH <sub>2</sub> O	1,9 µl	66,5 µl
F 0,3 µl	0,3 µl	10,5 µl
R 0,3 µl	0,3 µl	10,5 µl
SyberGreenMasterMix	5 µl	175 µl
Kalıp DNA	2,5 µl	
Toplam Hacim	10µl	

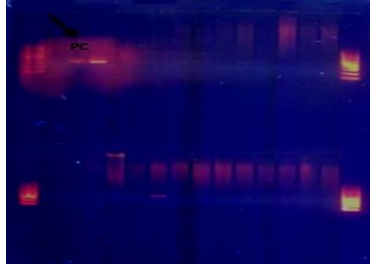


(a)



(b)

**Şekil 1.** (a,b). Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü yetiştirme alanlarında ayçiçeği bitkisinde mildiyö belirtileri  
**Figure 1.** (a,b). Signs of mildew in the sunflower in raising fields of Institute of Agricultural Research of Trakya



**Şekil 2.** Bazı PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezdeki görünümü  
**Figure 2.** View of some PCR products on the agarose gel electrophoresis

[sütun: M, 100 bp Marker (Fermentas); 1, negatif kontrol; 2, pozitif kontrol; 3, pozitif kontrol; 4, 128-11; 5, 129-11; 6, 137-11; 7, 156-11; 8, 269-11; 9, 350-11; 10, 380-11; 11, 422-11; 12, 425-11; 13, 432-11; 14, 142-12; 15, negatif kontrol; 16, 295-12; 17, 420-12; 18, 305-12; 19, 400-12; 20, 401-12; 21, 411-12; 22, 424-12; 23, 429-12; 24, 201-12; 25, 61-13; 26, 65-13; 27, 76-13; 28, 80-13]



**Şekil 3.** LightCycler480 II Real Time PCR cihazı  
**Figure 3.** LightCycler480 II Real Time PCR device

### Ayçiçeği Mildiyösü ile doğal enfekte örneklerin %1'lik agaroz jel elektroforez ile moleküler analizi

İthal edilen tohum örneklerine ek olarak; Tekirdağ-Hayrabolu yolu üzerindeki tarlalardan bulaşık Tunca çeşidi ayçiçeği bitkilerinden seçilmiş ve tablalardan doğal enfekte tohum, gövde ve yaprakları alınarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bunun sebebi, bulaşık olduğunu bildiğimiz örneklerin moleküler yöntemlerle doğruluğunu gösterebilmektir. Deneme alanlarından alınan bu bulaşık örnekler buz çantasında laboratuara getirilmiş ve Climas marka derin dondurucuda -20°C' de DNA izolasyonu yapılarak saklanmıştır. *P. halstedii* nin varlığı, %1'lik agaroz jel elektroforezde hem ithal tohum örneklerinde hem de doğal enfekte tohum, gövde ve yapraklardan alınan örneklerde pozitif kontrole göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Böylece yöntemin uygulanabilirliği ve güvenilirliği doğrulanmıştır.

### Ayçiçeği mildiyösü ile doğal enfekte örneklerin SyberGreen ile moleküler analizi

Bu çalışmada; PHAL-forward/PHAL-reverse primerleri kullanılarak SyberGreen protokolü ile Real time PCR cihazına bir önceki çalışmada elde edilen 40 PCR ürünü yüklenmiştir. Amaç; Real time PCR'da doğal enfekte örneklerdeki *P. halstedii* izolatlarına ait DNA'ların varlığının teyid edilmesidir. Bu çalışmada da yine; 31 ithal tohum, 3 pozitif kontrol, 1 negatif kontrol olmak üzere toplam 4 adet doğal enfekte tohum, yaprak ve gövdeden alınan örnekler ve 1 hacim de pipetaj hatası için toplam 40X konsantrasyonda hesaplamalar

yapılmıştır ve bu reaksiyonun içeriği Çizelge 6'da belirtilmiştir.

**Çizelge 6.** Ayçiçeği Mildiyösü ile doğal enfekte örneklerin SyberGreen ile real time PCR reaksiyon içeriği

**Table 6.** Reaction content of the real-time PCR with SyberGreen of the samples naturally infected with sunflower mildew

Bileşenler	1X	40X
dH <sub>2</sub> O	3,8 µl	152
F 0,6 µl	0,3 µl	12
R 0,6 µl	0,3 µl	12
SyberGreenMastermix	10 µl	400
Kalıp DNA	5 µl	
Toplam Hacim	20 µl	

### Moleküler yöntemlerde hidroliz probleminin kullanılması

Çalışmamızda, *P. halstedii* için qPHAL-F ve qPHAL-R primerleri ile qPHAL-P probu, *Helianthus annuus* (ayçiçeği) için ise 18S uni-F ve 18S uni-R primerleri ile 18S uni-P probu kullanılmıştır (loos et al., 2012). *P. halstedii* ve *H. annuus* için kullanılan primer-prob'ların baz dizimleri Çizelge 7'deki gibidir. DNA izolasyon aşamasında hem *P. halstedii* hem de *Helianthus annuus* DNA'larının elde ediliyor olmasından yola çıkılarak, real time PCR reaksiyonlarında, reaksiyonun kontrolü amacıyla, her iki DNA'ya spesifik primer-probe setleri ile reaksiyonlar kurulmuştur. Böylelikle, her örnek için, mutlaka *Helianthus annuus* pozitif sonuç çıkması beklenir. Aksi durumda, *P. halstedii* negatif dahi olsa, sonuç geçersizdir ve DNA izolasyon aşaması itibarıyla çalışma tekrar edilmelidir (Çizelge 8).

**Çizelge 7.** *P. halstedii* ve *H. annuus* için kullanılan primer-prob'ların baz dizimleri (loos et al., 2012)

**Table 7.** Base arrays of the primer probes used for *P. halstedii* and *H. annuus* (loos et al., 2012)

Primer/Probe	Baz Dizilimi
Hedef : <i>Plasmopara halstedii</i>	
Forward primer : qPHAL-F	5'-TTCCAGTGTCTATAATCCGTGGT-3'
Reverse primer : qPHAL-R	5'-GCACATACGCCGAGCGTA-3'
Probe: qPHAL-P	5'-FAM-TCGGCGAGCGTGTGCGTGT-BHQ1-3
Hedef : <i>Helianthus annuus</i>	
18 S uni-F	5'-GCAAGGCTGAACTTAAAGGAA-3'
18 S uni-R	5'-CCACCACCCATAGAATCAAGA-3'
18 S uni-P	5'-ACGGAAGGCACCACCAGGAGT-BHQ1-3'

**Çizelge 8.** *H. annuus*-*P. halstedii* real time PCR'da sonuç değerlendirme

**Table 8.** Evaluation of the results on real time PCR for *H. annuus*-*P. halstedii*

	Örnek1	Örnek2	Örnek3
<i>P. halstedii</i>	+	+	-
<i>H. annuus</i>	-	+	+
Sonuç	Geçersiz, Tekrar edilmeli.	+	-

Primer-prob reaksiyon karışımı, *P.halstedii* ve ayçiçeği bitkisi için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Primer ara stok hazırlanışında; qPHAL-F ve qPHAL-R primerleri *P. halstedii* için, 18S uni-F ve 18S uni-R primerleri ise *Helianthus annuus* için kullanılmıştır. Forward ve reverse primerlerinden 10µM (100µM'lık ana stoktan 10µl alınıp üzerine 90µl Dnase free su eklenerek) ara stok hazırlandı. Problar için ise; 4µM ara stok hazırlandı. Hidroliz problemleri ile Real time PCR karışım tüpünün hazırlanması aşamasında 1 örnek için reaksiyonun içinde olması gereken PPMix (primer-prob karışım miktarı) için miktarlar Çizelge 9'da belirtildiği gibidir. Hazırlanan ara stoktan 2µl PPMix kullanılmıştır.

**Çizelge 9.** Primer-prob (PPMix) reaksiyon karışımı  
**Table 9.** Reaction mixture of primer-probes (PPMix)

ANA STOK	1X	100X
100µM	F 0.1µl	10µl
	R 0.1µl	10µl
	Prob 0.04µl	4µl
	Su 1,76µl	176µl
TOPLAM	2µl	200 µl

Karışım tüpü hazır hale geldikten sonra Real time PCR (LC480 II) cihazına yüklemek üzere hazırlanmıştır. Toplam 15µl (karışım) + 5 µl DNA = 20µl (15 µl plate'e dağıtılır ve üzerine 5 µl DNA her bir kuyucuğa son reaksiyon hacmi 20 µl olacak şekilde ilave edilir) cihaza konmadan önce 2000 rpm'de 15 saniye santrifüj işlemi uygulanmış ve cihaza yüklenmiştir. Çalışmamızda, 9 örnek, 3 pozitif kontrol (yeni) ve daha önceki çalışmada kullandığımız 2 pozitif kontrol (eski), 1 negatif kontrol de çalışmaya dahil edilmiş 1 hacim pipetaj hatası da eklenerek toplam 16X konsantrasyonda hesaplamalar yapılmıştır (Çizelge 10). Pozitif kontrole göre örnekler değerlendirildiğinde amplifikasyon eğrisinde herhangi bir pik gözlenmemiştir.

**Çizelge 10.** Real time PCR (Hidroliz problemleri) Mastermix içeriği  
**Table 10.** Mastermix content of the real-time PCR (Hydrolysis probes)

Bileşenler	1X	16X
SU	9µl	144µl
PPMix	2µl	32µl
TaqMan MasterMix(Enzim)	4µl	64µl
TOPLAM	15µl	

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Agaroz jel elektroforez çalışmaları sonucunda DNA bantlarının değerlendirilmesi

Bu çalışmada loos et al.(2007)'nin geliştirdikleri yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. *P. halstedii* izolatlarından elde edilen DNA'nın kalıp DNA olarak kullanıldığı PCR reaksiyonundaki bileşenlerin miktarları 50 µl'lik final hacim için optimize edilmiştir. Elde edilen

hesaplamalar sonucunda *P. halstedii* için Klasik PCR Protokolü reaksiyon içeriği Çizelge 4'deki gibi oluşturulmuştur ve primerlerin, reaksiyonda başarılı olduğu belirlenmiştir.

PCR reaksiyonu, toplam 24 örnek ile çalışılmıştır. Agaroz jel (%1'lik) elektroforez çalışmaları sonucunda; pozitif kontrole göre, değerlendirilebilir her bant "var / yok" olarak kaydedilmiştir. Örneklerde değerlendirilebilir herhangi bir bant oluşmamıştır. Pozitif kontrolün DNA bandı ise yaklaşık 308 bp aralığında gözlemlenmiştir (Şekil 2). DNA izolasyonu yapılan tohumlar; *P. halstedii* varlığı yönünden arı bulunmuştur.

### Real time PCR yöntemi için SyberGreen ile optimizasyon sonuçlarının değerlendirilmesi

Çizelge 1' de belirtilen PCR ürünleri (toplam 34 örnek), Real time PCR cihazında "var/yok" analizi yapılmak üzere hazırlanmıştır. Bu çalışmada, PHAL-F / PHAL-R primerleri kullanılarak SyberGreen boyası ile Real time PCR cihazına örnekler yüklenmiştir. *P.halstedii* izolatlarından elde edilen DNA'nın kalıp DNA olarak kullanıldığı PCR reaksiyonundaki bileşenlerin miktarları 10 µl'lik final hacim için optimize edilmiştir. Elde edilen hesaplamalar sonucunda *P. halstedii* için Real Time PCR SyberGreen Protokolü Reaksiyon İçeriği Çizelge 5'deki gibi oluşturulmuştur.

Çalışmamızda, pozitif kontrol ve primerler amplifikasyon eğrisinde de görüldüğü gibi (Şekil 5 ) sadece pozitif kontrolün Ct (Cycler Treshold) değeri okunmuş, örneklerde herhangi bir Ct değeri kaydedilmemiştir. Ancak primer dimerleri tespit edilmiştir.

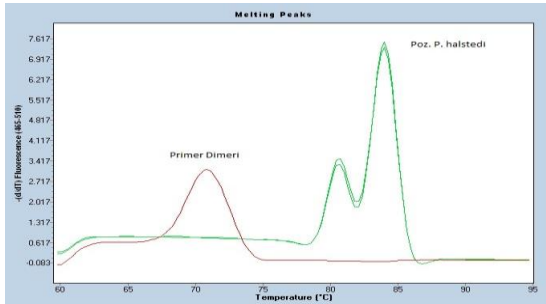
Pozitif kontrolde amplifikasyon gözlenmiş, örneklerde *P. halstedii* ye ait DNA bulunmadığı için herhangi bir amplifikasyon gözlenmemiştir. Amplifikasyonda görülen pozitif ve negatif sonuçlar, melting eğrisi (Şekil 4) grafiğinde teyit edilmiştir. Ct değeri, yükselme eğrisinin en yüksek fazının izdüşümüdür. Bu denemede pozitif kontrol Ct değeri 27 olarak okunmuş ve örneklerde herhangi bir sinyal görülmemiştir.

Agaroz Jel Elektroforez (%1'lik) çalışmaları sonucunda her bir örnek için oluşan ve değerlendirilebilir her bant "var /yok" şeklinde kaydedilmiştir. Buna göre; ithal tohum örneklerinde herhangi bir bant açılımı gözlemlenmemiş fakat doğal enfekte tablalardan alınan tohum örneklerinde (B1 ve B2) ve gövde (G1) den alınan örneklerde pozitif kontrole göre daha düşük düzeyde bant görüntüsü (Şekil 6) gözlemlenmiştir. Bu sonuç, doğal enfekte örneklerden izole edilen *P. halstedii* izolatlarına ait DNA'ların varlığını göstermekte ve klasik PCR protokolünün ve döngüleme profili basamaklarının doğruluğunu teyit etmektedir.

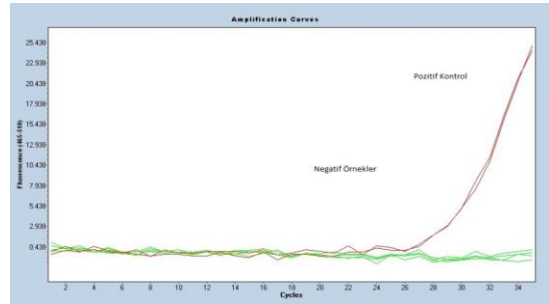
### Ayçiçeği mildiyösü ile doğal enfekte örneklerin SyberGreen ile Moleküler Analizinin Değerlendirilmesi

Amplifikasyon eğrisi (Şekil 7) değerlendirildiğinde, pozitif kontrol Ct değeri, 30. döngüde sinyal vermiştir. Bu eğri, pozitif kontrolün sistemde amplifiye olduğunu ve test edilen örneklerin kontrole göre

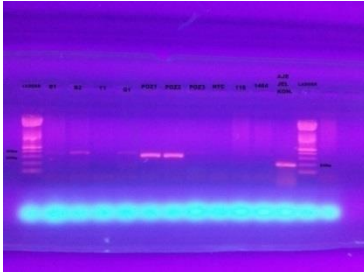
değerlendirilebileceğini göstermektedir. İthal tohum örneklerinde ve negatif kontrolde herhangi bir sinyal görülmemiştir. Sadece, doğal enfekte ayçiçeği tablalarından alınan tohum, yaprak ve gövdeden alınan örneklerde, 35. döngüden sonra düşük amplifikasyon sinyali görülmüştür.



Şekil 4. Pozitif kontrol ve primer dimeri pik eğrileri  
Figure 4. Peak curves of the positive controls and the primers



Şekil 5. Amplifikasyon Eğrisi  
Figure 5. The amplification curve



Şekil 6. Bazı ithal tohum, doğal enfekte tohum, gövde ve yapraklardan alınan örneklerin, pozitif kontrole göre bant görüntüleri  
Figure 6. Band view of some exported seeds, naturally infected seeds, and samples from the stems and leaves relative to the controls

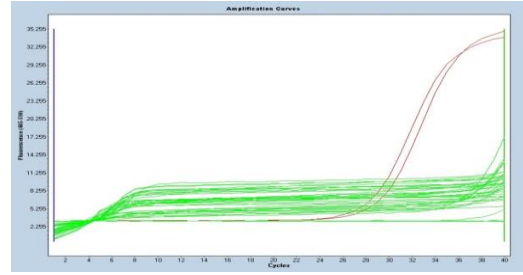


Figure 7. The Amplification Curve  
Şekil 7. Amplifikasyon Eğrisi

Grafiğe göre (Şekil 8) pozitif örnekler 80-84°C'de melting pik'i vermiştir. Negatif örnekler, herhangi bir pik vermemiştir. Tohum ve gövde örneklerinde 35. döngüden sonra, amplifikasyon eğrileri görüldüğü için melting eğrisi ile de kontrol edilmiştir. Pozitif kontrole göre net pik'ler olmasa da, 80-84°C'de, düşük düzey pik eğrileri gözlenmiştir. Bu sonuç ile primerlerin reaksiyonda başarılı olduğu, pozitif kontrol ve doğal enfekte örneklerden izole edilen *P.halstedii* izolatlarının DNA'larının değerlendirilebilir pik eğrileri verdiği saptanmıştır.

### Hidroliz problemleri kullanılarak analizi yapılan örneklerin değerlendirilmesi

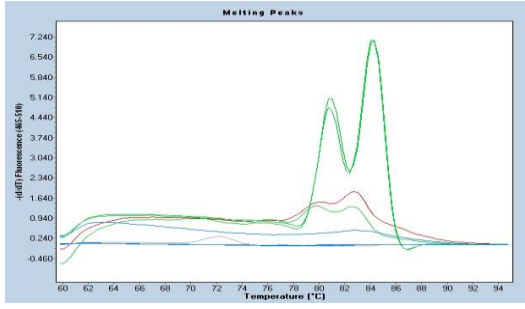
Bu çalışmada, 9 örnek (Çizelge 2), 3 pozitif kontrol (yeni) ve daha önceki çalışmada kullandığımız 2 pozitif kontrol (eski), 1 negatif kontrol de çalışmaya dahil edilmiş 1 hacim pipetaj hatası da eklenerek 15X konsantrasyonda hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmamızda

tekrar yeni pozitif kontrol kullanmamızın nedeni örneklemeyi arttırmaktır. Pozitif kontrole göre örnekler değerlendirildiğinde amplifikasyon eğrisinde herhangi bir pik gözlenmemiştir (Şekil 9).

Çalışmamızda, moleküler yöntemler ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Klasik PCR çalışmalarında reaksiyona girecek bileşenlerin (Taq Buffer, dNTP, MgCl<sub>2</sub>, PHAL-F, PHAL-R, TaqDNA Polimeraz, Su, Kalıp DNA) optimum konsantrasyonları belirlenmiş (Çizelge 4) ve Thermal Cycler cihazı agaroz jel elektroforez çalışmaları sonucunda çoğaltılan DNA'lar %1' lik agaroz jel elektroforezde 100 voltta 35 dakika yürütülmüştür. PCR ürünleri transillimünatöre 302 nm UV ışık altında fotoğraflanarak kaydedilmiştir. Pozitif kontrole göre herhangi bir bandın gözlemlenmemesi etmene ait herhangi bir DNA'nın da olmadığını göstermektedir (Şekil 2).



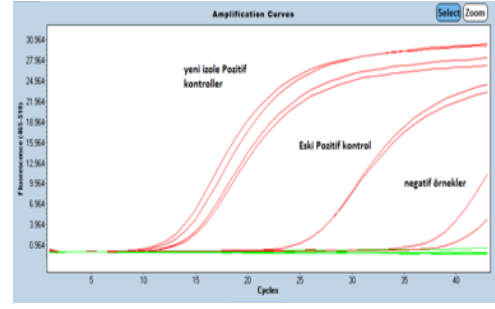


**Şekil 8.** Melting Eğrisi  
**Figure 8.** The Melting Curve

SyberGreen boyası; çift zincir spesifik bir boya olduğundan primer dimerlerine bağlanarak yanlış pozitif sonuçlara neden olabilmektedir. Amplifikasyonda görülen pozitif ve negatif sonuçlar, Melting eğrisi grafiğinde teyit edilmiştir. Ct (Cycles Treshold) değeri, yükselme eğrisinin en yüksek fazının iz düşümüdür. Bu denemede pozitif kontrol Ct değeri 27 olarak okunmuş ve örneklerde herhangi bir sinyal görülmemiştir. Bu durum, ithal tohum örneklerinde Real time PCR'da *P. halstedii* DNA varlığı yönünden negatif olduğunu göstermiştir.

