

Uluslararası Hakemli Dergi
International Peer Reviewed Journal

e-ISSN: 2149-8245



Yıl/Year: 2018

Cilt/Volume: 4

Sayı/Issue: 1

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY FACULTY OF AGRICULTURE AND NATURAL SCIENCES

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF
AGRICULTURE AND WILDLIFE
SCIENCE

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURE AND NATURAL SCIENCES

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI
BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND
WILDLIFE SCIENCES

Cilt	4	Sayı	1	2018
Volume		Issue		

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi	International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences
Dergi web sayfası: http://dergipark.gov.tr/ijaws	Journal homepage: http://dergipark.gov.tr/ijaws

Baş Editör

Editor in Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Editör Kurulu

Editorial Board

Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Handan ESER, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa SÜRMEK, Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Doç. Dr. Gülsüm YALDIZ, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi İhsan CANAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yakup Erdal ERTÜRK, Iğdır Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Cihangir KİRAZLI, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ferit SÖNMEZ, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Danışma Kurulu

Advisory Board

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES, Valencian Institute for Agricultural Research
Prof. Dr. Wolfgang KREIS, Friedrich Alexander University
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER, Oregon State University
Prof. Dr. Anita SOLAR, University of Ljubljana
Prof. Dr. Petru TOMITA, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Sergey KARA, Komrat Devlet Universiteti
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Frieder MULLER, Friedrich Alexander University
Doç. Dr. İlker KILIÇ, Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Halil KÜTÜK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Iğdır Üniversitesi

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı
Publisher

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Bolu Abant İzzet Baysal University

Sahibi (BAİBÜZDF Adına)
Owner (On Behalf of BAIBUZDF)

Prof. Dr. Turan KARADENİZ, Dekan (Dean)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR

Dergi Yönetimi
Journal Administrator

Doç. Dr. Bahtiyar Buhara YÜCESAN
Araş. Gör. Mehmet Zahit YEKEN

Yayın Dili
Language

Türkçe, İngilizce
Turkish, English

Yayın Aralığı
Frequency

Yılda iki kez yayınlanır
Published two times a year

Yayın Türü
Type of Publication

Hakemli yaygın süreli yayın
Double-blind peer-reviewed

Dergi ISSN
Journal ISSN

2149-8245 (Online)

Dergi Yönetim Adresi
Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri
Dergisi
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi
14280, Bolu-TÜRKİYE

Journal Management Address
International Journal of Agricultural
and Wildlife Sciences
Bolu Abant İzzet Baysal University
Faculty of Agriculture and Natural Sciences
14280, Bolu-TURKEY

Telefon: +90 0374 2534345
Faks: +90 0374 2534346
E-posta: ijawseditor@ibu.edu.tr

Telephone: +90 0374 2534345
Fax: +90 0374 2534346
E-mail: ijawseditor@ibu.edu.tr

Tarandığı İndeksler

Indexed



İÇİNDEKİLER-CONTENTS

Bahçe Bitkileri/Horticultural Sciences

Fındığın Tepe Daldırması Yöntemi ile Çoğaltılması

Propagation of Hazelnut by Mound Layering

Fatma ACİ Neriman BEYHAN 1 - 12

Effects of Pre-Harvest Methyl Jasmonate Treatments on Fruit Quality of Fuji Apples during Cold Storage

Hasat Öncesi Metil Jasmonat Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Fuji Elmasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Erdal AĞLAR Burhan ÖZTÜRK 13 - 19

Bazı Çilek Çeşitlerinde Kök Bakterisi Uygulamalarının Meyve Verimi ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri

The Effects on Fruit Yield and Fruit Properties of Plant Growth Promoting Bacteria Applications on Some Strawberry Cultivars

Zarife AĞGÜN Mustafa Kenan GEÇER Rafet ASLANTAŞ 20 - 25

Bitki Koruma/Plant Protection

Determination of the Genetic Variation within the Egg Parasitoid, *Trichogramma brassicae*, Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Populations in Düzce Province, Turkey

Yumurta Parazitoiti, *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin Düzce İlindeki Popülasyonları İçerisindeki Genetik Varyasyonların Belirlenmesi

Abdurrahman Sami KOCA Mustafa İMREN Halil KÜTÜK 26 - 32

Tarla Bitkileri/Field Crops

The Effect of Seasonal Variation on *Rosmarinus officinalis* (L.) Essential Oil Composition

Mevsimsel Varyasyonun *Rosmarinus officinalis* (L.) Uçucu Yağ Bileşenlerine Etkisi

Emel DIRAZ YILDIRIM 33 - 38

Devekıran (*Atraphaxis spinosa* L.) Çalısının Büyüme Sürecinde Besin İçeriğinin Değişimi Üzerine Bir Araştırma

Changes in Nutrient Content during the Growth Process of Goat's Wheat Manna (*Atraphaxis spinosa* L.)