Ayçiçeği Mildiyösü ile doğal enfekte tohum, gövde ve yapraktan alınan örnekler ve ithal tohum örneklerinin %1' lik agaroz jel elektroforez ile moleküler analizi çalışmalarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak yapılan denemenin sonuçları çalışmada kullanılan yöntemin, PCR bileşenlerinin optimizasyonunun (Çizelge 4) doğruluğunu ve karantina laboratuvarında uygulanabilir ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermiştir. Bu çalışmadan sonra elde edilen PCR ürünleri, Real time PCR uygulamasında tekrar kullanılmıştır.

Ayçiçeği mildiyösü ile doğal enfekte örneklerin SyberGreen ile moleküler analizinin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan denemenin sonuçları doğal enfekte örneklerin pozitif olduğunu göstermektedir. Bu sonucu doğrulamak için melting eğrisi incelenmiştir. Bu durum, doğal enfekte örneklerin melting eğrisinde pozitif olduğunu teyit etmektedir. Doğal enfekte örneklerdeki düşük düzey pik eğrisi, hedef DNA miktarının düşük olması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca, bu örneklerden daha yüksek düzey pik eğrisi alabilmek için, PCR döngü sayısının 40 döngüden 50 döngü düzeyine artırılması daha uygun olabilir fakat SyberGreen metodu ile 40 döngü üzerindeki reaksiyonlar güvenilir olmadığından bu yaklaşım uygulanmamıştır. Çalışmalara spesifikasyonu ve tekrar edilebilirliği yüksek olan, yanlış pozitif olasılığını



**Şekil 9.** Primer-prob çalışmasında amplifikasyon eğrisi.  
**Figure 9.** The amplification curve in the Primer-probe study.

da ortadan kaldıran hidroliz problemleri dahil edilerek, sürdürülebilir ve güvenilir bir yöntem uygulanmıştır.

Hidroliz problemleri kullanılarak analiz edilen örneklerin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan denemenin sonuçlarına göre, her örnek için, mutlaka *Helianthus annuus* pozitif sonuç çıkması beklenir. Aksi durumda, *P. halstedii* negatif dahi olsa, sonuç geçersizdir ve DNA izolasyon aşaması itibarıyla çalışma tekrar edilmelidir.

*P. halstedii* 'nin, zaman, emek ve taksonomik uzmanlık gerektiren klasik yöntemler (EPP0 (PM 7/85-2) Yetiştirme Testi, 10-14 gün) yerine tohumdan daha erken, hızlı, güvenilir ve hassas tespiti için moleküler yöntemler (2-3 gün) kullanılarak patojen daha erken tespit edilebilecektir. Böylece üreticilere ve ayçiçeği tohum ithalat ve ihracatı yapan kuruluşlara ekonomik fayda sağlayacak ve ülkemiz karantina laboratuvarları içerisinde de etmenin ayçiçeği tohumundan tespitine yönelik ilk çalışma olacaktır. Özellikle analiz sürelerinin uzunluğu, liman, antrepo, yeddi-emin gibi gümrüklü sahalarda bekleme sürelerini de uzatmakta ve ithalatçı firmalara maliyeti yüksek olmaktadır. 2017 değerlerine göre dış karantina analizlerinin ücret tarifesini her numune için 600 TL ayrıca belge-beyan kontrolü, bitki pasaportu kaydı gibi diğer işlemler ile her beklediği süre için de ayrıca ücretlendirme yapılmaktadır. Bu ücretlendirme bekleme yerine göre değişkenlik gösterebilmekte 3 günden sonraki her gün için maliyet yükselmektedir. Sahadaki bu sıkıntılara çözüm olacak etkili yollardan birisi de analiz sürelerini kısaltacak en hızlı ve güvenilir metodların bu laboratuvarlarda uygulanabilmesidir.

Bu çalışmalar sonunda edinilen bilgi, tecrübe ve gözlemlerimize göre klasik ve moleküler yöntemleri avantaj ve dezavantaj olarak karşılaştırdığımız kriterler Çizelge 11'de verilmiştir.

**Çizelge 11.** Klasik ve moleküler yöntemlerin bazı kriterler yönünden karşılaştırılması**Table 11.** Comparison of the classical and molecular methods for some criteria

KRİTER	AÇIKLAMA	KLASİK YÖNTEMLER Yetiştirme Testi, Besiyeri hazırlama, Biyokimyasal Testler	MOLEKÜLER YÖNTEMLER Klasik & Real Time PCR
Zaman	Testin, örnek alımından sonuç verilene kadar geçen süresidir.	10-14 gün	1-2 gün
Hassasiyet	Aranan etmenin tespit edilebilme düzeyidir.	%70-95	%99
Spesifiklik	Aranan etmenin net olarak tespit edilebilmesidir.	%70-80	%99
Tekrar edilebilirlik	Her örnek her uygulamada farklı sonuç verebilir.	Yok	%99
İnsan Faktörü	Analizi yapan kişinin yetkinlik ve kabiliyeti	%100 etkili	%3 etkili
Uygulama Süreci	Analiz aşamaları	Çok aşamalı	2 aşamalı
Kontrol Mekanizması	Analiz aşamalarının kontrol edilebilirliği	Yok	Her aşama kontrollü
Raporlama	Analiz sonucunun belgelenmesi	Makroskobik ve mikroskobik analiz	Genetik veri analizi

Aynı şekilde yaptığımız çalışmada, moleküler yöntemleri de kendi aralarında karşılaştırdığımızda klasik PCR çalışmalarının duyarlı, protokol standart hale geldikten sonra uygulamasının kolay ve kullanım alanının geniş olması gibi avantajları bulunmaktadır. Buna karşılık kontaminasyon riskinin yüksek olması, zaman ve yoğun emek gerektirmesi, analitik özgünlüğünün düşük olması, kantitasyonun belirlenememesi ve kullanılan reaktiflerin kanserojen etkisinin olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Real time PCR çalışmalarının ise, duyarlılık, özgünlük ve tekrar edilebilirliğinin yüksek olması, kontaminasyon riskinin düşük olması, zaman tasarrufu, bir çok hedefi aynı anda analiz edebilme özelliği ve kantitatif analizlerin dahi reaksiyon süreci ile eş zamanlı olarak tespit edilebilmesi gibi ciddi avantajları vardır. Klasik PCR işlemlerine göre yüksek maliyetli olması, cihazların donanımsal özelliklerine göre standardizasyon ve analiz farklılıklarının olması, kullanıcılarda teknik donanım ve alt yapı gerektirmesi gibi dezavantajlı yönleri de bulunmaktadır.

## SONUÇ

Sonuç olarak; *P.halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni'nin tohumlardaki varlığının rutin analiz gerektiren karantina

laboratuvarlarında klasik yöntemlere ek olarak, protokolü loos et al.(2007) ve loos et al.(2012)'ye göre EPPO'da da açıklandığı biçimi ile yapılan hesaplamalar sonucu optimize edilmiştir. Oluşturulan bu protokoller, klasik PCR ve real time PCR yöntemleri ile tüm laboratuvarlarda uygulanabilir. Çalışılan tüm bu moleküler yöntemler içerisinde "hidroliz problemleri" en hassas, güvenilir, hızlı ve uygulanabilir bir yöntem olarak önerilmektedir.

Bu metod ile daha hızlı, daha güvenilir bir genetik veri analizi gerçekleştirilmiştir. Özellikle ithalat aşamasında firmalar, tohumların analiz süresince gümrüklü sahalarda bekletildiği antrepolara bekledikleri her gün için ödeme yapmakta ve bu durum maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır. Uygulanacak bu yöntem, güvenilir ve hassas duyarlılıktaki sonuçları ile, analiz bekleme sürelerini minimize ederek tüm ayrıçığı tohum ithalat ve ihracatı yapan kuruluşlara da ekonomik fayda sağlayacaktır. Analizlerin doğru ve güvenilir olması, tarım ekonomisi ve ticari ekonomiye katkı sağlarken, ülkemizin karantina etmenlerine karşı hassasiyeti de vurgulanmıştır. Bu çalışma, diğer karantinaya tabii zararlı organizmaların analizleri için de örnek teşkil edecektir.

## KAYNAKLAR

- Berg T., Tesoriero L. and Hailstones D.L., 2005, PCR-based detection of *Xanthomonas campestris* pathovars in *Brassica* seed. Plant Pathology Volume 54, Issue 3 June 2005, 416-427pp.  
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.15548&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0> Erişim: Nisan, 2016. Bitki karantinası yönetmeliği.
- Bonants, P.J.M., Schoen, C., van der Wolf, J.M. and Zijlstra, C., 2001, Developments in detection of plant pathogens and other plant-related organisms: Detection in the past detection in the future. In: Proceedings of the 53th International Symposium of Crop Protection, Gent, Belgium, May 8th 2001. Mededelingen Faculteit

- Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschap, Universiteit van Gent, 66: 25-37pp.
- Bouterige, S., Robert, R., Bouchara, J.P., Marot-Leblond, A., Molinero, V. and Senet, J.M., 2000, Production and characterization of two monoclonal antibodies specific for *Plasmopara halstedii*. Applied and Environmental Microbiology, 33 ref.66(8):3277-3282pp.
- Erkan, S., 1998, Tohum Patolojisi, EÜ Zir.Fak.Bitki Koruma Bölümü Doktora Programı Ders Kitabı 6-40s.
- Ioos, R., Laugustin, L., Rose, S., Tourvieille, J. and Tourvieille de Labrouhe, D., 2007, Development of a PCR test to detect the

- downy mildew causal agent *Plasmopara halstedii* in sunflower seeds. *Plant Pathology* 56, 209-218pp.
- Ioos, R. and Iancu, G., 2008, European collaborative studies for the validation of PCR-based detection tests targeting regulated fungi and oomycetes. *Bulletin OEPP/EPPO (2008) Bulletin* 38, 198–200pp.
- Ioos, R., Fourrier, C., Wilson, V., Webb, K., Jean-Luc Schereffer, and Tourvieille de Labrouhe, D, 2012, An optimized duplex real-time PCR tool for sensitive detection of the quarantine oomycete *Plasmopara halstedii* in sunflower seeds. *Phytopathology* 102:908-917pp.
- Innis, M.A. and Gelfand.,1990, Optimization of PCR's in PCR Protocols. Academic, San Diego, CA, 3-12pp.
- Kahya, S., Buyukcangaz, E. ve Carlı, K.T., 2013, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) Optimizasyonu. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 32 (2013), 1: 31-38.
- Moinard, J., Mestries, E. and Penaud, A., 2006, An overview of sunflower downy mildew. *Phytoma – La Défense des Végétaux* 589:34–38pp.
- Mullis, KB., 1990, The unusual origin of the polymerase chain reaction. *Scientific American.* 1990; 262(4):56–61. 64–5. [PubMed]
- Noble, M., 1957, The transmission of plant pathogens by seed In:Horton-Smith C. (ed.) *Biological aspects of Transmission of Diseases* Oliver & Body, Edinburg, UK, a,81-85pp
- Singleton, L., Mihail, J.D., Rush, C.M., 1992. *Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi*, APS Press, St. Paul, MN.
- Zizzerini, A. and Raggi, V., 1974, *Plasmopara helianthi* in sunflower seeds, transmission of the disease and germination capacity of infected seeds. *Sementi Elette* 20(5):21-25. "alınmıştır" Review of *Plant Pathology*,1976. 55(2):150p.

**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):221-227

DOI:10.20289/zfdergi.372079

Asuman SAĞLAM<sup>1</sup>  
Necip TOSUN<sup>2</sup>

## Sap ve Koçan Çürüklüğü Etmeni *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton'in Mısır (*Zea mays* L.) Danesinden Real-Time PCR Yöntemi ile Tanısı

Determination of Stalk and Ear Rot Pathogen *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton by Real-Time PCR on Corn (*Zea mays* L.) Kernels

<sup>1</sup> İzmir Ziraat Karantina Müdürlüğü, 35230, İzmir / Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100, İzmir / Türkiye

sorumlu yazar: asumanergun@hotmail.com

Alınış (Received): 27.12. 2017

Kabul tarihi (Accepted): 07.02.2018

### Anahtar Sözcükler:

*Stenocarpella maydis*, bitki karantinası, RT- PCR, mısır, çürüklük, dane

### Key Words:

*Stenocarpella maydis*, Plant quarantine, RT- PCR, corn, rot, kernel

### ÖZET

Mısrıda fide yanıklığı ve koçan çürüklüğüne sebep olan fungal etmen *Stenocarpella maydis* Afrika, Amerika, Asya ve İtalya, Fransa, Portekiz gibi birçok Avrupa ülkesinde yayılım halinde olup ülkemizde henüz varlığı bilinmemektedir. Sağlıklı tohum kullanımının hastalıkla mücadelede en önemli strateji olduğu etmen için tek zorluk tohumdan güvenilir ve hızlı tanıyı sağlayacak bir metodun varlığıdır. Bu yıkıcı hastalığın tanısında polimeraz zincir reaksiyon 'PCR' temelli yöntemler etmenin ekim öncesi tespitini sağlamakta, fungusit ile mücadelesi mümkün olmayan etmenin yerleşim ve yayılımını önlemektedir. Bu amaçla yürütülen bu çalışma ile Bitki Karantinası Yönetmeliği EK2/A listesinde yer alan ülkemizde varlığı bilinmeyen fungal patojen *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton'e ait izolatanın Real-time PCR yöntemi ile tanısına dair metod validasyonu gerçekleştirilmiş olup hazırlanan protokol ile çeşitli özel ve resmi araştırma kuruluşlarının çalışmalarına katkı sağlanması, böylece etmenin ülkemize girişi, yerleşim ve yayılımının önlenmesi hedeflenmiştir.

### ABSTRACT

As a fungal pathogen *Stenocarpella maydis* which leads to seedling blight and ear rot in maize is common in Africa, America, Asia and in many European countries such as Italy, France and Portugal whereas its existence has not been known in our country, yet. The only hardship for the pathogen in which the usage of healthy seed is the most significant strategy in struggling with the disease is the existence of a method that is able to provide a reliable and rapid diagnosis of the seed. The methods derived from Polymerase chain reaction, PCR, provide the determination of the pathogen before sowing, prevent inhabiting and spread of the pathogen. With this study which is carried out with this aim, the method validation concerning the determination of the isolate which is applied with the real-time PCR method and belongs to the fungal pathogen *Stenocarpella maydis* which takes part in EK2/A list of Plant Quarantine Regulation and is unknown in our country has been implemented. Besides, with the protocol which has been prepared, contribution to the studies of various private and official research institutions has been intended, in this way, preventing the entrance, inhabiting and spread of the pathogen has been aimed.

### GİRİŞ

Mısır; kullanım alanlarının artışıyla önemi günden güne artan bir bitkidir. Önceden sadece insan ve hayvan beslenmesi için düşünülen mısır danesi, kompozisyonunda taşıdığı besin maddeleriyle nişasta bazı şeker sanayinin, bitkisel yağ sanayinin ve biyodizel yakıt üretiminde hammadde olmuştur. Artık mısırı bir tahıl olarak değil, endüstri bitkisi olarak da düşünmemiz gerekmektedir.

*Stenocarpella macrospora* (Earle) B. Sutton ve *S. maydis* (Berk.) B. Sutton, dünyada mısrıda enfeksiyon yapan iki *Stenocarpella* türüdür (Crous et.al., 2006; Earle, 1897; Sutton, and Waterston, 1966a; Sutton and Waterston, 1966b). Heriki tür de mısrıda sap, koçan çürüklüğü ve yaprak lekesine neden olmaktadır (Vincelli, 1997). *S. maydis* dünyadaki en dayanıklı ve önemli koçan çürüklüğü patojeni olarak tanımlanmaktadır (Rossouw et.al., 2009). *S. macrospora* ise tropik ve subtropik

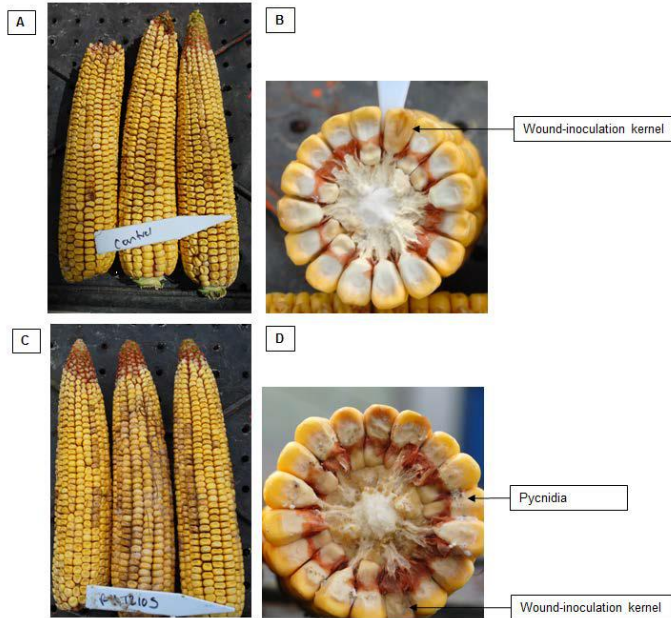
bölgelerde ve özellikle Amerika'da önem teşkil etmektedir (White, 1999). FAO kayıtlarına göre Afrika'da 10 milyon ton mısır kaybına yol açan *Stenocarpella* türleri ile enfekteli mısır tohumları sap, koçan çürüklüğü ve yaprak lekeli hastalıklarına ait makrosporların girişi ve yayılımını sağlayan önemli bir inokulum kaynağıdır. CIMMYT (2004)'e göre ise *Stenocarpella maydis* ile bulaşık tohum ekiminde çimlenme aşamasında üründe % 37 oranında bir kayıp söz konusu olmaktadır.

Ülkemizde varlığı bilinmeyen fungal patojen *Stenocarpella maydis* ile bulaşık fideler kahverengi renkte gelişmekte, skutellum ve koleoptil arasındaki internodda kortikal lezyonlar görülmekte, ikincil kökler sık sık yok olmaktadır. Sapdaki belirtiler püsküllerin oluşmasından birkaç hafta sonrasına kadar görülmemekte, genellikle kök infeksiyonunu takiben

görülmemekte ve 1-10 cm uzunluğunda oval, düzensiz, koyu kahverengi sınırlarla çevrili, merkezi soluk krem-kahverengli lekeler belirlemektedir. İnfeksiyonun püskül oluşumundan 2 hafta sonra başlaması durumunda tüm koçan yeşilimsi-kahverengi renk almakta, tamamıyla çürüyüp yanmaktadır (OEPP/EPPO, 2006.). Ürün kaybı sap çürüklüğü (Şekil 1) şeklinde başlayıp ilerleyen dönemlerde koçan çürüklüğü şeklinde görülmekte olup (Şekil 2,3) bölgelere göre sap veya koçan çürüklüğü görülme yoğunluğu değişmektedir. Kansas'da yürütülen çalışmalarda koçan çürüklüğünün sap çürüklüğüne göre daha yoğun görüldüğü rapor edilmiştir (Grabow, 2017). Bitki patojeni olmasının yanı sıra ürettiği toksin koyun ve keçilerde sinir sisteminde rahatsızlıklara tavuk ve kazlarda ise akut toksisiteye neden olmaktadır (Kellerman et al., 1985,1991; Rabie et al., 1987).



Şekil 1. Diplodia sap çürüklüğü belirtisi (Anonymous 2017; Grabow, 2017)  
Figure 1. Symptoms of Diplodia stalk rot



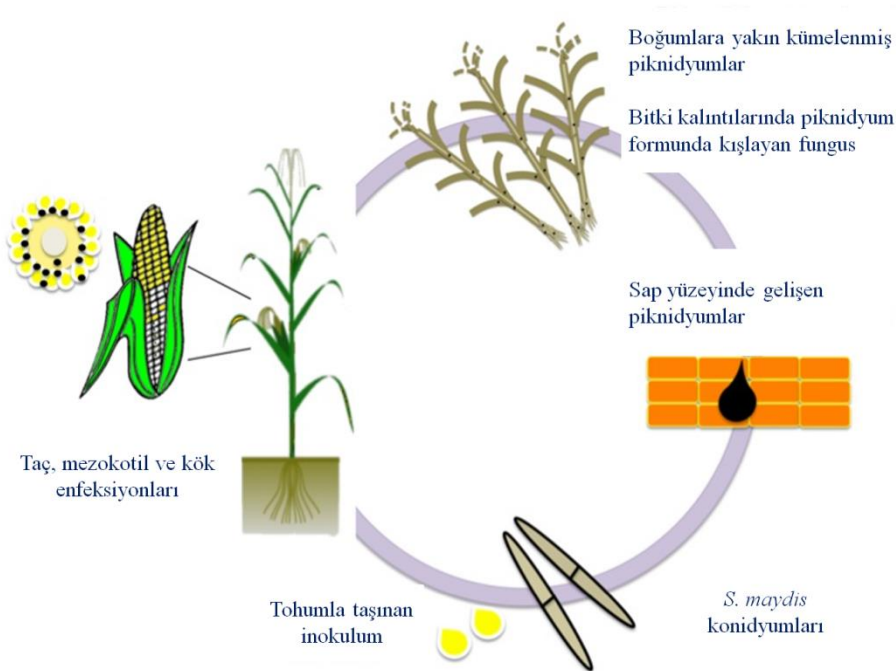
Şekil 2. Kontrol ve hastalıklı koçandaki belirti (Agronomy Center of Research and Education (ACRE) in Tippecanoe County, IN çalışmasından; Luna, 2016).  
Figure 2. Control and infected kernel



**Şekil 3** Danede zarar yapan *Diplodia* koçan çürüklüğü belirtisi (Grabow,2017)  
**Figure 3.** Symptoms of *Diplodia* ear rot damage to kernels

Mısırın tek konukçusu olduğu etmenin piknidyumları vejetasyon döneminde bitki kalıntılarında canlı kalmakta spor üreterek yüksek nemli ortamlarda yayılmaktadır (Şekil 4) Konidyumlar mısır kalıntısından gelişmekte olan bitkiye sıçramakta koçan enfeksiyonları tozlaşma döneminde seyreden yağışlarda yaygın olarak görülmektedir. Enfeksiyon kök ve taç dokusunda meydana gelmektedir. Püskül oluşumundan iki hafta

önce veya sonra ortaya çıkan hastalığın koçan çürüklüğü formu kurudan ılık, nemli hava koşullarına geçişlerde (26-30°C) aktif durumdadır. Hastalık toprağın az sürüldüğü ve devamlı üretim yapılan yerlerde şiddetli seyretmektedir. Aşırı veya az gübreleme, aşırı bitki popülasyonu, böcek, hastalık veya hava koşullarından kaynaklı yara oluşumları hastalığa davetiye çıkarmaktadır (Grabow, 2017).



**Şekil 4.** *Stenocarpella maydis* yaşam döngüsü (Cervantes ve ark., 2016)  
**Figure 4.** Life cycle of *Stenocarpella maydis*

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Denemede American Type Culture Collection (ATCC)' dan temin edilen *Stenocarpella maydis* (ATCC® 10235™) izolatu 'CBS 187.55, IFO 6115, IZ 193, NRRL 13608' ırkı kullanılmıştır. Karantina etmeni *S. maydis* tanısı için Fransa'dan ithal edilen üç lot mısır örneği çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışma süresince, İzmir

Zirai Karantina Müdürlüğü Moleküler Biyoloji Laboratuvarında yer alan cihaz ve ekipmanlar kullanılmıştır. PCR temelli çalışmalarda Microsynth firması tarafından sentezlenen MAYDIS 1 ve Altigenbio Life Science firması tarafından sentezlenen MAYDIS 2 primer setleri ile çalışılmıştır. PCR analizi için sentezlenen primerlerin nükleotid dizilimleri ve bant büyüklükleri Çizelge 1' de verilmektedir.

**Çizelge 1.** *S. maydis* tanısı için sentezlenen primer setleri

**Table 1.** Sequences of the primer sets used for the detection of *S. maydis*

Primer	Baz Dizilimi (5'3')	Uzunluk	Bant Büyüklüğü
MAYDIS 1F	5'-GTTTCATGACCTGCTCACG-3'	20	
MAYDIS 1 R	5'-TGTTGCTCGGTTTCAGGCTTG-3'	21	221bp
Prob	5'-CGC7ACTG7GACCGC7C7T		
MAYDIS 2 F	5'- ACATTCTGGGCGGTTCC -3'	18	77bp
MAYDIS 2 R	5'-GGTAGTTCGGCAGCTAAGAGC -3'	21	
Prob	Probe upl 123		

### Yöntem

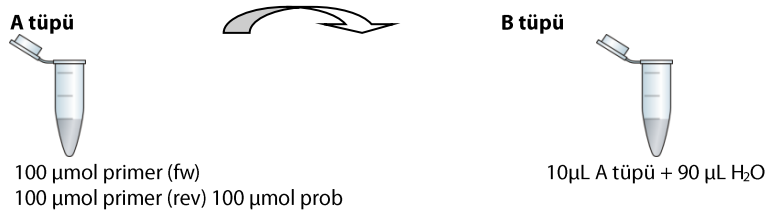
#### Mısır tohumlarından izolasyonların gerçekleştirilmesi

Fransa'dan ithal edilen üç farklı partiden alınan ve İzmir Zirai Karantina Müdürlüğüne karantina etmeni *S. maydis* tanısı için gönderilen mısır daneleri 3 dakikalık süre ile % 0.05'lik sodyum hipokloritten geçirilmiş, yüzey dezenfeksiyonuna tabii tutulan daneler 2 defa steril saf sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıtlarında 30 dk süre ile kurutulmuştur. İzolasyon işlemi için besi ortamı olarak hazır PDA kullanılmıştır. Ortamda bakteri üremesine engel olmak için PDA nın petrolere dökülmesinden hemen önce 1 litrelik hacime 100 mg. streptomisin sülfat eklenerek ortama homojen olarak karışması sağlanmıştır. Petri kaplarına her birine ortalama 10 adet mısır danesi gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Petri kapları +22°C'de inkübatöre konularak 10 günlük sürede gelişmeleri sağlanmıştır.

İnkübasyon dönemi sonunda *S. maydis* koloni gelişimi açısından makroskobik ve mikroskobik olarak incelenmiş ve temiz bulunmuştur. Örnekler+4 °C'deki buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

#### DNA izolasyonu protokolü

ATCC'den temin edilen *Stenocarpella maydis* (10235™) izolatından ve seçici besiyerine ekim sonucunda *S. maydis*'den ari olduğu tespit edilen 3 adet mısır tohumundan DNA izolasyonu Roche High Pure PCR Template Preparation Kit versiyon 20 standardına göre gerçekleştirilmiştir. DNA izolasyonu sırasında izolasyon solüsyonlarını ve ortamdan kaynaklı bulaşmayı kontrol için negatif kontrol çalışmaya dahil edilmiştir. Elde edilen DNA'lar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. İzole edilen DNA reaksiyon başına en fazla 10 pmol/µL olacak şekilde seyreltilmiştir. Dilüsyon işlemi Şekil 5'de şematize edilmiştir.



**Şekil 5.** Primer ara stoklarının hazırlanması  
**Figure 5.** Preparation primer stock solution

#### Gerçek zamanlı (Real-time) PCR çalışmaları

Real-time PCR DNA'nın çoğaltımını ve ürünlerini tek bir tüpte belirlemeyi mümkün kılan popüler bir metottür. Gen anlatımının analizini değiştiren bu metot ile geleneksel PCR yöntemi ve gen analizi birleştirilmiştir.

PCR çoğaltımını görünür hale getiren ve monitorize edebilen floresan işaretli prob ve boyaların kullanıldığı, floresanın oluşan DNA ile doğru orantılı olarak arttığı bir çoğaltma yöntemidir. Birçok isimlendirilme yapılan bu teknoloji yabancı yayınlarda "kinetik PCR", "homojen

PCR", "kantitatif Real-time PCR" gibi çeşitli adlarla da isimlendirilmektedir (Günel,2007).

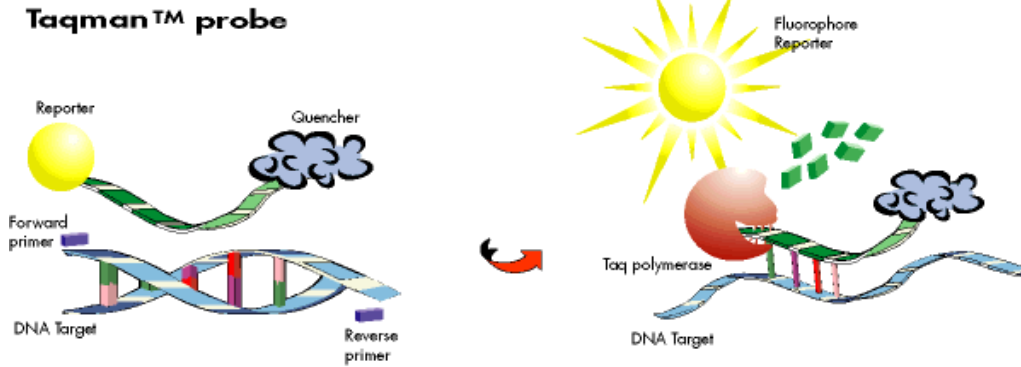
Real Time PCR'da çeşitli floresan teknikler kullanılmaktadır. Bunlar SYBR Green, hibridizasyon probu, hidroliz probu, simple prob vb. gibi tekniklerdir (Külen ve ark., 2011). Çalışmada DNA parçasının çoğaltılmak istenilen bölgesi özel bir bölge olduğu için bu bölgenin saptanmasında 5" ve 3" uçlarından florokrom maddelerle işaretli proplar kullanılmıştır. Bu tekniğe göre 3" uçtaki baskılayıcı florokrom (TAMRA) boyası 5" uçtaki raportör florokrom (FAM) boyasının sinyal oluşturmasını engellemektedir. Prob hedef DNA'ya bağlanma durumunda bile floresan sinyal ölçümü düşüktür. Çoğaltılma sırasında hedef nükleik asit dizisi üzerinde primerler bağlanma bölgeleri arasında "Taq Man" proplar bağlanmaktadır. Primerlerin bağlanmasının ardından yeni zincir oluşmaya başlamakta, Probun bağlı olduğu bölgeye geldiğinde Taq DNA polimeraz enzimi 5"-3" nükleaz aktivitesi ile raportör florokrom probdan ayırmaktadır. Serbest hale

geçen FAM sinyal oluşturmakta ve her bir döngüde ürün çoğalımı arttıkça floresanda ona bağlı olarak artmaya devam etmektedir (Karakütük, 2017) (Şekil 6).

Çalışmada incelenecek fungal etmene özgü hazırlanan iki primer seti ile yapılan gerçek zamanlı PCR'a ait reaksiyon hazırlama protokolleri Çizelge 2'de verilmektedir.

Plate'in her bir kuyucuğuna yerleştirilen PCR ürünleri, Light Cycler® 480 II cihazında başlangıç denatürasyonu 95 °C'de 10 dk, takiben 95°C'de 10 sn, 56°C'de 20 sn (MAYDIS 1 primer seti için), 56°C'de 30 sn (MAYDIS 2 primer seti için) ve 72°C'de 1 sn toplam 45 döngüde çalıştırılmış final inkubasyonu 40 °C'de 30 sn'de gerçekleştirilmiştir.

Roche Diagnostics LightCycler 480 Probes Master seti kullanılarak yapılan analizlerde, pozitif izolat için A1, B1,C1 ve D1 kuyucukları, mısır örnekleri için E1, F1, G1 kuyucukları, negatif kontrol için H1, H2 kuyucukları kullanılmıştır. Veriler cihaza entegre software ile incelenerek fungal patojenlerin varlığı analiz edilmiştir.



Şekil 6. TaqMan probe çalışma sistemi (Anonymous, 2017)  
Figure 6. TaqMan probe working principle

Çizelge 2. Real-time PCR çalışma protokolü

Table 2. Real-time PCR working principle

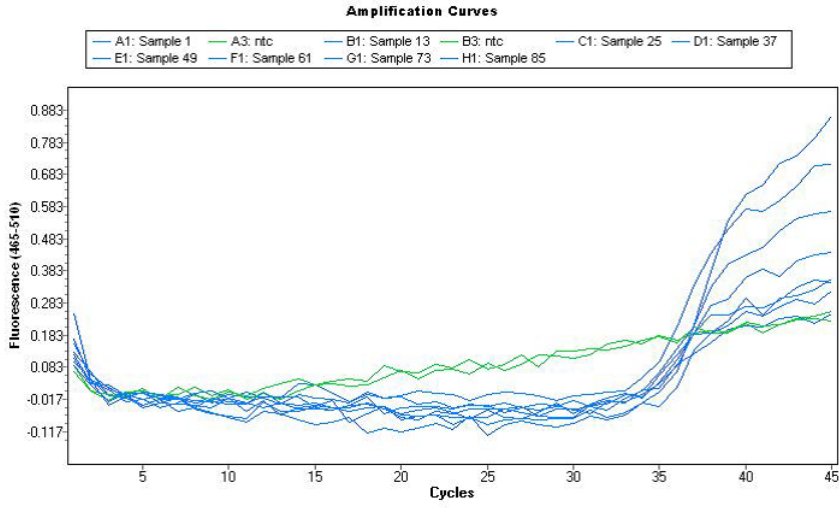
Ana karışım	MAYDIS1 primer çifti	MAYDIS2 primer çifti
Probes Master Karışımı	10µl	10µl
Forward primer (10 µmol)	1 µl	1 µl
Reverse primer (10 µmol)	1 µl	1 µl
Prob (10 µmol)	0.4µl	0.5 µl
DNA	5 µl	5µl
H2O	3.6µl	2.5µl
Toplam hacim	21 µl	20 µl

## ARAŞTIRMA BULGULARI

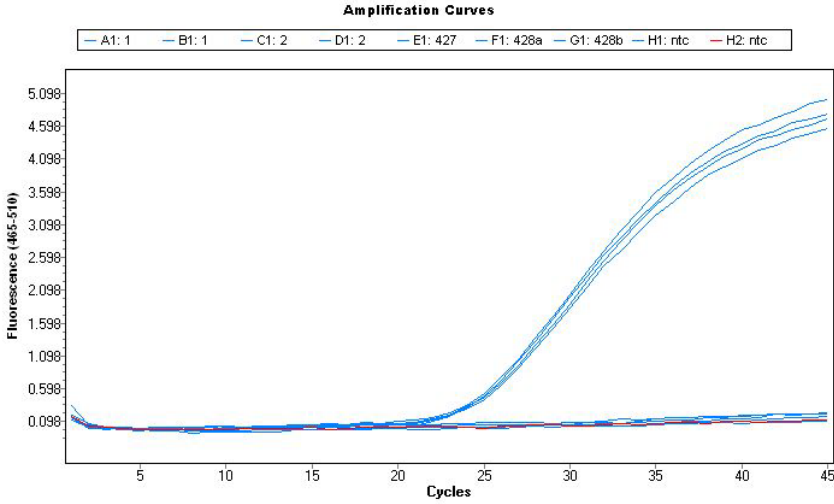
Çalışma bulgularına baktığımızda Maydis 1 ve Maydis 2 primer setleri ile *Stenocarpella maydis*'in varlığının tespit edildiğini görmekteyiz. Maydis 1 primer setinin 30. döngü itibari ile reaksiyona girdiği, Maydis 2 primer setinin ise yirincinci

döngüde reaksiyonda olduğunu görmekteyiz. Seçici besiyerine ekim neticesinde negatif olduğu belirlenen ve çalışmaya dahil edilen mısır tohumu DNA'larında ise herhangi bir bulaşma görülmemektedir. Çoğalma eğrilerine dair sonuçlar Şekil 7 ve 8'de verilmektedir.





**Şekil 7.** Maydis 1 çalışmasına ait çoğalma eğrileri  
**Figure 7.** Amplification curves of Maydis 1 study



**Şekil 8.** Maydis 2 çalışmasına ait çoğalma eğrileri  
**Figure 8.** Amplification curves of Maydis 2 study

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Mısırdaki sap ve koçan çürüklüğü etmeni *Stenocarpella maydis*'in tanılmasında besiyerine ekim, Real-time PCR ve konvansiyonel PCR yöntemleri kullanılmaktadır. Normal koşullarda fungal enfeksiyonun ve etmenin tanısı üretim alanlarında rutin olarak yürütülen görsel inspeksiyon veya konvansiyonel mikrobiyolojik metodlar ile gerçekleştirilmektedir. Ancak fungusun gelişimi mısır danesi ile sınırlı olmadığı için görsel inspeksiyonlar enfeksiyon seviyesini belirlemek açısından yeterli değildir. Diğer taraftan konvansiyonel metod mısır danelerinin seçici besiyerine ekilip 7 ile 14 periyodunda inkubasyonuna dayanmakta, morfolojik tanı konusunda uzman mikologlar tarafından yapılabilmektedir. Bu durum tanı aşamasının maliyetli

olmasına ve uzun sürmesine neden olmaktadır. Bu aşamada hızlı ve güvenilir bir tanı metoduna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda RT-PCR yöntemi ile *S. maydis* tanısı çalışmamızda temel çıkış noktası olmuştur.

Dünyada bu konuda yürütülen çalışmalara baktığımızda Barros ve ark.,(2008) etmene özgü üç spesifik primer ile *S. maydis*'in mısırdaki RT-PCR ile çoğaltılmasını gerçekleştirdiğini görmekteyiz. Eşit oranda çoğalmı elde edilmiş olup metodun uygulanabilirliğini ortaya koymuşlardır. Brezilya tohum sertifikasyon programı önceliğinde yer almakta olan *Stenocarpella* türlerinin tanısı konusunda yoğun çalışmalarda bulunan Barrocas et. al. (2012), *S. maydis*'in PCR tekniği ile tespitinde yöntemin duyarlılığını sorgulamışlardır. Çalışma sonucunda

nemli hücre veya PDA besiyerine ekim ve inkubasyona dayanan biyolojik metodlar ile tanıya göre PCR yöntemi ile ümitvar sonuç elde etmişlerdir. Çalışmada kullandıkları üç farklı primer çifti arasında P1/P2 primerlerin duyarlılığını yüksek bulmuşlardır. Romero and Wise (2015) yürüttükleri çalışmada ise 18-20 nükleotid uzunluğunda primerler ile *S. maydis* ve *S. macrospora*'nın dünyada ilk kez multiplex PCR ile tanısını gerçekleştirmişlerdir.