Bahattin KARAKUŞ Bilal KESKİN 39 - 44

Breeding of Dry Bean Cultivars Using *Phaseolus vulgaris* Landraces in Turkey

Türkiye'deki Yerel *Phaseolus vulgaris* Popülasyonlarını Kullanarak Kuru Fasulye Çeşitlerinin Islahı

Mehmet Zahit YEKEN Faik KANTAR Hüseyin ÇANCI Göksel ÖZER Vahdettin ÇİFTÇİ 45 - 54

Shoot-tip Cultivation and Cardenolide Content Analysis of Natural Populations of *Digitalis lanata* Ehrh. subsp. *lanata* (wooly foxglove) in Thrace Region

Trakya'da Doğal Yayılış Gösteren *Digitalis lanata* Ehrh. subsp. *lanata*'nın (yünlü yüksükotu) Sürgün-Ucu Kültürü ve Kardenolit İçeriğinin Belirlenmesi

Bahtiyar Buhara YÜCESAN İsmail EKER Luiz Eduardo Santos LAZZARINI Noreen ASLAM Aliyu MOHAMMED Jose Eduardo Brasil Pereira PINTO Wolfgang KREIS Ekrem GÜREL 55 - 62

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition

Doğru Taban Gübre Seçiminde İhmal Edilen Seçenek: 20.32.0.+15 (SO₃) + Zn Gübresi ve Toprak Analiz Desteği

The Neglected Option in Choosing the Right Fertilizer: 20.32.0+15 (SO₃)+Zn and Soil Analysis Support
Mustafa KAPLAN Ahmet Şafak MALTAŞ 63 - 67

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Araştırma Alanları Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal zelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Some Physical and Chemical Properties of Research Area Soils of Bolu Abant İzzet Baysal University
Ferit SÖNMEZ Fsun GÜLSER Siyami KARACA Tuğba Hasibe GKKAYA 68 - 78

Yaban Hayatı ve Ekolojisi/Wildlife and Ecology

Investigation of Temporal and Spatial Variation of Mammalian Predation in Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) Nests on Samandağ Beach, Eastern Mediterranean Turkey

Samandağ Kumsalı Yeşil Deniz Kaplumbağası (*Chelonia mydas*) Yuvalarında Memeli Predasyonunun Zamansal ve Mekansal Değişiminin İncelenmesi
Bektaş SÖNMEZ 79 - 88

Derleme/Review

A Review on Organic Pistachio Growth and Development Opportunities in Turkey

Türkiye'de Organik AntepfıŐtıđı Yetiştiriciliği ve Geliştirme Olanakları zerine Bir Derleme
Mikdat ŞİMŞEK Ersin GÜLSOY 89 - 93

Fındığın Tepe Daldırması Yöntemi ile Çoğaltılması

Fatma Aci Neriman Beyhan*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş tarihi (Received): 13.12.2017

Kabul tarihi (Accepted): 02.02.2018

Anahtar kelimeler:

Fındık, adventif köklenme, boğma, daldırma, vegetatif çoğaltma

Özet. Bu çalışmada 2013 ile 2015 yılları arasında Tombul, Palaz, Foşa, Cavcava, Uzunmusa, Kalıncara, İncekara ve Sivri fındık çeşitlerinin tepe daldırması yöntemi ile çoğaltılma performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ana bitki olarak 5-6 adet gövde bulunan 6 yaşlı ocaklar ve ocak başına 20 adet genç sürgün kullanılmıştır. Araştırma 2 yıl üst üste aynı ana bitkiler üzerinde tekrarlanmıştır. İlk yıl kontrol, tomurcuk koparma, kabuk alma ve boğma uygulamaları yapılmış, ikinci yıl kontrol, kabuk alma + boğma ve IBA + boğma uygulanmıştır. İncelenen fidan gelişimi ve köklenme özellikleri bakımından Tombul, Palaz, Foşa ve Kalıncara en yüksek sonuçlara sahip olmuşlardır. Uygulamalar arasında en yüksek etkiyi ise boğma göstermiştir. Uygulamaların çeşitler üzerindeki etkisi çeşit x uygulama kombinasyonlarına göre değişim göstermiştir. Köklenme oranı %14.44 ile %80, köklenme değeri 1.08 ile 4.533, primer kök sayısı 3.17 adet ile 38.97 adet, primer kök uzunluğu 6.44 cm ile 25.53 cm, yaş kök ağırlığı 0.307 g ile 9.556 g, kuru kök ağırlığı 0.183 g ile 4.378 g, fidan boyu 49.65 cm ile 122.65 cm, fidan çapı 6.01 mm ile 11.11 mm, gövde boğum sayısı 11.60 adet ile 28.26 adet, yaş gövde ağırlığı 9.43 g ile 74.35 g, kuru gövde ağırlığı 4.78 g ile 39.37 g ve yaprak alanı 56.15 cm² ile 126.06 cm² arasında değişmiştir. Çalışmada 2013-2014 döneminde büyük oranda başarı elde edilmiş ancak 2014-2015 döneminde fidan gelişimi ve kök kalitesi düşük olmuştur.

*Sorumlu yazar

nbeyhan@omu.edu.tr

Propagation of Hazelnut by Mound Layering

Keywords:

Hazelnut, adventitious rooting, girdling, layering (stooling), vegetative propagation

Abstract. The objective of this study was to determine the propagation performance of the hazelnut cultivars; Tombul, Palaz, Foşa, Cavcava, Uzunmusa, Kalıncara, İncekara and Sivri by mound layering (stooling) between 2013 and 2015 years. 6 old bushes with 5-6 stools are used as stock plants and 20 stool shoots are used per bush. This research has been repeated on the same stock plants two years in a row. In the first year, control, bud removal, bark removal and girdling treatments have been conducted. In the second year, control, bark removal + girdling and IBA + girdling have been applied. In terms of rooting and stool shoot development traits that are examined, Tombul, Palaz, Foşa and Kalıncara cultivars has had the highest results. Girdling treatment has performed the highest effect among all other treatments. The treatments have had various effects depending on the cultivars and treatment combinations. Rooting percentage has varied between 14.44% and 80%, rooting grade has varied between 1.08-4.533, primary root number has varied between 3.17 and 38.97, primary root length has varied between 6.44cm and 25.53cm, fresh root weight has varied between 0.307 g-9.556 g, dry root weight has varied between 0.183 g and 4.378 g, shoot length has varied between 49.65 cm and 122.65 cm, shoot diameter has varied between 6.01 mm ile 11.11 mm, bud number has varied between 11.60 and 28.26, fresh shoot weight has varied between 9.43 g and 74.35 g, dry shoot weight has varied between 4.78 g and 39.37 g and the leaf area has varied between 56.15 cm² and 126.06 cm². In the study, great success has been achieved during 2013-2014 period however stool shoot development and root quality has been low during 2014-2015.

GİRİŞ

Fındığın anavatanı ve gen merkezlerinden biri olan ülkemizde, ekonomik ömrünü tamamlamış bahçelerin yenilenmesi ve standartlara uygun olmayan çeşitlerin iyi çeşitlerle değiştirilmesi öncelikli konulardan biridir. Geç yapraklanan ve böylelikle ekstrem yıllarda yaşanan ilkbahar donlarından etkilenmeyen, verim dalgalanması ve verim düşüklüğü gibi problemleri olmayan, yuvarlak şekilli, kabuklu ve iç fındık standartlarına uygun Çakıldak ve Foşa (Yomra) çeşitleri yeni bahçe tesislerinde ön plana çıkmıştır (Beyhan ve ark., 1999; 2007; Beyhan 2015).

Talep edilen çeşitlerden standartlara uygun sertifikalı fidan üretmek için fındık fidancılık sektörünün kurulması gerekmektedir. Bu amaçla, fındık fidancılık sektörünün kurulması ile ilgili alt yapı çalışmalarının başlangıcı olan fındık çeşitlerimizin fidanlık şartlarına uygun çoğaltma yöntemlerinin ve çeşitlerimizin bu yöntemler ile çoğaltılabilme potansiyellerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Fındık ülkemizde bugüne kadar kapama bahçelerden sökülen köklü dip sürgünleri kullanılarak çoğaltılmış ve halen de bu yöntem kullanılmaktadır. Bu durum günümüze kadar fazla sayıda ve bilinçsiz bir çeşit karışımına sebep olmuştur (Kantarıcı ve Ayfer 1989). Ayrıca, bu geleneksel yöntemde, tohumdan çıkan çöğürlerin de dip sürgünleri ile birlikte fidan olarak kullanılabilme ihtimali vardır. Bu nedenle tohumdan oluşan bitkilerdeki genetik açılmanın, uzun yıllardan bugüne süre gelen fındık yetiştiriciliğinde çeşitlerin dejenerasyonunda etkisi olduğu düşünülmektedir (Beyhan ve ark., 1995).