Dünyada yürütülen araştırmalara paralel olarak ülkemizde ilk kez gerçekleştirilen bu çalışmada RT-PCR

yöntemi dahilinde TaqMan probe sistemi ile *Stenocarpella maydis*'in varlığının tespit edilebilirliği ortaya konulmuştur. Çalışma için sözkonusu türe özel sentezlenen iki primer ve prob çifti ile yöntemin hem geçerliliği hem de primerlerin duyarlılığı belirlenmiştir. Heriki primer çiftinin uygulanabilirliği ancak MAYDIS 2 primer çiftinin çalışmada daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak 7 ile 14 gün süren maliyete ve tecrübeye dayalı tanı yöntemi 1 gün gibi bir süre içerisinde şüphe ve soru işaretlerine mahal vermeden gerçekleştirilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonymous 2017. <http://www.biogene.com/Application/notes/Amplification> Erişim: Kasım 2017.
- Barrocas, E.N., Machado, J.C., Almeida, M.G., Botelho, L.S and Pinho, E.V. 2012. Sensibility of the PCR technique in the detection of *Stenocarpella* sp. associated with maize seeds. *Revista Brasileira De Sementes*, vol 34, no 2., p.218-224.
- Barros, E., Crampton, M., Marais, G., Lezar, S. 2008. CSIR-Biosciences. A dna-based method to quantify *Stenocarpella maydis* in maize. *Maydica* 53 (2008): 125-129.
- Cervantes, A.J., Dominguez, E.M.H., Tellez, M.T., Gonzalez, V.M., Flores, Y.M and Gerardo Godinez, G.D. 2016. *Stenocarpella maydis* and *Sporisorium reilianum* Two Pathogenic Fungi of Maize. ISBN 978-953-51-2393-4, Print ISBN 978-953-51-2394-1, DOI: 10.5772/62662.
- CIMMYT. 2004. *Maize Diseases, A guide for Field Identification*. 4th Edition. 4th Edition. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Crous, P.W., Slippers, B., Wingfield, M.J., Rheeder, J., Marasas, W.F.O., Philips, A.J.L., Alves, A., Burgess, T., Barber, P., and Groenewald, J.Z. 2006. Phylogenetic lineages in the *Botryosphaeriaceae*. *Stud. Mycol.* 55:235-253.
- Earle, F.S. 1897. New species of fungi imperfecti from Alabama. *Bull. Torrey bot. Club.* 24:28-32.
- Grabow, B. 2017. *Diplodia* talk and ear rot. <http://www.plantpath.kstate.edu/extension/publications> Erişim: Kasım 2017.
- Günel, T. 2007. Gen Anlatımının Kantitatif Analizi Real-Time PCR. *Biyoloji ve Genetik, İstanbul Üniversitesi Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi. Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2007, 27
- Karakütük, S. 2017. *Biyolojik Analiz Yöntemleri*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü. Erişim: Haziran 2017.
- Kellerman, T.S., Rabie, C.J., Van De Westhuizen, G.C.A., Kriek, N.P.J., Prozeski, L. 1985. Induction of diplodiosis, a neuromycotoxicosis, in domestic ruminants with cultures of indigenous and exotic isolates of *Diplodia maydis*. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 52: 35-42.
- Kellerman, T.S., Prozeski, L., Schultz, R.A., Rabie, C.J., Van Ark, H., Maartins, B.P., Lubben, A. 1991. Prenatal mortality in lambs of ewes exposed to cultures of *Diplodia maydis* (*Stenocarpella maydis*) during gestation. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 58: 207-308.
- Külen, O., Keskin B., Yüksel B., Onarıcı S. ve Baykal A., 2011. Bitki Moleküler Genetiğinde Son Teknikler Uygulamalı Eğitimi, Marmara Araştırma Merkezi Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü, TÜBİTAK, 24-46 s.
- Luna, M.P.R. 2016. *Stenocarpella Maydis: Identification, Management, and Population Diversity*. Open Access Dissertations. 699. [http://docs.lib.purdue.edu/open\\_access\\_dissertations/699](http://docs.lib.purdue.edu/open_access_dissertations/699) Purdue University.
- OEPP/EPP. 2006. Data sheets on quarantine pests No.67: *Stenocarpella macrospora* and *Stenocarpella maydis*. No.67-68.
- Rabie, C.J., Du Preez, J.J., Hayes, J.P. 1987. Toxicity of *Diplodia maydis* to broilers, ducklings and laying chicken hens. *Poultry Sci.* 66: 1123-1128.
- Romero, M. P., and Wise, K. A. 2015. Development of molecular assays for detection of *Stenocarpella maydis* and *Stenocarpella macrospora* in corn. *Plant Dis.* 99:761-769. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-14-0917-RE>.
- Rossouw, J.D., Pretorius, Z.A., Silva, H.D., and Lamkey, K.R. 2009. Breeding for resistance to *Stenocarpella* ear rot in maize. *Plant Breed. Rev.* 31:223-246. John Wiley & Sons, Inc.
- Sutton, B.C., and Waterston, J.M. 1966a. *Diplodia macrospora*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Set 9. No. 83. CAB International, Willingford, UK.
- Sutton, B.C., and Waterston, J.M. 1966b. *Diplodia maydis*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Set 9. No. 84. CAB International, Willingford, UK.
- Vincelli, P. 1997. Ear rot of corn caused by *Stenocarpella maydis* (= *Diplodia maydis*). Online. University of Kentucky. Cooperative Extension Service. PPA- 43. Lexington, KY. <http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/>.
- White, D.G. 1999. *Compendium of Corn Diseases*. Page 44. 3rd ed. APS Press, St. Paul, MN.



**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):229-236  
DOI: 10.20289/zfdergi.414130

Albert Ukaro OFUOKU  
Daniel Omuredo AGANAGANA

Department of Agricultural Economics and Extension  
Delta State University, Asaba Campus, PMB 95074,  
Asaba, Delta State, NIGERIA

corresponding author: ofuoku@yahoo.com

## Effect of Rural - Urban Migration on Arable Crops Production in Delta North Agricultural Zone, Delta State, Nigeria

Nijerya, Delta Eyaletinde, Delta Kuzey Tarım Bölgesinde Kırdan Kente Göçün Tarla Bitkileri Üretimine Etkisi

Alınış (Received): 12.01.2017 Kabul tarihi (Accepted): 14.02.2018

### Key Words:

Rural-urban migration, labour, farming households, arable crops, effect

### Anahtar Sözcükler:

Kırdan-kente göç, işgücü, tarım işletmesi hanehalkı, tarla bitkileri, etki

### ABSTRACT

**T**his study examined the events of rural-urban migration on Arable crops production in the rural areas of Delta North Agricultural Zone of Delta State. Data were collected from 180 rural households' arable crops farmers. Descriptive statistics and multiple regression analysis were employed to analyze the data. Most migrants were able bodied young adults. Labour shortage was experienced in almost every household by arable crops farmers. As a result of labour shortage there were lots of uncultivated and under-cultivated arable crop lands in hectares. Net revenue foregone significantly correlated with labour shortage, reduction in arable crops production and rate of migration. The findings reveal that rural-urban migration was selective of age, marital status, and educational backgrounds while the primary reason for the movement was to better themselves economically. Also, that the massive influx of people to the cities was due to the dearth of infrastructure and economic opportunities and the neglect suffered by the agricultural sector in the rural areas. As a recommendation, a more proactive measure be adopted in the rural infrastructural development and government should adopt and enforce infrastructural priority policies that will create the enabling environment for rural transformation and agricultural development in rural areas that will bring positive effects to households of arable crops farmers who are the hub of food production in Delta North.

### ÖZET

**B**u çalışma, Delta Eyaletinin, Delta Kuzey Tarım Bölgesi'nin kırsal alanlarında kırdan kente göçün tarla bitkileri üretimi üzerinde etkisini incelemiştir. Veriler, kırsal kesimde yaşayan ve tarla bitkileri üretimi yapan 180 çiftçiden toplanmıştır. Verileri analiz etmek için tanımlayıcı istatistikler ve çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Çoğu göçmenler sağlıklı genç yetişkinlerdir. İşgücü kıtlığı tarla bitkileri üretimi yapan hemen hemen her hanede yaşanmaktadır. İşgücü yetersizliği sonucunda, az işlenen veya ekilmeyen çok fazla tarla bitkileri arazisi bulunmaktadır. İşgücü kıtlığı, tarla bitkileri üretimindeki azalma ve göç oranı ile net gelir kaybı arasında anlamlı bir ilişki vardır. Kırdan kente göçün başlıca nedeni kendilerine daha iyi ekonomik koşullar sağlamak iken, kırdan kente göçün yaş, medeni durum ve eğitim durumundan etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca, insanların kentlere yönelik büyük akınına, kırsal alanda ekonomik fırsatların ve alt yapının eksikliğinin ve tarım sektörünün ihmal edilmesinin neden olduğu anlaşılmaktadır. Bir öneri olarak, Kuzey Delta'da gıda üretiminin merkezi olan tarla bitkileri üretimi yapan üreticilerin hanehalklarına olumlu etkiler getirecek olan kırsal alanda kırsal dönüşüm ve tarımsal kalkınma için uygun ortamı yaratacak olan kırsal altyapı gelişiminde proaktif bir yöntem benimsenmeli ve hükümet alt yapı öncelikli politikaları benimsemeli ve uygulamalıdır.

### INTRODUCTION

In many countries, particularly in the third world countries, there is a noticeable dominant pattern of migration, rural – urban migration. This pattern of migration is not a new phenomenon. Generally,

migration is a regular occurrence in the life of any group of people or nation. Rural – urban migration is mostly temporary. People migrate in response to prevailing conditions or situations (Ekong, 2003, Ofuoku, 2012). The decision by people to migrate or move is always

informed by the prevailing situations which may be a selective process affecting individuals or families with certain economic, social, educational and demographic characteristics (Adewale, 2005).

Most people dwell in the rural areas. In fact, according to Ekong (2003), in Nigeria, over Seventy percent of the population live and derive their livelihood from the rural areas. Agriculture is the major driving force for rural growth and development. Unfortunately, agricultural productivity is very low in Nigeria. The obvious impact of poor agricultural productivity on rural communities is impoverishment of rural dwellers. This is exacerbated by poor rural infrastructure, which constitutes the major reasons for rural-urban migration.

Both urban and rural infrastructures have witnessed monumental decay in Nigeria (Popoola, 2006). Several rural communities have been cut off due to poor and inaccessible roads, electricity and good water are now luxuries. Until these are addressed we will continue to witness rural – urban migration unabated and we cannot hope to realize the full potentiality of the rural landscape endowment (Popoola; 2006).

The exodus of rural families to urban zones also causes a deterioration of the environment in terms of more contamination of garbage and human waste. The massive number of the poor in urban areas decreases the ability to protect the environment and places tremendous pressure on existing resources available to cope with deteriorating conditions. It is therefore imperative to improve quickly the conditions and situations of people in rural areas quickly that so they can meet their basic needs first and then work to protect and preserve natural resources.

Another concern is that the current population of farmers in many countries is becoming smaller and is growing older, The older ones are not being replaced by younger generations of farmers at the same rate, as in the past. Adequate solution to the urban invasion problem is not only a concern for rural youths; the area of policy making should include incentives like training in agricultural production, creation of access to agricultural credit facilities with low interest rate. Moreover, employment opportunities, leadership training, health care programmes and a stronger non – formal education in which content is adapted to the unique needs of the clientele should be a part of any effort to bring about positive change. Unfortunately, what has been mentioned above are seen as future solutions for government to achieve, especially now that the neo – liberal approach is being adapted where resources for rural development are very limited and coupled with high level of corruption?

Fadoyomi (1998), Ekong (2003) and Afolabi (2007) maintain that rural – urban migration has negative effect on agricultural productivity in all ramifications especially through loss of productive members of the rural families or communities. It is expected that a reversal in the trend in migration will help to assuage the adverse effects on all agricultural productivity as suggested by. The consistent production of arable crops annually will engender food availability for the growing teaming population and help to stabilize food security.

The discovery of petroleum in the Niger – Delta Regions of Nigeria has greatly fuelled rural – urban migration to the detriment of the agricultural sector of the economy of the region. A lot of people in the rural areas were prompted by the petroleum industry to migrate from rural to urban areas in search of white-collar jobs. This resulted in deficit in agricultural productivity in Delta State (Ofuoku, 2006).

In the circumstance, improved performance of the rural economy in forms of food production and other enterprises depend largely on the state of rural infrastructures and the types of social safety nets available to safeguard rural livelihoods. To achieve sustained rural development, these should be properly articulated and sustainable interventions in rural communities in terms of infrastructural development, motivations and education by governments, non-government organization, institutions, groups and individuals.

The efforts of the Nigerian government in agricultural development over the past three decades have failed to improve the economy. A review of the sector depicts a gloomy active picture. Performance is reflected in environmental degradation, mounting food deficits and decline in both gross domestic product and export earnings; while retail prices of food and import bill have been increasing. These effect have further impoverished the small holder farmers, thereby placing them in the poverty web (Iruonagbe, 2009).

Government concern with this situation in the past gave rise to various plans and projects aimed at checking the inflow of migrants from the rural to urban areas. Most of the schemes established by the federal government failed, to a large extent due, to the inadequate specification of the problems and the target population of the “migration- influencing” programmes. Iruonagbe (2009) argued that this is an aggravating factor due to the corrupt practices surrounding governmental programmes and the non- continuity on government policies and programmes by successive administrations. The Directorate of Food, Roads and Rural Infrastructure (DIFFRI) was established to provide the Nigerian rural populace with infrastructural facilities

(roads, electricity, water boreholes and pumps, agricultural inputs) to enhance food production, processing and evaluation of their produce to urban markets and to stem rural urban migration.

In order to fast track the gains of the 2001, New Agricultural Policy, there came the Presidential Initiatives in Agriculture (PIA) 2004, the National Special Food Security Programme (NSFSP) and FADAMA II 2005. In 2006, the National Agricultural Development Fund (NADF) was established with a takeoff capital of (Fifty billion naira) with a view to address the problem of inadequate funding of agriculture on a sustainable basis. The above policies lend support to the New Economic Partnership for Africans Development (NEPAD) as well as the Lagos Plan for Action (LPA); acknowledgement that agricultural mechanization and environmental stability are *sine qua non* for increased food production and food security (Faborede 2005).

All of these programmes no matter how laudable they have been or may be, have to a large extent failed to address the issue of migration as are expected to reduce the high migration of the active population from the rural to urban areas. Of serious note, these programmes were strangled and eventually killed by corrupt officials that were saddled to executing these programmes.

Rural-urban migrants are mainly youths (Onuekwusi, 2005) that constitute the bulk of every society, in fact the development of agriculture in every society is dependent on its active youth population who are regarded in every society as its "backbone". Every nation that wants to achieve rapid development in any sphere must mobilize, harness and develop optimally the potentials of its youth. The fact that the bulk of Nigeria's agricultural production is still in the hands of subsistent farmers dominantly residing in rural areas, is an advantage for the youths who dominate the rural areas to engage on and contribute to its development.

Ofuoku and Chukwuji (2012) found that rural urban migration impacted negatively on plantation agriculture in the Niger Delta Region of Delta State, Nigeria. It was suspected that this same trend is extant with respect to arable crops farming.

### Objectives of the study

The objective of this study was to present some empirical evidence of the effects of rural – urban migration on arable crops production in Delta North Agricultural Zone of Delta State. The specific objectives were to;

- i. Determine the socio-economic characteristics of migrants household heads.
- ii. Ascertain the rate of rural – urban migration by age of migrants in selected rural communities.

- iii. identify the causes for their migration to urban areas
- iv. determine the impact of rural – urban migration on labour availability for arable crops production, size of land farmed and farm revenue.

### Hypothesis

There is no significant relationship between net farm income (revenue) foregone, rate of rural-urban migration, labour shortage and size of foregone farmland.

### MATERIAL and METHOD

Delta North Agricultural Zone is one of the three agricultural zones in Delta State and is made up of Nine (9) Local Government Areas (extension blocks) and seventy-two (72) cells. The zone has a projected population of 1,229,371 people (Federal Bureau of Statistics, 2007). The zone is bounded in the East by Anambra State, North by Edo State, South by Delta Central Agricultural Zone and Edo Benin. Delta North Agricultural Zone has tropical climate marked by two distinctive seasons. The dry and rainy seasons. The dry season occur between November and March, while the rainy season, which encourages the growth of Arable crops and other vegetables in the zone, begins in April and last till October. A brief dry "spell" occurs in August "August break" while from December to February, usher in the dry harmattan wind that blows over the area.

Primary data were utilized for this study. Data were obtained through the use of well structured questionnaire. The questionnaires were pre-tested to remove any ambiguity. Primary data were collected with the assistance of Delta State Agricultural Development Programmes (ADPs) Extension staff (agents) assigned to various Blocks and Cells.

A purposive sampling technique was adopted to select household heads of migrants who emigrated for the past five (5) years. Rural household heads of migrants were identified with the help of Community leaders and Extension staff (agents) attached to various blocks, cells. Twenty (20) household heads of migrants were randomly selected from the identified household heads of each of the Nine (9) Local Government Areas of the Delta North Agricultural Zone, totaling one hundred and eighty (180) household heads of migrants. These household heads were served with questionnaire and some were interviewed and data obtained on the number and ages of migrants to urban areas.

From the data collected, the rate of household member(s) (labour) shortage was derived as the difference between household member(s) (labour) required and the actual household member(s) (labour) available in 2010 to 2014, expressed the percentage of household member(s) (labour) required. This method

was adapted from Essang and Mabawonku (1974). The percentage of total cultivable hectares (farm size) uncultivated and the percentage of cultivated hectares in 2010 to 2014, due to the surge of migration were also computed from the data. The loss of output (revenue) suspected due largely to uncultivated hectares orchestrated by migration was estimated in (aggregate) physical and in revenue terms as foregone revenue.

Firstly, the price per hectare yield (farm size) was multiplied by the total number of hectares uncultivated to obtain the foregone revenue in physical units. Using the 2010-2014 tentative average price per hectare on cassava, yam and maize, the amount of revenue foregone was duly computed. Secondly, the additional revenue which would have been incurred in an effort to fully cultivate available farm size was estimated by multiplying the revenue per hectare by the number of hectare uncultivated. The difference between gross revenue and this additional outlay is the net revenue foregone by the failure to cultivate the available hectare of the Arable crops land due to urban drift syndrome. Moreover, the researcher is perfectly aware that there these exist other theoretically satisfactory approaches to determining output loss due to incomplete cultivation of available farm size area (hectares) earmarked for arable crops production.

The hypothesis was tested with the use of multiple regression models. Three forms of model – semi-log, double log and linear forms were tested and the one with the best of fit- the one with the highest  $R^2$  value and the largest number of significant variables was adopted. The model is implicitly stated as follows:

$$Y = f(x_1 + x_2 + x_3 + x_n \dots \epsilon)$$

Where:

$Y$  = Foregone net revenue (N)

$x_1$  = Labour shortage (difference between required and available labour)

$x_2$  = Size of uncultivated area of farmland (ha)

$x_3$  = Rate of rural-urban migration rate (No. of migrants from)

$\epsilon$  = Error term

## RESULTS and DISCUSSION

### Socio-economic characteristics of household heads

Result in Table 1 shows that most respondents were in age bracket of 41-60 years constituting 95% indicating an ageing farming population, which is consonant with the assertion of Ekong (2003) that farming in the rural areas of Nigeria is dominated by older farmers because of outright migration of youths to urban centres in search of white-collar jobs.

**Table 1.** Socio-Economic Characteristics of Migrant Household Heads  
*Çizelge 1. Göçmen Hanehalkı Reisinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri*

Characteristics	Frequency (n = 180)	Percentage %
<b>Gender</b>		
Male	138	76.70
Female	42	23.30
<b>Household Heads Age</b>		
20-30	-	-
31-40	9	5
41-50	72	40
51-60	81	45
60 above	18	10
<b>Material Status</b>		
Married	135	75
Single	45	25
<b>Level of Education</b>		
Non Formal Education	30	16.7
Primary Education	75	43.3
Secondary Education	52	28.9
Tertiary Education	20	11.1
<b>Household Size</b>		
1-5	72	40
6-10	99	55
11-15	9	5
15 Above	-	-
<b>Farming Experience</b>		
1-10	7	3.9
11-20	36	20
21-30	81	45
31-40	54	30
41 above	2	1.1
<b>Farm Size (HA)</b>		
Bellow 1	105	58.3
1-4	45	25
5-8	27	15
9 and above	3	1.7
<b>Major Arable Crops Cultivated</b>		
Cassava	99	55
Yam	54	30
Maize	18	10
Melon	9	5.9

About 76.7% were female however, and this result does not agree with the findings of Jabil (2009), who reported that men are more into agricultural production, while it agrees with Uzokwe and Ofuoku (2006) who found out that women have taken over arable crop farming. Only 23.3% were male. A total of 75% are married, this finding is in line with the report of Adamu (2005) who stated that 95% of the peasant farmers in Nigeria arte married and 69% had non-formal education. In the area of education, about 83.3% of the respondents had one form of formal education or the other which also implies that they are largely literate farmers who could adopt any form of improved innovation on agricultural production and development. Most (55%) of the respondents had a household size of between 6-10,

40% had 1-5, while 5% had 11-15. With respect to experience, household heads of migrants had farming experience of 21-30 years (45%); 31-40 years (30%), 11-20 years (20%), 1-10 years (3.5%) while 1% had above 41 years. The implication of these results is that, with these years of experience, the farmers will be able to manage the productivity of their crops more efficiently and effectively. Hence, Hatrimelar (2009), opine that farmers, overtime have developed indigenous knowledge (IK) on how to manipulate their environment for agricultural productivity. On the major arable crops cultivated by the respondents, 55% cultivated cassava followed by 30% for yam, 18% for maize while 5% cultivated melon. The respondent's farm size indicated that most (58.3%) had below 1 hectare of farm land, followed by between 1-4 hectares (25%), 15% had 5-8 hectares and above 1.7% had 9 and above hectares. This result indicates that majority of respondents are still in subsistence farming level on fragmented farm holdings.

#### Rate of rural-urban migration by age in the selected rural communities

The trend of rural-urban migration is age selective (Table 2) as most 83.3% of the migrants for the past five (5) years were in the age bracket of 21-30 years. Similarly, 10% of those in the age range of 10-20 years migrated to urban cities. The data indicated that most (93.3%) of those who migrated from rural areas to urban areas were in the age bracket of 10-30 years. This confirmed the observation of Essand and Mabawonku (1974) that the incidence of migration is highest among the most productive age group (15-30 years) than any other. This leads to a heavy drain on the supply of rural family labour and in addition, pulls out the individuals, the essential elements of agricultural development programmes. In contrast, a small percentage of those in the age brackets of 41-50 years (1.1%), 31-40 years (5.6%) and 51 years and above (0%) had migrated to urban areas. This also is congruent with Ekong (2003) who stated that most migrants tend to be disproportionately young.

**Table 2.** Rate of Rural-Urban Migration by Age in Selected Rural Communities

**Çizelge 2.** Ele Alınan Kırsal Topluluklarda Yaşa Göre Kırdan-Kente Göç Oranı

Age (Years)	Frequency	Migrants Rate (%)
10-20	18	10
21-30	150	83.3
31-40	10	5.6
41-50	2	1.1
51 above	0	0

#### Why household members embarked on rural-urban migration

Table 3 shows that 25% of the migrants primarily migrated to the urban areas with the desire for education, 35% for employment, 21% for skill acquisition (apprenticeship) training, 16.1% desiring social amenities and 2.2% for marriage settlement.

**Table 3.** Why Household Members Embark on Rural-Urban Migration (n = 180)

**Çizelge 3.** Hane halkı Üyelerinin Kırdan-Kente Göç Nedenleri (n = 180)

Reasons	Frequency	Percentage (%)
Employment	63	35
Education	46	25.6
Social amenities	29	16.1
Skill acquisition/apprenticeship	38	21.1
Marriage	4	2.2

#### Effects of rural-urban migration on labour required in arable crops farms among household heads

Table 4 reveals that many medium/ small scale Arable crops farms in Delta North Agricultural Zone, LG<sub>1</sub> to LG<sub>9</sub>, have similar challenge of household members labour shortfalls between 35% and 58.3% of expected labour required. This finding confirmed those of Tuan, Somwaru and Diao (2000), Ekong (2003), and Adewale (2005) Ofuoku and Chukwuji who founded that migration from rural to urban areas tends to deplete the agricultural labour force as it is the able-bodied young men who usually move.

**Table 4.** Aggregated Labour Shortage in Various Household Farms of Migrants (2010 – 2014)

**Çizelge 4.** Çeşitli Hanehalkı İşletme Gruplarına Göre Göç Edenlerin Toplam İşgücü Kıtlığı (2010 – 2014)

Local Govt. Area Code	Expected Labour	Available Labour	Unavailable Labour	Percentage (%)
LLG <sub>1</sub>	40	19	21	52.5
LLG <sub>2</sub>	30	14	16	53.3
LLG <sub>3</sub>	35	16	19	54.3
LLG <sub>4</sub>	70	30	40	57.1
LLG <sub>5</sub>	60	25	35	58.3
LLG <sub>6</sub>	30	14	16	53.3
LLG <sub>7</sub>	35	20	15	43
LLG <sub>8</sub>	25	10	15	44
LLG <sub>9</sub>	20	13	7	35

Source: Migrants' household heads



Arable crops production will continue to dwindle from labour shortage problems due to rural-urban migration because young men are no longer committed to agriculture and there is the irresistible attraction to urban life and its amenities, which is characterized with the dullness and secluded life in the rural Communities due to under social amenities and infrastructure (Ofuoku and Chukwuji, 2012).

#### **Estimated Arable Crops Farm Land Size (hectare) uncultivated due to Rural-Urban Migration from 2010-2014.**

Table 5 shows that in the Nine (9) Local Government Areas LG<sub>1</sub> – LG<sub>9</sub>, there were lots of uncultivated hectares of Arable crops farm land ranging from 54.3% to 64.3%

of the total cultivable hectares for Arable crops production. These lapses in form of short-falls in cultivating cultivable hectares of land meant for arable crops productivity was as a result of rural-urban migration which has reduced drastically the manpower needed by various household heads for arable crops production. These results confirm the observation of Kandel (2003), Ekong (2003), Adewale (2005) and Ofuoku and Chukwuji (2012) that with no commensurate substitution of the displaced labour, agricultural productivity tends to fall. Uncultivated Arable crops land is expected to have serious economic implications in terms of food security, stable food and foregone revenue.

**Table 5.** Average Foregone Arable Crops Farm Land (Ha) Area due to Rural-Urban Migration from 2010-2014

**Çizelge 5.** Kırdan-Kente Göç Nedeniyle Ortalama Vazgeçilen Tarla Bitkileri Üretim Alanı (Ha) (2010-2014)

Local Govt.	2010			2011			2012		
	Available	Cultivated	Uncultivated farm	Available	Cultivated	Uncultivated farm	Available	Cultivated	Uncultivated farm
FSLG <sub>1</sub>	29.8	15.8	14 <sup>47</sup>	29.8	13	16.8 <sup>56.4</sup>	29.8	12	17.8 <sup>59.7</sup>
FSLG <sub>2</sub>	24.5	11	13.5 <sup>43</sup>	24.5	10.5	14.0 <sup>38.8</sup>	24.5	12	12.5 <sup>46</sup>
FSLG <sub>3</sub>	27.5	12.5	15.0 <sup>34.5</sup>	27.5	11.3	16.2 <sup>41.8</sup>	27.5	12.5	15.0 <sup>45.5</sup>
FSLG <sub>4</sub>	57.5	24.3	33.2 <sup>25.2</sup>	57.5	21.8	35.7 <sup>28.7</sup>	57.5	26.0	31.5 <sup>29.7</sup>
FSLG <sub>5</sub>	46.5	19.1	27.4 <sup>31.2</sup>	46.5	21.3	25.2 <sup>33.3</sup>	46.5	22.0	24.5 <sup>36.3</sup>
FSLG <sub>6</sub>	22	9	13 <sup>59.1</sup>	22	8.2	13.8 <sup>62.7</sup>	22	7.9	14.1 <sup>64.1</sup>
FSLG <sub>7</sub>	26.5	11.9	14.6 <sup>13.2</sup>	726.5	12.2	14.3 <sup>19.2</sup>	726.5	10.4	16.1 <sup>23.4</sup>
FSLG <sub>8</sub>	18	9	9 <sup>50</sup>	18	8.1	9.4 <sup>52.2</sup>	18	7.2	10.8 <sup>60</sup>
FSLG <sub>9</sub>	15.8	6.0	9.8 <sup>24.1</sup>	15.8	6.8	9.0 <sup>25.3</sup>	15.8	6.4	9.4 <sup>34.2</sup>
Local Govt.	2013			2014					
	Available	Cultivated	Uncultivated farm	Available	Cultivated	Uncultivated farm			
FSLG <sub>1</sub>	29.8	8.6	21.2 <sup>71.1</sup>	29.8	7.4	22.4 <sup>71.2</sup>			
FSLG <sub>2</sub>	24.5	9.0	15.5 <sup>50.6</sup>	24.5	11.5	13.0 <sup>56</sup>			
FSLG <sub>3</sub>	27.5	13.4	14.1 <sup>50</sup>	27.5	12.9	14.6 <sup>52.7</sup>			
FSLG <sub>4</sub>	57.5	28.3	29.2 <sup>23.3</sup>	57.5	18.5	39.0 <sup>44.3</sup>			
FSLG <sub>5</sub>	46.5	20.8	25.7 <sup>39.4</sup>	46.5	16.4	30.1 <sup>40.6</sup>			
FSLG <sub>6</sub>	22	7.2	13 <sup>59.1</sup>	22	7	15 <sup>68.1</sup>			
FSLG <sub>7</sub>	726.5	8.5	18.0 <sup>24.5</sup>	726.5	11.0	15.5 <sup>31.1</sup>			
FSLG <sub>8</sub>	18	6.8	11.2 <sup>62.2</sup>	18	5	13 <sup>72.2</sup>			
FSLG <sub>9</sub>	15.8	4.8	11.0 <sup>41.1</sup>	15.8	5.4	10.4 <sup>49.4</sup>			

Source: Field Survey, 2015

**Table 4.5.** Uncultivated Aggregated Hectare(S) of Arable Crops Farm Land Foregone Among Household Farmers Due to Rural-Urban Migration 2010 – 2014

**Çizelge 4.5.** Kırdan Kente Göç Nedeniyle, Hanehalkı Üreticileri Arasında Vazgeçilen Tarım Arazilerinde Ekilmeyen Toplam Tarla Bitkileri Üretim Alanı (hektar) (2010-2014)

Local Govt. Area Code	Available farm size	Cultivated farm size	Uncultivated farm size	Uncultivated % of hectares
FSLG <sub>1</sub>	149	56	92.2	63
FSLG <sub>2</sub>	122.5	55.5	67	54.7
FSLG <sub>3</sub>	137.5	62.6	74.9	54.5
FSLG <sub>4</sub>	287.5	120.2	167.3	58.2
FSLG <sub>5</sub>	232.5	100.5	132	56.8
FSLG <sub>6</sub>	110	39.3	70.7	64.3
FSLG <sub>7</sub>	132.5	60.5	72	54.3
FSLG <sub>8</sub>	90	36.1	53.9	60
FSLG <sub>9</sub>	79	34.8	44.2	56
TOTAL	1,340.5	565.5	774.2	

### Effects of rural-urban migration on farm revenue foregone

Table 6 indicates woeful substantial aggregate amount of foregone revenue ranging from N6, 606, 920 to N12, 257, 330 (64%) in 2010 to 2014. This amount of money would have been added revenue to various arable crops farming household heads if the expected household members (labour) were available to cultivate the available farm size. This trends stand to confirm an earlier observation that the shortage of labour would have serious economic implications in terms of food security, stable food and foregone revenue. This is in consonance with Ofuoku and Chukwuji (2012) who

found that there was revenue foregone as a result of rural-urban migration. This agrees with the observation of Afolabi (2007) who stated that rural-urban migration negatively affects agricultural productivity through loss of productive members of the rural communities and goes further to say that rural-urban migration correlated with productivity of four crops in Nigeria. Accordingly, Fadayomi (1998) recalls that internal migration has a negative impact on the quality of rural life because it reduces the population of individuals in the rural areas and this contribute to a labour deficit in the rural areas which invariably affects agricultural productivity.

**Table 6.** Aggregated Forgone Revenue of All LGs in Delta North Agricultural Zone 2010-2014  
**Çizelge 6.** Delta Kuzey Tarım Bölgesinde Yerel Hükümetlere Göre Toplam Kaybedilen Gelir (2010-2014)

Local Govt. Area Code	Expected Revenue (₦)	Realized Revenue (₦)	Foregone Revenue (₦)
FRLG <sub>1</sub>	19,766,340	7,509,010	12,257,330
FRLG <sub>2</sub>	16,250,850	7,091,425	9,159,425
FRLG <sub>3</sub>	18,240,750	8,307,660	9,933,090
FRLG <sub>4</sub>	38,139,750	15,736,830	22,402,920
FRLG <sub>5</sub>	30,843,450	13,151,295	17,692,155
FRLG <sub>6</sub>	14,592,600	5,211,665	9,380,935
FRLG <sub>7</sub>	17,577,450	7,164,370	10,413,080
FRLG <sub>8</sub>	11,939,400	4,871,810	7,067,590
FRLG <sub>9</sub>	10,480,140	3,871,220	6,606,920
<b>TOTAL</b>	<b>177,830,730</b>	<b>72,917,285</b>	<b>104,913,445</b>

Source: Migrants' household heads

### Relationship between rate of rural-urban migration and labour shortage, uncultivated area of farmland and foregone revenue

It was hypothesized that there was no significant relationship between foregone revenue and migration, uncultivated farmland and labour shortage. In testing this hypothesis, three functional forms of multiple regression models – linear, double log and semi-log were fitted to determine the function with the best fit. Only the linear function was adopted as the lead equation because its equation showed goodness of fit considering the quality of its co-efficient, R-square,

adjusted R-square and the number of significant variables. R<sup>2</sup> value = 0.999 indicates that 99.9% of the parameter estimates are responsible for the result obtained. The parameters of the estimated linear regression model are shown in Table 7 rate of migration (Y), labour shortage (X<sub>1</sub>), uncultivated farmland (X<sub>2</sub>), foregone farm income (revenue) (X<sub>3</sub>). were positively and significantly correlated with rural-urban migration. This implies that the more able bodied young adults migrate from rural to urban settlements, the higher the level of labour shortage which invariably increases foregone revenue.

**Table 7.** Estimate of Relationship Between Rate of Migration and Farm Income (revenue) Forgone, Labour Shortage and Foregone Area of Farmland  
**Çizelge 7.** Kaybedilen Çiftlik Geliri, İşgücü Kıtlığı ve Vazgeçilen Tarım Arazisi ile Göç Oranı Arasındaki Tahmini İlişki

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-271115.413	228169.0855	-1.18822	0.288104
Labour shortage	124717.7612	42188.6733	2.956191	0.031658*
Size of uncultivated area of farmland	120273.0609	16137.2455	7.453134	0.000686*
Farm income foregone	51747.17154	63223.66787	2.734486	0.495632*
Dependent variable is rate of migration				

NOTE \* = Significant at 5% level

The higher the number of rural-urban migrants, the larger the area that is uncultivated as a result of the dearth of labour. The higher the rate of rural-urban migration the more the revenue forgone will be, because of the shortage of labour created by rural-urban migration.

This is congruent with Essang and Mabawonku (1975), Tuan *et al.* (2000), Ekong (2003), Ray (2004), Adewale (2005), Afolabi (2007) who discovered that rural-urban migration have negative consequences on agricultural production in the source area. Based on the results obtained, the hypothesis of no significant relationship between dependent variable and independent variables is therefore rejected.

### CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

This study focused on the migration of people from rural-urban areas and how this has tremendously affected arable crops production in Delta North Agricultural Zone. It was discovered that arable crops sub-sector which is the main stay of rural areas suffers a great deal owing to the rate migration. Arable crops farmers are compelled to cultivate lesser portions of their arable crops farm land which they can handle alone, or with their little children for lack of sufficient labour from household members. It was also discovered that the motives for migration are primarily strong desire for employment, education, skill acquisition training, better conditions of living (social amenities) and marital settlement.

### REFERENCES

- Adamu, A.A. (2005). Efficiency of resource-use in irrigated wheat production among farmers in Hadejia-Jama'ara River Basin, Nigeria. Unpublished M.Sc Thesis, Agricultural Economics and Extension Programme, School of Agriculture and Agricultural Technology, Abubakar Tafawa Balewa University Bauchi. 33pp.
- Adewale (2005). "Socio-economic factors associated with urban rural migration inn Nigeria: A case study of Oyo State, Nigeria". *A Journal of human ecology*, 17(1), 13 –16.
- Afolabi, M.O. 2007. Rural-urban migration and production in Nigeria agricultural sector. M.PP Thesis Simon Fraser University, Burnaby, B.C.; Canada.
- Ekong, E. Ekong. (2003). Introduction to rural sociology. Uyo, Nigeria: Dove Educational publishers.
- Essang, and Mabawonku (1974). Impact of urban migration on rural development: Theoretical considerations and empirical evidence from Southern Nigeria. New York Rockefeller.
- Essang, Samuel. M. and Adewale F. Mabawonku. 1981. Impact of urban migration on rural development: Theoretical considerations and empirical evidence from Southern Nigeria. New York: Rockefeller.
- Fadayomi, (1998). Rural development and migration in Nigeria: Impact on the Eastern Zone of Bauchi State Agricultural Development Project. Ibadan, Nigeria; Nigeria Institute of Social and Agricultural Research.
- Iruonagbe, T.C. (2009) Rural-Urban Migration and Agricultural Development in Nigeria.
- Kandel (2003). "Differential Impacts of Migration on Agriculture: A comparative study of male headed and female headed households in Western Mid-Hills of Nepal." Unpublished M.Sc. Thesis, Dept of Agricultural Extension and Rural Sociology, IAAS, Rampur, Chitwan, Nepal
- Ofuoku, A.U. (2012). Urban- Rural Migration in Delta State, Nigeria: Implications for Agricultural Extension Services. *Global Journal of Science Frontier Research: Agriculture and Veterinary Science*. 12(6),1-5.
- Ofuoku, A.U. and Chukwuji, C.O. (2012) Impact of rural-urban migration on plantation agriculture in the Niger Delta Region, Nigeria
- Popoola, Labode (2006). Socioeconomic potentials of the Nigeria Rural landscape and ways of utilizing them towards Rapid economic and industrial revolution. Lead paper presented at the 15<sup>th</sup> Annual Congress of the Nigeria Rural Sociological Association. Held at the university of Ado-Ekiti, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria 6-7<sup>th</sup> Nov.
- Ray, D.P. (2004). Effect of labour migration on agricultural production in Mahotarri District. Unpublished M.Sc. thesis, Dept of Agricultural Extension and Rural Sociology, IAAS, Rampur, Chitwan, Nepal
- Tuan, Francis., Agapi Somwaru. and Xinshen Diao. 2000. Rural Labour Migration, Characteristics, and Employment Patterns: A Study Based on China's Agricultural Census, Trade and Macroeconomics Division Discussion Paper No. 63. Washington D.C., USA: International Food Policy Research Institute (IFPRI)
- Uzokwe, U.N. and Ofuoku, A.U. (2006) Changes in gender division of agricultural tasks in Delta State, Nigeria and implications for agricultural extension services. *Extension Farming Systems Journal*, 2(1), 91-96 .

Ercan ÖZKAYNAK  
Tuğba ŞİMŞEK

## İleri Patates Hatlarının Kuraklık Toleransının In Vitro Koşullarda Belirlenmesi

Determination of Drought Tolerance on Advanced Potato Lines In Vitro Conditions

Yüksel Tohum Tarım San. Ve Tic. A. Ş. Antalya/Türkiye,  
sorumlu yazar: eozkaynak@yukseletohum.com

Alınış (Received): 29.09.2017

Kabul tarihi (Accepted): 15.02.2018

### Anahtar Sözcükler:

İleri hat, ıslah, kuraklık, patates, PEG 6000

### ÖZET

**A**raştırma bazı ileri patates hatlarında in vitro koşullarda PEG 6000 kullanılarak oluşturulan kuraklık stresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma doku kültürü laboratuvarında 2016 yılı Ocak - Mayıs ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre; MS0: PEG yok, P1: %3 PEG, P2= %10 PEG ve P3=%15 PEG olarak adlandırılan 4 PEG konsantrasyonu kullanılarak 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bitki boyu, bitki başına boğum sayısı ve bitki yaş ağırlığı gibi bitki özellikleri 20 ve 40 günlük kültür periyotlarında ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Genel olarak P1 (MS + %3 sukroz + 7 g/l agar + %3 PEG), P2 (MS + %3 sukroz + 7 g/l agar + %10 PEG) ve P3 (MS + %3 sukroz + 7 g/l agar + %15 PEG) ortamlarına göre tüm bitki özelliklerinde en yüksek değerler MS0 (MS + %3 sukroz + 7 g/l agar) ortamında elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre PEG konsantrasyonu arttıkça bitki boyu, bitki başına boğum sayısı, bitki yaş ağırlığı ve bitki büyüme ve gelişmesi azalma göstermiştir. Araştırma sonucuna göre 13-80-44 ve 22-99-33 ileri hatları PEG 6000 içeren in vitro koşullarda kuraklık toleranslı hatlar olarak seçilmiştir.

### Key Words:

Advanced line, breeding, drought, potato, PEG 6000

### ABSTRACT

**T**his study aim was to determine the effect of some advanced potato lines to drought stress conditions in vitro using PEG 6000. This research was conducted at the Tissue Culture Laboratory in January 2016 to May 2016. The Randomized Split Block Design was carried out PEG concentrations of three levels, namely: MS0: no PEG, P1: 3% PEG, P2= 10% PEG and P3: 15% PEG with three replications. Plant traits such as plant height, number of nodes per plant and plant fresh weight were measured and evaluated after 20 and 40 days of culture period. In general, the higher values were obtained from MS0 (MS + 3% sucrose + 7 g/l agar) compare to P1 (MS + 3% sucrose + 7 g/l agar + 3% PEG), P2 (MS + 3% sucrose + 7 g/l agar + 10% PEG) and P3 (MS + 3% sucrose + 7 g/l agar + 15% PEG) for all plant characteristics. The research results showed that increasing the concentration of PEG will reduce plant height, number of nodes per plant, plant fresh weight and plant growth and development. As a result of the research, 13-80-44 and 22-99-33 advanced lines were selected as drought tolerant lines in vitro PEG 6000 induced conditions.

### GİRİŞ

Bitkiler doğal koşullarda büyürken kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk, sel, oksidatif stres ve ağır metal toksitesi gibi birçok abiyotik stres faktörleri ile karşı karşıya gelmektedir (Mengü-Pamuk ve ark. 2011). Genellikle kuraklık stresi topraktaki kullanışlı su azaldığında ve atmosferik koşullar sürekli olarak buharlaşma ve terleme ile su kaybına neden olduğunda ortaya çıkmaktadır. Patates yağmurla beslenen ya da sulu koşullarda diğer önemli kültür bitkilere göre birim

su başına elde edilen ürün bakımından daha yüksek verime sahiptir Uygulanan her m<sup>3</sup> su başına patates 5600 kcal enerji üretirken, bu değerler mısırdaki 3860 kcal, buğdayda 2300 kcal ve çeltikte 2000 kcal olarak belirtilmiştir (Renault and Wallender, 2000; Monneveux et al. 2013). Patates kuraklığa oldukça hassas bir bitki olmasına rağmen bazı morfolojik ve fizyolojik tepkiler verebilmektedir (Yuan et al. 2003; Schafleitner et al. 2007; Stark et al. 2013; Soltys-Kalina et al. 2016). Yine de belirli bir süre su stresine maruz kaldığında kuraklık

etkisini hemen göstermekte ve yüzeysel kök gelişimi ve üretimde kapasite düşüklüğü meydana gelmektedir (Iwama and Yamaguchi, 2006).

Patateste kuraklık bitki büyümesini azaltmakta (Deblonde and Ledent, 2001), büyüme süresini kısaltmakta (Kumar et al. 2007) ve yumru büyüklüğünü ve sayısını azaltmakta (Eiasu et al. 2007; Schafleitner et al. 2007; Monneveux et al. 2013) tarla koşullarında kuraklık yumru verim ve kalitesinde önemli azalmalara neden olmaktadır (Lahlou et al. 2003, Stark et al. 2013). Kuraklığa toleranslı patates çeşitleri geliştirmek için klasik olarak tarla koşullarında moleküler ve fizyolojik seviyede tolerant çeşitleri belirlemek için farklı teknikler kullanılmaktadır. Klasik olarak tarla koşullarında kuraklık toleransını belirlemek yerine in vitro koşullarda seleksiyon, stres faktörlerine toleranslı hatların geliştirilmesi için son zamanlarda alternatif ve kolay bir yöntem olarak uygulama alanı bulmaktadır (Monneveux et al. 2013). In vitro koşullarda su stresi etkisinin tarla koşullarındaki etkiye benzer özellikler gösterdiği ve in vitro koşullarda da tarla koşullarına benzer şekilde su stresinde; büyümede gerileme, ağırlık kaybı, kök sayısı ve kök kuru ağırlığında azalma görüldüğü belirtilmiştir (Gopal and Iwama, 2007; Monneveux et al. 2013).

Patateste in vitro kültür teknikleri belirli koşullarda ve içeriği bilinen bir besin ortamında uygulandığı için çevresel değişimler minimum düzeyde kontrol edilebilmekte ve homojen bir ortam sağlanabilmektedir (Manoj and Uday, 2007; Monneveux et al. 2013). Polietilen glikol (PEG), yüksek moleküler ağırlığa sahip (1500-8000 arasında değişen moleküler ağırlıkları mevcuttur), suda çözünebilir ve bitkiler için toksik olmayan bir polimerdir. Yüksek moleküler ağırlığından dolayı köklerde ve sürgünlerde alınma oranı oldukça yavaştır ve bitki türlerine, konsantrasyonuna ve uygulama zamanına göre değişmektedir (Yaniv ve Werker, 1983; Jacomini et al. 1988). Bu özelliğinden dolayı bitkilerde suni kuraklık etkisi yaratmak amacıyla kullanılmaktadır (Tabori et al. 2017). PEG ile kuru (susuz) topraktaki düşük su potansiyeline benzer koşullar suni olarak sağlanabilmekte ve fide aşamasında bitkilerde kök ve sürgün gelişmesi incelenebilmektedir (Nistor et al. 2014).

Araştırma patateste üstün özelliklere sahip çeşit adayları ileri ıslah hatları ve bazı çeşitlerin in vitro koşullarda polietilen glikol içeren besin ortamında su stresine ve dolayısıyla da kuraklığa tolerans seviyesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

### **MATERYAL ve YÖNTEM**

Araştırma kapsamında 2008-2016 tarihleri arasında patateste Türkiye koşullarına uygun erkenci yemeklik patates çeşitleri geliştirmek amacıyla ıslah çalışmaları

yürütülmüştür. Islah çalışmaları sonucunda bitki, yumru, verim ve kalite özellikleri yönünden üstün özellik gösteren 6 ileri patates hattı seçilmiştir. 6 ileri patates hattı (11-03-38 (orta erkenci), 12-55-07 (erkenci-orta erkenci), 12-69-39 (orta erkenci), 12-85-11 (orta erkenci), 22-99-33 (orta erkenci-geçici) ve 13-80-44 (orta erkenci-geçici) ve 2 patates çeşidi (Milva (orta erkenci) ve Saline (orta erkenci) araştırmada bitki materyal olarak kullanılmıştır. In vitro koşullarda geliştirilmiş ileri patates hatları ve çeşitlerine ait stok bitkilerden alınan tek boğum eksplantları %3 sukroz, 7g/1 agar içeren MS (Murashige and Skoog, 1962) besin ortamında petri kutularında 2 hafta süreyle geliştirilmiştir. Gelişmiş patates hat ve çeşitlerine ait bitkilerden alınan tek boğum eksplantları araştırmada kullanılmıştır. Araştırmada MS besin ortamı kullanılmış ve çalışma petri kutusunda yapılmıştır.

Patates hatları ve çeşitleri 4 farklı besin ortamında büyütülmüştür. Besin ortamına ilave edilen PEG 6000 ile kuraklık stresi oluşturulmuştur. Araştırmada ilk ortam olarak, %3 sukroz + 7g/1 agar içeren MS0 besin ortamı, ikinci ortam olarak %3 sukroz + 7g/1 agar + %3 PEG içeren P1 ortamı, üçüncü ortam olarak %3 sukroz + 7g/1 agar + %10 PEG içeren P2 ortamı ve dördüncü ortam olarak %3 sukroz + 7g/1 agar + %15 PEG içeren P3 ortamı kullanılmıştır. Besin ortamlarının pH'sı 5.7'ye ayarlandıktan sonra 121 °C'de 20 dakika süreyle otoklav edilmiştir. Kültürler 16 saat ışık 8 saat karanlık ortamda ve 25± 2 °C sıcaklıkta büyütülmüşlerdir. Araştırmada her petri kutusuna 5'er adet tek boğum içeren eksplant konulmuştur. Araştırmada her çeşit ve hat için her ortamda 12'şer petri kutusu kullanılmıştır. Araştırmada 20 ve 40 günlük kültür süresinde bitki kök, yaprak ve gövde gelişimi in vitro koşullarda bitki gelişimi olarak değerlendirilmiş, ayrıca bitki boyu, boğum sayısı, bitki yaş ağırlığı özellikleri ölçülmüştür. Bitki yaş ağırlığı, boğum sayısı ve bitki boyu değerleri 5'er bitki kullanılarak saptanmıştır. Araştırma 2 kez tekrar edilerek elde edilen verilerin ortalaması değerlendirmeye alınmıştır. 20 günlük ilk kültür süresinden sonra bitkilerde steril kabin içinde gerekli ölçümler yapılarak aynı bitkiler tekrar aynı oranlarda PEG içeren yeni besin ortamlarına konulmuş ve 40 gün süresince büyüme ve gelişmeye devam etmişlerdir. Bitkinin genel yapısı (kök, yaprak ve gövde gelişimine göre) 1-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir (Bhattarai, 2017). 1-5 skala değerlendirmesi; 1: çok az gelişme, 2: az gelişme, 3: orta düzeyde gelişme 4: iyi gelişme ve 5: çok iyi büyüme ve gelişme, olarak yapılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre MSTAT-C istatistik programı (Freed et al. 1989) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalama değerler LSD testi (istatistik olarak 0.01 önem seviyesinde) ile değerlendirilmiştir

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada ilk 20 günde ve toplamda 40 günde tüm çeşit ve ileri hatlarda en iyi bitki büyüme ve gelişmesi MS0 ortamında gözlenmiştir (Çizelge 1). 20 günlük kültür süresinde 22-99-33 ve 13-80-44 hatları ve Milva çeşidi bitki gelişimi bakımından iyi performans göstermiştir. 40 günlük kültür süresi sonunda ise 12-69-29, 22-99-33, 13-80-44 hatları ve Milva çeşidi alt kültüre alınabilecek ve in vitro çoğaltım yapılabilecek seviyede bitki gelişimi sağlamışlardır. Saline çeşidi ve diğer hatlar ise daha zayıf bitki gelişimi göstermişlerdir. %10 PEG içeren ortamda Milva çeşidi ve 13-80-44 hattı orta düzeyde büyüme ve gelişme göstermiş diğer çeşitlerde gelişimde gerileme görülmüştür. %15 PEG ortamında ise 13-80-44 hattında daha az olmak üzere tüm çeşitlerde büyüme ve gelişme gerilemiştir.

Araştırmada bitki boyu, boğum sayısı ve bitki yaş ağırlığı özellikleri yönünden kültür süreleri, PEG besin ortamları ve çeşit-hatlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

Araştırmada bitki boyu değerleri tüm çeşit ve hatlarda kültür süresi 20 günden 40 güne devam ettikçe 4 ortamda da artış göstermiştir. Bitki boyu değerleri MS0 ortamında yüksek bulunurken, PEG içeren P1, P2 ve P3 ortamlarında daha düşük bulunmuştur (Çizelge 2). %10 PEG içeren ortam bitki gelişimini ve bitki boyu uzamasını olumsuz yönde etkilemiş, %15 PEG içeren ortamda ise bitkilerde büyüme durma noktasına gelmiş ve çok az gelişme gözlenmiştir. Bitki boyu bakımından 40 günlük kültür süresi sonunda en yüksek değerler MS0 ortamında 7.48cm ve 7.35 cm ile Milva ve Saline çeşitlerinde bulunmuş bu çeşitleri 13-80-44, 12-55-07 ve 22-99-33 hatları izlemiştir. P1, P2 ve P3 ortamlarının genel çeşitler ortalaması olarak en yüksek değerler 4.53 cm ile Milva, 3.89 cm ile 13-80-44 ve 3.51 cm ile Saline çeşitlerinde elde edilmiştir. 20 ve 40 günlük kültür sürelerinde PEG içeren ortamlarda ise en yüksek değerler Milva, Saline, çeşitleri ve 13-80-44 hattında elde edilmiştir. PEG konstrasyonu artıca PEG suni kuraklık etkisinden dolayı bitki boyu değerleri azalmış ve yapraklarda küçülme görülmüştür.

**Çizelge 1.** Patateste in vitro koşullarda PEG içeren besin ortamında bitki gelişimi

**Table 1.** Plant development of in vitro conditions in PEG including medium in potato

Çeşitler / Hatlar	Bitki Gelişimi							
	20 gün				40 gün			
	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)
11-03-38	5	4	2	1	5	4	2	1
12-55-07	5	3	2	1	5	4	2	1
12-69-39	5	2	1	1	5	3	2	1
12-85-11	5	2	1	1	5	3	1	1
22-99-33	5	3	3	2	5	4	2	1
13-80-44	5	3	3	2	5	4	3	2
Saline	5	3	2	1	5	3	2	1
Milva	5	4	3	2	5	4	3	2

**Çizelge 2.** Patateste in vitro koşullarda PEG içeren besin ortamında bitki boyu

**Table 2.** Plant height of in vitro conditions in PEG including medium in potato

Çeşitler / Hatlar	Bitki Boyu (cm)									
	20 gün					40 gün				
	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG* Çeşit/Hat Ortalama	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG Çeşit/Hat Ortalama
11-03-38	3.34	3.92	2.41	2.0	2.78c	4.08	3.98	2.98	2.20	3.05d
12-55-07	4.22	2.75	2.13	1.87	2.25d	6.79	4.52	2.62	1.89	3.01d
12-69-39	5.18	2.28	1.81	1.60	1.90de	6.62	4.64	2.74	1.78	3.05d
12-85-11	4.88	3.45	2.45	2.10	2.67cd	6.52	3.68	2.64	2.20	2.84de
22-99-33	6.12	3.28	2.82	2.30	2.80c	6.69	3.64	2.98	2.44	3.02d
13-80-44	6.10	3.79	3.25	2.90	3.31b	6.91	5.20	3.52	2.95	3.89b
Saline	5.32	3.64	2.78	2.20	2.87c	7.48	5.20	2.92	2.40	3.51c
Milva	5.78	4.51	4.51	3.20	4.07a	7.35	5.58	4.61	3.40	4.53a
Ortalama	5.12	3.46	2.77	2.28	2.84	6.56	4.56	3.13	2.41	3.36
CV: %10.93						LSD 0.01: 0.30				

\*PEG Çeşit/Hat Ortalaması P1, P2 ve P3 uygulamaları ortalaması olarak hesaplanmıştır.

Bitki başına boğum sayısı patatesten in vitro çoğaltımda en önemli bitki özelliklerinden biridir (Gopal, 2001). Boğum sayısı arttıkça bitki başına elde edilebilecek eksplant sayısı dolayısıyla da sonraki aşamada üretilen bitki sayısı artış gösterecektir. 20 ve 40 günlük kültür süresinde çeşitlerde ve hatlarda PEG oranı arttıkça elde edilen boğum sayısında azalma görülmüştür (Çizelge 3). Ortalama boğum sayısı değerleri MS0 ortamında 40 gün süresi sonunda 26.73 adet iken; P1 ortamında 18.24 adet, P2 ortamında 13.51 adet ve P3 ortamında 9.42 adet olarak bulunmuştur. 20 günlük kültür süresinde bitki boyu değerleri MS0 ortamında en az 14.34 adet ile Saline çeşidinde bulunurken, en yüksek değer 27.20 adet ile 22-99-33 hattında elde edilmiştir. 20 günlük kültür süresinde P1

ortamında 13-80-44 ve 22-99-33 hatları, P2 ortamında 12-55-07, 13-80-44 hatları ve Milva çeşidi, P3 ortamında ise 11 adet ile 12-55-07 hattı en yüksek değerleri vermiştir. 40 günlük kültür süresinde en yüksek boğum sayısı 32.1 adet 12-85-11 hattında MS0 ortamında bulunmuş, en düşük boğum sayısı değeri ise 6.5 adet ile Saline çeşidinde %15 PEG içeren P3 ortamında elde edilmiştir. Genel olarak çeşitler arasında Milva çeşidi, hatlar arasında ise 12-55-07, 13-80-44 ve 22-99-33 hatları kuraklık toleransında iyi performans göstermişler ve bitki başına fazla sayıda boğum oluşturmuşlardır.

Bitki yaş ağırlığı bakımından her iki kültür süresinde de MS0 ortamı yüksek değerler oluşturmuştur. PEG oranı arttıkça bitki yaş ağırlığı değerleri düşüş göstermiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** Patatesten in vitro koşullarda PEG içeren besin ortamında bitki başına boğum sayısı

**Table 3.** Number of stem per plant in vitro conditions in PEG including medium in potato

Çeşitler / Hatlar	Bitki Başına Boğum Sayısı (adet)									
	20 gün					40 gün				
	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG* Çeşit/Hat Ortalama	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG Çeşit/Hat Ortalama
11-03-38	20.20	12.69	9.10	7.0	9.6e	22.10	13.34	10.10	7.20	10.21de
12-55-07	21.10	15.35	14.20	11.0	13.52b	31.68	21.34	18.34	11.10	16.93a
12-69-39	15.69	12.10	10.20	9.0	10.47cd	26.10	13.35	11.34	9.20	11.30d
12-85-11	26.33	16.34	12.10	9.50	12.65c	32.10	17.68	14.68	9.50	13.95c
22-99-33	27.20	22.20	12.10	10.0	14.77ab	29.34	22.69	12.69	10.20	15.19b
13-80-44	25.34	23.35	13.10	10.60	15.68a	30.69	25.20	15.34	10.70	17.08a
Saline	14.34	13.34	8.68	6.50	9.51e	16.10	15.10	9.34	6.50	10.31de
Milva	18.68	15.34	13.34	10.80	13.16bc	25.68	17.20	16.20	10.9	14.77bc
Ortalama	21.11	16.34	11.61	9.30	12.42	26.73	18.24	13.51	9.42	13.72
CV: %12.89	LSD 0.01: 1.83									

\*PEG Çeşit/Hat Ortalaması P1, P2 ve P3 uygulamaları ortalaması olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.** Patatesten in vitro koşullarda PEG içeren besin ortamında bitki yaş ağırlığı

**Table 4.** Plant fresh weight in vitro conditions in PEG including medium in potato

Çeşitler / Hatlar	Bitki Yaş Ağırlığı (mg)									
	20 gün					40 gün				
	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG* Çeşit/Hat Ortalama	MS0	P1 (%3 PEG)	P2 (%10 PEG)	P3 (%15 PEG)	PEG Çeşit/Hat Ortalama
11-03-38	152	102	42	20	54.67d	182	173	112	21	102bc
12-55-07	181	172	92	60	108ab	283	263	172	61	165.33ab
12-69-39	142	102	82	56	80bc	273	242	202	57	167ab
12-85-11	202	122	102	70	98b	292	202	131	71	134.67b
22-99-33	313	122	53	24	66.33	353	183	122	25	110bc
13-80-44	214	203	172	86	153.67a	343	243	202	87	177.33a
Saline	132	92	82	54	76bc	202	144	112	55	103.67bc
Milva	202	131	101	70	100.67b	232	173	132	71	125.33b
Ortalama	192.25	130.75	90.75	55	92.17	270	202.88	148.13	56	135.67
CV: %13.83	LSD 0.01: 79									

\*PEG Çeşit/Hat Ortalaması P1, P2 ve P3 uygulamaları ortalaması olarak hesaplanmıştır.

MS0 ortamında 20 günde ortalama olarak 192.25 mg yaş ağırlık bulunurken 40 günde bu değer 270 mg olarak elde edilmiştir. P1 ortamında yaş ağırlık değeri ise 20 günde 130.75 mg iken 40 gün sonunda ortalama 202.88 mg olarak gerçekleşmiştir. %10 PEG içeren P2

ortamında ise bitki yaş ağırlığı değerleri 90.75 mg'dan 40 gün sonunda 148.13 mg'a yükselmiştir. % 15 PEG içeren P3 ortamında bitki yaş ağırlığı değerleri ortalaması çok az değişim göstererek ortalama olarak 55 mg'dan 56 mg'a yükselmiştir. Çeşit ve hatlar arasında

20 günlük kültür süresi sonunda kuraklık toleransı en iyi hat (besin ortamlarında sırasıyla 214 mg, 203 mg, 172 mg ve 86 mg ve ortalama 153.67 mg ağırlık değerler ile) 13-80-44 hattı olarak belirlenmiştir. 40 günlük kültür süresinde 13-80-44 hattı, 12-55-07 ve 12-69-39 hatları üstün performans göstermiştir. Diğer hat ve çeşitlerde yaş ağırlık değerleri özellikle %15 PEG içeren P3 ortamında diğer üç ortama göre çok daha fazla düşüş göstermiştir.

## TARTIŞMA

Araştırma in vitro koşullarda PEG 6000 ile sağlanan suni kuraklık stresi uygulamasının patates çeşit ve hatlarının gelişimine etkilerini belirlemek ve kuraklığa tolerat çeşit ve hatları belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada 4 farklı ortam kullanılmış, 20 ve 40 günlük kültür süresince bitkilerin gelişim durumları değerlendirilmiştir. PEG içermeyen MS0 ortamında bitki boyu, bitki başına boğum sayısı, bitki yaş ağırlığı ve genel olarak bitki gelişimi indeksi %3 PEG ve %10 PEG içeren suni kuraklık stres ortamlarına göre daha yüksek değerler vermiştir. %15 PEG içeren ortam ise sert bir kuraklık etkisi yaratarak gelişmeyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Kuraklığın mitoz bölünmeyi, hücre uzamasını ve büyümesini engelleyerek bitki boyu, yaprak alanı ve bitki büyümesinde azalamaya neden olduğu belirtilmiştir (Kaya ve ark. 2006; Hussain et al. 2008). Kuraklığın, patatesteki yaprak sayısı, yaprak alanı, sap sayısı, yumru sayısı ve yumru veriminde azalmalara neden olduğu bildirilmiştir (Schittenhelm et al. 2006; Albiski et al. 2013). Charloq et al. (2012) in vitro koşullarda patatesteki PEG konsantrasyonu artıktıkça bitkilerde yaşama oranının düştüğünü, bitki boyu, kök ve boğum sayısının azaldığını belirtmişlerdir. Yaptığımız araştırmada da in vitro koşullarda kuraklık stres koşullarında PEG içeren ortamlarda benzer şekilde bitki boyu ve boğum sayısı azalmış ve bitki büyümesinde gerileme saptanmıştır. Yine suni kuraklık etkisiyle fotosentez oranının düşmesi ve büyümenin gerilemesi sonucunda yaprak gelişimi ve yaprak büyüklüğünde küçülme ve daralma görülmüştür.

Patatesteki kuraklığın vejetatif büyümeyi, sürgün büyümesini, yaprak büyüklüğünü ve sayısını azalttığı belirtilmiştir (Weisz et al. 1994; Deblonde and Ledent, 2001). Buna ek olarak kuraklık stresinin patatesteki stomaların kapanmasına neden olarak gaz alış-verişini azalttığı ve terleme ve fotosentez oranında azalmalara neden olduğu bildirilmiştir (Ekanayake and Midmore, 1992; Dalla Costa et al. 1997; Deblonde and Ledent, 2001; Kızıloğlu ve ark. 2006; Pino et al. 2013). Buna

rağmen patates bitkilerinin yumrularında daha yüksek asimilasyon oranı ile daha büyük yumru ya da daha fazla sayıda yumru oluşumu sağlayarak çeşitli yollarla kuraklık stresine toleransını artırabildiği belirtilmiştir (Deblonde and Ledent, 2001; Soltys-Kalina et al. 2016). Araştırmada kültür süresi 20 günden 40 güne çıktıkça genel olarak bitki büyümesi az da olsa devam etmesine rağmen, MS0 ortamına göre %3 ve %10 PEG içeren ortamlarında suni kuraklık stresi etkisiyle boğum sayısı, bitki boyu ve bitki yaş ağırlığında düşme, yapraklarda küçülme, boğum arasında daralma ve gelişmede yavaşlama görülmüştür. Özellikle de %15 PEG içeren ortamda etki çok daha yoğun görülmüştür ve gelişme çok çok yavaşlamıştır.

Quayyum and Shoaib (2013), Cardinal patates çeşidinde MS ortamında %5, %10 ve %20 PEG 6000 ilavesinde bitkilerin kuraklık tepkisini 4 hafta süreyle araştırmışlardır. Sürgün uzunluğu ve bitki yaş ağırlığında PEG konsantrasyonu artıktıkça azalma gözlemlenmiştir. Nistor et al. (2014), 6 patates çeşidinde in vitro koşullarda suni kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında MS ortamına ilave edilen %4.8 ve %9.6 konsantrasyonlarındaki PEG uygulamalarının bitki gelişimine etkilerini belirledikleri çalışmalarında 6 haftalık gelişme süresi sonunda yaprak sayısı, bitki boyu ve yaş ağırlık gibi özelliklerdeki değişimler analiz edilmiştir. Araştırmada PEG konsantrasyonu artıktıkça bitki büyümesinde azalma görülmüş ve çeşitler arasında kuraklığa tepki yönünden farklılıklar saptanmıştır. Araştırmada PEG 6000'in in vitro koşullarda su stres ajanı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmış ve iki çeşit kuraklığa tolerat çeşit olarak değerlendirilmiştir. Deng et al. (2014), Çin'de en önemli 11 patates çeşidini in vitro koşullarda MS ortamında farklı PEG 8000 konsantrasyonlarının (%5, %10, %15 ve %20) büyüme ve gelişmeye etkilerini araştırdıkları çalışmalarında in vitro koşullarda tüm patates bitkileri PEG seviyesi artıktıkça farklı düzeylerde kuraklık stresi göstermişlerdir. %15 PEG'te 11 çeşitte büyük farklılıklar elde edilmiş ve tüm büyüme göstergeleri kontrole göre daha düşük değerler oluşturmuştur. Patatesteki in vitro koşullarda %15 PEG konsantrasyonu kuraklığı test etmek için en üst konsantrasyon seviyesi olarak belirlenmiştir. Tabori et al. (2017) in vitro koşullarda yaptıkları çalışmada bazı ıslah hatlarında PEG 6000'in üç farklı konsantrasyonunu (%2.5, %5 ve %7.5) kullanmışlar ve çalışmada bazı ileri hatlarda kuraklık toleransı belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda PEG-6000 %7.5'lik konsantrasyonu in vitro patates kuraklık çalışmalarında yeterli bir seviye olduğunu belirtmişlerdir.



Quayyum and Schoaib (2013), Nistor et al. (2014) ve Deng et al. (2014)'nin araştırma sonuçlarına benzer şekilde çalışmada kullandığımız kontrol (MS0) ortamı, PEG içeren ortamlara göre daha yüksek değerler vermiştir. Her 3 çalışmada da çeşitler PEG'in farklı konsantrasyonlarında farklı şekilde tolerans göstermişlerdir. Genel olarak PEG konsantrasyonu artışı bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Yaptığımız çalışmada Milva çeşidi, 13-80-44, 12-55-07, 22-99-33 ve 12-69-39 ileri hatları kuraklık stresine karşı daha yüksek seviyede tolerans göstermişler, büyüme ve gelişme seviyeleri Saline çeşidi ve diğer hatlara göre daha üst seviyede gerçekleşmiştir. Bitki kuraklık toleransı ile çoğunlukla morfolojik özellikler arasında bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Tuberosa, 2012). Patateste kuraklık toleransı artıca patates çeşitlerinin güçlü bitki yapısı ve daha büyük yeşil aksam geliştirdiği (Schittenhelm et al. 2006) ve geçici patates genotiplerinin daha büyük ve daha derin kök sistemleri ile kuraklığa daha fazla tolerans gösterdikleri belirlenmiştir (Iwama, 2008; Soltys-Kalina et al. 2016). Araştırmada benzer şekilde orta erkenci (12-55-07) ve orta erkenci-geçici ileri hatlarda (13-80-44 ve 22-99-33) in vitro koşullarda kuraklık toleransı daha yüksek bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- Albiski, F., S. Najla R. Sanoubar N. Alkabani and R. Murshed. 2013. In vitro screening of potato lines for drought tolerance. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 18(4): 315-321.
- Bhattacharai, P. 2017. Effects of plant growth regulators on growth and yield of pre-basic seed potato production under glasshouse condition. *SAARC Journal of Agriculturae*, 15(1): 149-160.
- Charloq, E., Panjaitan and B.A. Strait. 2012. Study of early screening of potato (*Solanum tuberosum* L.) as a result of drought stress (in vitro). *Proceedings of the 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University & The 8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference Banda Aceh*. 2(1): 403-405.
- Dalla Costa, L., G. Delle Vedove G. Gianquinto R. Giovanardi and A. Peressotti. 1997. Yield, water use efficiency and nitrogen uptake in potato: influence of drought stress. *Potato Research*, 40:19-34.
- Deblonde, P.M.K and J.F. Ledent. 2001. Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy*, 14: 31-41.
- Deng, Z., J.F. Xu G.G. Duan J. Liu C.S. Bian W.F. Pand and L.P. Jin. 2014. Effect on growth indicators of 11 potato cultivars *in vitro* under PEG-8000 stress. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 29 (5): 99-106.
- Eiasu, B.K., P. Soundy and P.S. Hammes. 2007. Response of potato (*Solanum tuberosum*) tuber yield components to gelpolymer soil amendments and irrigation regimes, *New Zeland Journal of Crop Horticulture*, 35: 25-31.
- Ekanayake, I.J. and D.J. Midmore. 1992. Genotypic variation for root pulling resistance in potato and its relationship with yield under water-deficit stress. *Euphytica*, 61:43-53.

## SONUÇ

Araştırma sonucuna göre ticari çeşitlerden Milva çeşidi Saline çeşidine göre in vitro koşullarda PEG kaynaklı suni kuraklık stresine daha tolerant olarak belirlenmiştir. Araştırmada üstün agronomik, yumru ve verim özelliklerine sahip 6 ileri hat kullanılmıştır. Hatlar arasında 13-80-44 ve 22-99-33 hatları in vitro koşullarda kuraklık toleransı yüksek patates hatları olarak belirlenmiştir. In vitro koşullarda PEG 6000 kullanılarak kuraklık toleransını belirlemenin en büyük avantajı fazla sayıda islah hattında ya da çeşitte kısa sürede kuraklık tolerans ya da dayanıklılığının belirlenmesine olanak sağlayabilmesidir. In vitro koşullarda kuraklık toleransı yüksek hatlar olarak belirlenen bu hatlardan elde edilecek mini yumru ya da tohumluk yumruların normal tarla koşullarında denemelere alınarak kuraklığa tepkileri belirlendikten sonra kuraklık toleransı yüksek ticari çeşit adayı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. In vitro koşullarda %15 PEG konsantrasyonunun kuraklığı test etmek için üst sınır olarak kullanılabileceği ve daha yüksek PEG konsantrasyonlarının bitkilerde önemli seviyede büyüme ve gelişme geriliğine ve daha ilerisinde ise bitki ölümlerine neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

- Freed, R., S.P. Einensmith S. Guetz D. Reicosky V.W. Smail and P. Wolberg. 1989. *User's Guide to MSTAT-C Analysis of Agronomic Research Experiments*, Michigan State University USA.
- Gopal, J. 2001. In vitro and in vivo genetic parameters and character associations in potato. *Euphytica*, 118: 145-151.
- Gopal, J. and K. Iwama. 2007. In vitro screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. *Plant Cell Reports*, 26: 693-700.
- Hussain, M., M.A. Malik M. Farooq M.Y. Ashraf and M.A. Cheema. 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycine-betaine and salicylic acid in sunflower. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194:193-199
- Iwama, K. and J. Yamaguchi. 2006. Abiotic stresses, in: J. Gopal, S.M. Paul Khurana (Eds.), *Handbook of Potato Production Improvement and Post Harvest Management*, Food Product Press, New York. pp. 231-278.
- Iwama, K. 2008. Physiology of the potato: new insights into root system and repercussions for crop management. *Potato Research*, 51: 333-353.
- Jacomini, E., A. Bertani and Mapelli. 1988. Accumulation of polyethylene glycol 6000 and its effects on water content and carbohydrate level in water-stressed tomato plant, *Canadian Journal of Botany*, 66: 970-973.
- Kaya, M.D., G. Okçu M. Atak Y. Çıkkılı and Ö. Kolsarıcı. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.

- Kızıloğlu, F.M., Ü. Sahin T. Tunç and S. Diler. 2006. The effect of deficit irrigation on potato evapotranspiration and tuber yield under cool season and semiarid climatic condition. *Journal of Agronomy*, 5: 284-288.
- Kumar, S., R. Asrey and G. Mandal. 2007. Effect of differential irrigation regimes on potato (*Solanum tuberosum*) yield and post-harvest attributes, *Indian Journal of Agricultural Science*, 77: 366-368.
- Lahlou, O., S. Ouattar and J.F. Ledent. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. *Agronomie*, 23: 257-268.
- Manoj, K. and D. Uday. 2007. Gradient in vitro testing of tomato (*Solanum lycopersicum*) genotypes by inducing water deficit: a new approach to screen germplasm for drought tolerance. *Asian Journal of Plant Science*, 6: 934-940.
- Mengü-Pamuk, G., S. Anaç ve E. Özçakal. 2011. Kuraklık yönetim stratejileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2): 175-181.
- Monneveux, P., D.A. Ramírez and M.T. Pino. 2013. Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.) Can we learn from drought tolerance research in cereals? *Plant Science*, 205-206: 76-86.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. *Physiol. Plant*, 5: 473-497.
- Nistor, A., M. Cioloca N. Chiru and M. Popa. 2014. In vitro response to drought tolerance for different potato varieties. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Protecţia Mediului*, 13: 257-262.
- Qayyum, M. and K. Shoab. 2013. Selection of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Cardinal) plantlets tolerant to in vitro salt and drought stress. *Pakistan Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 46(1): 37-41.
- Pino, M.T., A. Ávila A. Molina Z. Jeknic and T.H.H. Chen. 2013. Enhanced *in vitro* drought tolerance of *Solanum tuberosum* and *Solanum commersonii* plants overexpressing the ScCBF1 gene. *Cien. Inv. Agr.*, 40(1):171-184.
- Renault, D. and W.W. Wallender. 2000. Nutritional water productivity and diets: from “crop per drop” towards “nutrition per drop”, *Agricultural Water Management*, 45: 275-296.
- Schafleitner, R., R. Gutiérrez R. Espino A. Gaudin J. Pérez M. Martínez A. Domínguez L. Tincopa C. Alvarado G. Numberto and M. Bonierbale. 2007. Field screening for variation of drought tolerance in *Solanum tuberosum* L. by agronomical, physiological and genetic analysis. *Potato Research*, 50: 71-85.
- Schittenhelm, S., H. Sourell and F. Lopmeier. 2006. Drought resistance of potato cultivars with contrasting canopy architecture. *European Journal of Agronomy*, 24:193-202.
- Soltys-Kalina, D., J. Plich, D. Strzelczyk-Żyta, J. Śliwka and W. Marczewski. 2016. The effect of drought stress on the leaf relative water content and tuber yield of a half-sib family of ‘Katahdin’-derived potato cultivars. *Breeding Science*, 66: 328-331.
- Stark, J.C., S.L. Love, B.A. King, J.M. Marshall, W.H. Bohl and T. Salaiz. 2013. Potato cultivar response to seasonal drought patterns. *American Journal of Potato Research*, 90: 207-216.
- Tábori, K.M., A. Hanász N.M. Drienyovszki L. Zsombik and J. Dobránszki. 2017. Study of osmotic stress tolerance of potato breeding clones in vitro shoot cultures. 20<sup>th</sup> EAPR Triennial Conference. 9-14 July 2017, Paris, France, p.98.
- Tuberosa, R. 2012. Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Front. Physiol.*, 3: 347.
- Weisz, R., K. Kaminski and Z. Smilowitz. 1994. Water deficit effects on potato leaf growth and transpiration: utilizing fraction extractable soil water for comparison with other crops. *American Journal of Potato Research*, 71: 829-840.
- Yaniv, Z. and E. Werker. 1983. Absorption and secretion of polyethylene glycol by *Solanaceous* plants, *Journal of Experimental Botany*, 34: 1577-1584.
- Yuan, B.Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agricultural Water Management*, 63: 153-167.



**EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**  
**YAYIM İLKELERİ ve YAZIM KURALLARI**

1. Dergi Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında olmak üzere yılda dört sayı olarak yayımlanır.
2. Dergide Tarım Bilimleri alanında hazırlanan, daha önce yayımlanmamış özgün araştırma makaleleri ve kongre kitaplarında özet metni basılmış olan araştırma makaleleri yayımlanır. Derleme ve editöre mektup kabul edilmez.
3. Aynı sayıda bir yazarın ilk isim olduğu en fazla iki makalesine yer verilir.
4. Yazarlara telif ücreti ödenmez. Basıma kabul edilen makalelerden web sayfasında belirtilen (<http://zfdergi.ege.edu.tr/>) basım ücreti alınır.
5. Makalelerin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir.
6. Makale başvuruları <http://dergipark.gov.tr/> adresinden yapılır.
7. Araştırma makaleleri Türkçe veya İngilizce dillerinden birisi ile genel olarak; Başlık, Özet, Abstract, İngilizce ve Türkçe Anahtar Sözcükler, Giriş, Materyal ve Yöntem, Araştırma Bulguları, Tartışma, Sonuç, Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. İstenirse Araştırma Bulguları ve Tartışma bölümleri tek başlık altında yazılabilir.
8. "Özet" ve "Abstract" çalışmanın kısa amacı ile önemli araştırma bulgularını içermelidir.
  - a. Yurt dışından gelecek makalelerde bulunan "Abstract"ların Türkçe "Özet" çevirisi editör kurulu tarafından yapılacaktır.
  - b. "Özet" ve "Abstract" en çok 200 sözcük olmalıdır ve ana metinden ayrı olarak konumlandırılmalıdır.
  - c. Kısaltmalar, diyagramlar ve literatürler "Özet" ve "Abstract"da yer almaz.
  - d. "Özet" ve "Abstract"dan bir satır boşluk bırakıldıktan sonra 4 - 6 sözcük olmak üzere "Anahtar sözcükler" ve "Key words" yer almalı ve başlıkta geçen kelimelerden farklı olmalıdır.
9. Makalede yer alan türlerin bilimsel isimleri italik karakterde olmalı ve ondalık sayılar nokta işareti ile ayrılmalıdır.
10. Grafik, harita, fotoğraf, resim ve benzeri sunuşlar "Şekil", sayısal değerlerin verilişi "Çizelge" olarak isimlendirilmelidir. Şekil ve Çizelgelere ait Türkçe isimlendirmelerin altında İngilizce isimlendirmeler de yer almalıdır. Verilen tüm çizelge ve resimlere metin içerisinde atıf yapılmalı ve şekil ve çizelgeler makale sonunda ayrı ayrı sayfalarda verilmelidir.
11. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde yayımlanacak araştırma makalelerinde derginin daha önceki sayılarında yayımlanan en az bir yayına atıf yapılması önem arz etmektedir.
12. Makale düzeni;
  - a. Microsoft Word yazılımıyla (docx format; Word 2007 ve üstü) Times New Roman yazı karakterinde ve tek sütun halinde toplam 20 sayfayı geçmeyecek şekilde, A4 kağıdına kenarlarda 2.5 cm boşluk olacak şekilde çift satır aralıklı yazılmalıdır.
  - b. Makalede her sayfaya numara verilmeli ve satırlar her sayfada yeniden başlayacak şekilde satır numaraları içermelidir.
  - c. Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı koyu, 14 punto, ortalı ve ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle yazılmalıdır.
  - d. En fazla 3. düzeyde bölüm başlıkları kullanılmalıdır. Birinci düzey başlıklar sola yaslı, koyu, 12 punto ve her kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır. İkinci düzey başlıklar koyu, sola yaslı ve yalnız ilk kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır. Üçüncü düzey başlıklar her ne kadar önerilmese de eğer gerekli ise kullanılabilir ve sola yaslı ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük şekilde yazılmalıdır.
  - e. Metnin ana gövdesi çift aralıklı, Times New Roman, 12 punto ve iki yana yaslı yazılmalıdır. Tüm paragraflar sol kenardan başlamalıdır. Metin tümüyle iki yana yaslı hizalanmalıdır. Hiçbir heceleme olmamalıdır. Kalın veya altı çizili yazı kullanımı ile metin vurgulama önerilmez.
  - f. Yazar/yazarların isimleri, makale başlığının altında bir satır boşluktan sonra ünvan belirtilmeden koyu 12 punto ile ön ismi açık ve küçük harfle, soyadı büyük harfle ve sekme (tab) ile boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
  - g. Yazarlarla ilgili akademik ve/veya diğer profesyonel kurumları rakam üst simgesi kullanılarak 10 punto ile belirtilmelidir. Ayrıca sorumlu yazarın elektronik posta adresi ayrı bir satırda yıldız işareti ile gösterilmelidir.

13. Makale içindeki atıflarda özel durumlar dışında “yazar ve tarih” sistemi kullanılmalıdır. Birden çok kaynağa aynı anda atıf yapılacaksa yayınlar noktalı virgül ile ayrılmalı ve kronolojik sıra ile verilmelidir. Örneğin: (SoyadıA, 2002; SoyadıB ve ark., 2008; SoyadıC, 2008; SoyadıD1 ve SoyadıD2, 2012). İki yazarlı eserlerde yazar isimleri “ve” ile ayrılmalı, çok yazarlı eserlerde “ve ark.” (yabancı dildeki kaynaklarda ise “et al.”) kullanılmalıdır. Örneğin: Soyadı1 (2007), Soyadı1 ve Soyadı2 (2005), Soyadı1 ve ark. (2003). Birden fazla yazarlı veya tek yazarlı yayınların çoklu kullanışlarında tarihsel sıralanmalı, aynı yılda bir çok yayının kullanılmasında (yazar grupları aynı olmasa bile) ise küçük harf ile ayrılmalıdır. Örneğin: Bolca,M., N. Mordoğan and C. Karagözlü. 1999a; Bolca,M., N. Mordoğan & C. Karagözlü. 1999b; Bolca,M., N. Mordoğan and C. and Karagözlü E. 1999c (çünkü metin içinde hepsi "Bolca ve ark., 1999" olarak geçecektir).
14. Metin içinde anılan bütün literatür, “Kaynaklar Listesi”nde yer almalıdır. Kaynaklar listesi alfabetik sırada ve yazar-tarih sistemine göre verilmelidir. Aynı yazarın iki veya daha fazla yayını kullanılmış ise Kaynaklar Listesinde eski tarihli yayın önce verilmelidir. Kitap ve kitap bölümünün adının her kelimesinin ilk harfi büyük harf olmalıdır. Bir kuruluşun yayınları ise yayın numarasıyla verilmeli, değilse basıldığı matbaa adı ve şehri belirtilmelidir. Literatürün yayımlandığı dergi adı kısaltma yapılmadan açık olarak yazılmalıdır. Kaynakların yazılışında ilk satır sola yaslanmalı, izleyen satırlar 0.5 cm içeri çekilmelidir. Literatür yazım şekli için örnekler aşağıda verilmiştir.

#### **Örnekler:**

##### **Kitap:**

Lodos, N. 1998. Türkiye Entomolojisi VI (Genel, Uygulamalı ve Faunistik) (I. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:529, 300 s.

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC, p.176.

##### **Kitap bölümü:**

Metcalf, J., M.K. Stock and R.L. Ingermann. 1984. The effects of oxygen on growth and development of the chick embryo. In: Respiration and Metabolism of Embryonic Vertebrates. 4th ed. (Eds: R.S. Seymour and W. Junk), Dordrecht, The Netherland, pp 205-219.

##### **Kongre bildiri veya poster:**

Lodos, N. ve M. Boulard. 1987. Bazı Cicadidae (Homoptera: Auchenorrhyncha) türlerinin tanınmalarında sesin taksonomik karakter olarak kullanılması üzerinde bir araştırma. Türkiye I. Entomoloji Kongresi (13-16 Ekim 1987, İzmir) Bildirileri, Entomoloji Derneği Yayınları No: 3. s. 643-648.

Parsons, C.M. 1994. Amino acid availability for poultry. 9th European Poultry Conference, World's Poultry Science Association, Book of proceedings, Glasgow, UK, Vol: 2, pp. 356-359.

##### **Makale:**

Lodos, N. ve A. Kalkandelen. 1988. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of Turkey, XXVII. (Addenda and Corrigenda). Türkiye Entomoloji Dergisi, 12(1): 11-22.

Bagley, L.G. and V.L. Christensen. 1991. Hatchability and physiology of turkey embryos incubated at sea level with increased eggshell permeability. Poultry Science, 70:1412-1418.

**URL: Mümkün olduğunca kullanılmaktan kaçınılmalı veya minimum düzeyde kullanılmalıdır. Son erişilen tarih ile birlikte tam URL verilmelidir. Eğer biliniyorsa ek bir bilgi, (DOI, yazar adları, tarihler, kaynak yayına ait literatür) belirtilmelidir.**

Schaeffer, L.R. 1997. Subject: Random regressions. 1997.

. Erişim: Kasım,

DPT, Sekizinci beş yıllık kalkınma planı. 2002. Gıda sanayii özel ihtisas komisyon raporu. <http://ekutup.dpt.gov.tr/gida/oik646.pdf> . Erişim: Kasım 2002.

## **INSTRUCTIONS TO AUTHORS OF MANUSCRIPTS FOR EGE JOURNAL OF AGRICULTURE RESEARCH**

1. The Journal of Agriculture Faculty of Ege University is published four issues in a year as in March, June, September, and December.
2. Original full-length research articles, which have not been published previously and/or the manuscripts published as abstract only in the proceedings in the Symposiums, the Congress in the fields of Agricultural Science are considered for the publication. Review articles and Letters to the Editor are not accepted for the publication.
3. If the first authors are the same in the manuscripts, only two of them are accepted for the publication in the same issue.
4. No royalty is paid to the authors. The fee is required from accepted articles as mentioned in website (<http://zfdergi.ege.edu.tr/>)
5. Authors are responsible for the scientific content of the manuscripts to be published.
6. Application of the manuscripts should be via web address; **<http://dergipark.gov.tr/>**
7. Manuscript should be prepared in such a form that it must include the title, an abstract in Turkish that is followed by abstract in English including Title, Keywords in both languages, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusion and, References. If preferred, the sections of "Result" and "Discussion" can be prepared under a single heading as a "Result and Discussion".
8. Abstract must include information on objectives of the research; approach and methodology, and important research findings. Do not use all uppercase for the title of your abstract.
  - a. Turkish Translations of the Abstracts to be submitted from the manuscripts abroad will be performed by Editorial Board.
  - b. Abstracts should be written in English apart from manuscript and length is limited to a maximum of 200 words.
  - c. Avoid from using author details, diagrams, references, and abbreviations except from commonly used ones in the manuscript.
  - d. Provide relevant keywords to a maximum 4-6 words leaving a linespacing after the abstract. Do not simply repeat words from the abstract title only.
9. The full specific name; genus plus species, is italicized. Dots are used in the expression of decimals.
10. "Figure" description contains graphs, photos, maps, pictures etc. while the other presentations of numbers in columns and rows are described as "Table". Tables and figures should not be embedded in the text, but should be included as separate pages. Color pictures or images should be submitted as separate files after adding a placeholder note in the running text
11. Any citation in your articles to at least one article among the previous papers published in our journal has great importance for contribution to the application of Ege University Journal of Faculty of Agriculture to SCIENCE CITATION INDEX (SCI).
12. Style;
  - a. Manuscripts must be submitted in Word. All parts of the manuscript must be typewritten, single column, double-spaced, with margins of at least one inch on all sides. The author must use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) for text and save the paper in docx format (Word 2007 or higher). Number manuscript pages consecutively through-out the paper and not to exceed 20 pages in total.
  - b. Text lines should also be numbered (continuously throughout all pages) to facilitate the review process.
  - c. The title of the article should be written size 14 point, bold, centered. Only the first letter of each words should be a capital and the rest in lower case letters.
  - d. The names of the authors should be written in lower case letters; bold letters, point 12, centered and separated from the title by one line space. The name(s) of the author(s) should be written with the surname in full and capital letters. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Specify by asterisk the corresponding author. Leave one line space and write the e-mail author only, centered, point 10 characters.
  - e. A maximum number of three levels of headings are recommended. First-level headings should start in the left margin with the first letter of each major word capitalized, bold, Times New Roman 12 pt font. Second-level headings should be bold, left margin, with only the first letter of the first word capitalized. Third-level headings are discouraged, but, if required, should begin on the left margin, only the first letter of the word should be a capital and the rest in lower case letters.

- f. The main body of the manuscript should be double-spaced Times New Roman 12 pt font. All paragraphs should start at the left margin. The text should be fully justified. There should be no hyphenation (cutting words). The authors are discouraged from highlighting text with the use of bold or underlined fonts.
- g. Academic and/or other professional institutions of the authors should be mentioned with 10 pt font using superscript on the number.
13. The system of "author and year" should be used for references in the manuscript except special cases. If there is more than one reference, then the references should be given in chronological order. References in the text consist of the author(s) name and publication year in parentheses, for example: Surname1 (2007), Surname1 and Surname2 (2005), Surname1 et al. (2003). If several references are cited collectively, they are enclosed in parentheses with no additional parentheses around dates, and separated by semicolons (SurnameA, 2002; SurnameB et al., 2008; SurnameC, 2008; SurnameD1 and SurnameD2, 2012). Multiple entries for one author or one group of authors should be ordered chronologically, and multiple entries for the same year should be distinguished by appending sequential lower-case letters to the year, even if the author groups are not identical: e.g., Bolca,M., N. Mordoğan and C. Karagözlü. 1999a; Bolca,M., N. Mordoğan & C. Karagözlü. 1999b; Bolca,M., N. Mordoğan and C. and Karagözlü E. 1999c (because all will appear as "Bolca et al., 1999" in the text).
14. References should appear together at the end of the paper, listed alphabetically by the last name of the first author. All references cited in the text should be listed in the References section. If two or more references by the same author are listed, the earliest dated work appears first. First letter of each word for the titles of the books and book chapters should be in capital. Publishing number for Institutional publishing or publisher's name and address should be given. First line of the reference should be at the beginning of paragraph and following lines must be drawn in of 0.5 cm. Journal titles must be written in full.

**Examples:**

**Book:**

Lodos, N. 1998. Türkiye Entomolojisi VI (Genel, Uygulamalı ve Faunistik) (I. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:529, 300 s.

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC, p. 176.

**Book chapter:**

Metcalf, J., M.K. Stock and R.L. Ingermann. 1984. The effects of oxygen on growth and development of the chick embryo. In: Respiration and Metabolism of Embryonic Vertebrates. 4th ed. (Eds: R.S. Seymour and W. Junk), Dordrecht, The Netherland, pp. 205-219.

**Conference paper or poster:**

Lodos, N. ve M. Boulard. 1987. Bazı Cicadidae (Homoptera: Auchenorrhyncha) türlerinin tanınmalarında sesin taksonomik karakter olarak kullanılması üzerinde bir araştırma. Türkiye I. Entomoloji Kongresi (13-16 Ekim 1987, İzmir) Bildirileri, Entomoloji Derneği Yayınları No: 3.s. 643-648

Parsons, C.M. 1994. Amino acid availability for poultry. 9th European Poultry Conference, World's Poultry Science Association, Book of proceedings, Glasgow, UK, Vol: 2, pp. 356-359.

**Article:**

Lodos, N. ve A. Kalkandelen. 1988. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of Turkey, XXVII. (Addenda and Corrigenda). Türkiye Entomoloji Dergisi, 12(1): 11-22.

Bagley, L.G. and V.L. Christensen. 1991. Hatchability and physiology of turkey embryos incubated at sea level with increased eggshell permeability. Poultry Science, 70: 1412-1418.

**URL: As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given.**

Schaeffer, L.R. 1997. Subject: Random regressions. <http://chuckagsci.colostate.edu/wais/logs/agdg869258263.html> . Erişim: Kasım, 1997.

<b>Yaprak lahanası (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>) Yapraklarının Fitokimyasal İçeriği ve Antioksidan Aktivitenin Mevsimsel Değişimi</b> Phytochemical Content of the Kale ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> ) Leaves and Seasonal Variation of Antioxidant Activity Nazan ÇÖMLEKCİOĞLU, Mehtap KUTLU .....	119
<b>Narın Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Hava İle Ön Soğutma ve Ozon Uygulamalarının Etkisi</b> The Efficacy of Precooling with Air and Ozone Treatments Against Postharvest Diseases of Pomegranate Kadir İLHAN .....	129
<b>Performances of 'Okitsu' and 'Clausellina' Satsuma Mandarınları on Different Rootstocks in Eastern Mediterranean of Turkey</b> Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 'Okitsu' ve 'Clausellina' Satsuma Mandarin Çeşitlerinin Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki Performansları Ercan YILDIZ, Mustafa KAPLANKIRAN .....	139
<b>Domat Zeytin Çeşidinde Meyve - Yaprak Besin Elementleri Değişimlerinin İncelenmesi</b> Leaf and Fruit Plant Nutrients of Olive cv <i>Domat</i> and Their Yearly Variation Nurdan ZİNCİRCİOĞLU .....	147
<b>Factors Affecting the Probability of Rural Women's Adopting Organic Farming On Family Farms in Turkey</b> Türkiye'de Kırsal Kadınların Aile İşletmelerinde Organik Tarımı Benimseme Olasılığını Etkileyen Faktörler Buket KARATURHAN, Ayşe UZMAY, Gökçe KOÇ.....	153
<b>Meloidogyne incognita ırk 2'nin Farklı İnokulasyon Yoğunluklarının Bazı Dayanıklı Biber Hatlarında Reaksiyonu</b> Reaction of Different Inoculation Densities of <i>Meloidogyne incognita</i> race 2 on Some Resistant Pepper lines Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR, Gülsüm UYSAL.....	161
<b>Determination of Bitterness Index (K225) and Total Fenol Content of Olive Oils Obtained With Different Regions, Varieties and Processing Systems</b> Farklı Bölge, Çeşit ve Üretim Sistemleri ile Elde Edilen Zeytinyağlarının Acılık İndekslerinin ve Toplam Fenol Değerlerinin Belirlenmesi Oya KÖSEOĞLU, Didar SEVİM, Mehmet ULAŞ, Durmuş ÖZDEMİR .....	171
<b>Samsun Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Ketencik [<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz] Genotiplerinin Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerinin Belirlenmesi</b> Determination of Yield and Some Agronomic Characters of Some Camelina [ <i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz] Genotypes Grown in Samsun Ecological Conditions Merve GÖRE, Orhan KURT .....	179
<b>İzmir İli Beydağ İlçesindeki Üreticilerin Kestane Kanseri ile Mücadele Uygulamaları Üzerine Bir Anket Çalışması</b> A Survey Study on the Control of Chestnut Blight Practices of Farmers in District Beydağ, Province İzmir Görkem ÖZTÜRK, N. Mükerrrem ÇELİKER, Ayşe UYSAL, Cevdet KAPLAN, Erol KÜÇÜK, Barbaros ÇETİNEL, Tevfik TURANLI, Dilek POYRAZ, Mecal ÖZKAN, Arzu KEŞİNKAYA .....	187
<b>Effects of Chemical Fruit Thinning on Oil Yield and Quality in 'Gemlik' Olive (<i>Olea europaea</i> L.)</b> Kimyasal Meyve Seyreltmesinin 'Gemlik' Zeytininde ( <i>Olea europaea</i> L.) Yağ Verimi ve Kalitesine Etkileri Murat İSFENDİYAROĞLU, Zekeriya ÇİĞDEM, Elmas ÖZEKER.....	197
<b>Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Horoziböğü (<i>Amaranthus mantegazzianus</i>)'nde Tane Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma</b> A preliminary study on the effect of different N and P levels on the grain yield and some yield characteristics of Amaranth ( <i>Amaranthus mantegazzianus</i> ) Zeynep DUMANOĞLU, Hakan GEREN .....	203
<b>Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i> L.) Tohumlarında <i>Plasmopara halstedii</i> (Farl.)Berl. &amp; De Toni)'nin Varlığının Moleküler Yöntemlerle Araştırılması</b> The Studies On The Presence Of <i>Plasmopara halstedii</i> (Farl.)Berl. & De Toni) In Sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.) Seeds With Molecular Methods Koray Gülenay YILMAZ, Necip TOSUN.....	211
<b>Sap ve Koçan Çürüklüğü Etmeni <i>Stenocarpella maydis</i> (Berkeley) Sutton'ın Mısır (<i>Zea mays</i> L.) Danesinden Real-Time PCR Yöntemi ile Tanısı</b> Determination of Stalk and Ear Rot Pathogen <i>Stenocarpella maydis</i> (Berkeley) Sutton by Real-Time PCR on Corn ( <i>Zea mays</i> L.) Kernels Asuman SAĞLAM, Necip TOSUN.....	221
<b>Effect of Rural - Urban Migration on Arable Crops Production in Delta North Agricultural Zone, Delta State, Nigeria</b> Nijerya'da Delta Eyaletinde, Delta Kuzey Tarım Bölgesinde Kırsal Kente Göçün Tarla Bitkileri Üretimine Etkisi Albert Ukaro OFUOKU, Daniel Omuredo AGANAGANA.....	229
<b>İleri Patates Hatlarının Kuraklık Toleransının In Vitro Koşullarda Belirlenmesi</b> Determination of Drought Tolerance on Advanced Potato Lines In Vitro Conditions Ercan ÖZKAYNAK, Tuğba ŞİMŞEK.....	237