Fındık her yıl çok sayıda kök ve dip sürgünü üretme özelliğine sahip çalı formunda bir bitki türüdür. Dip sürgünlerinin büyümelerine fırsat verilmeden yılda birkaç kez temizlenmeleri gerekmektedir. Meyve üretimi ile birlikte fidan üretimi yapılan işletmelerde ise kök sürgünleri zamanında kesilmemekte ve bu amaçla 1 veya 2 yıl büyütülmektedir (Beyhan 1997; Balık ve ark., 2016). Bunun beslenme, ışık, su kullanımı ve diğer yönlerden sürgünlerin ana bitkiler ile rekabet oluşturmaları dışında başka olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bunların başında gerek elle hasat ve gerekse makineli hasatta hasadı güçleştirmeleri gelmektedir. Bir diğeri ise satışa sunulacak sürgünlerin sökülmeleri sırasında hem yavru bitkilerde ve hem de ana bitki köklerinde mekanik zararların meydana gelmesi (Kopuzoğlu ve Şen 1991) ve kapama bahçelerden alınan sürgünlerin kullanılmasında ciddi fitopatolojik problemlerin ortaya çıkmasıdır (Scortichini 2002).

Fındığın kök sürgünleri ile çoğaltılmasında yukarıda sözü edilen olumsuz yönler dikkate alındığında, alternatif çoğaltma yöntemleri büyük bir önem taşımaktadır. Fındığın çoğaltılmasında, dip sürgünleri dışında kullanılacak diğer vegetatif yöntemlerden en uygun olanı daldırma ile çoğaltmadır (Lagerstedt 1979, 1983; Radicati *et al.*, 1994). Daldırma ile çoğaltma ABD (Oregon), İtalya ve Fransa gibi ülkelerde ticari olarak fidanlıkarda kullanılmaktadır. Fındıkta kullanılacak daldırma şekilleri "adi daldırma" ve "tepe daldırması" yöntemleridir. Tepe daldırması yöntemi ile çoğaltmada fidan kalitesi daha yüksek olmaktadır (Hartmann and Kester 1974; Baron *et al.*, 1985; Pierce 1991; Çalışkan ve Koç 2002; Barut 2012).

Bu çalışmada Tombul, Palaz, Foşa, Cavcava, Uzunmusa, Kalinkara, İncekara ve Sivri fındık çeşitlerinin ülkemizde yaygın olarak kullanılan dip sürgünleri ile çoğaltmaya bir alternatif olabilecek tepe daldırması uygulanarak çoğaltılma performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2013 ile 2015 yılları arasında, OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait fındık koleksiyon bahçesinde bulunan Tombul, Palaz, Foşa, Cavcava, Uzunmusa, Kalinkara, İncekara ve Sivri çeşitlerine ait 6 yaşlı bitkiler üzerinde yürütülmüştür. Araştırma aynı bitkiler üzerinde 2 yıl tekrarlanmıştır. Materyal olarak kullanılan fındık bahçesinde sıra arası mesafe 4 m, sıra üzeri ana bitki (stool) ocaklar arası mesafe 1 m' dir. Her çeşit için 6 ocak, her ocakta 5-6 adet ana bitki (20 mm gövde çaplı) yer almış ve ocak başına 20 adet genç sürgün kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan "Tepe Daldırması" metodu Pathak *et al.* (1978), Ahn *et al.* (1982), Hartmann *et al.* (1990), Erdoğan and Smith (2005) tarafından bildirilen işlemler dikkate alınarak uygulanmıştır. Araştırmanın birinci yıl çalışmaları Şubat 2013 ile Ocak 2014 arasında yürütülmüştür. Gözler uyanmaya başlamadan önce, 09 Şubat 2013 tarihinde ana bitki gövdeleri yaklaşık olarak toprak yüzeyinin 3-7 cm üzerinden kesilmiştir. Kesim işleminden 1 ay sonra, mart ayının ilk haftasında sürgün çıkışları başlamıştır. Adventif kök oluşumunu uyarıcı uygulamalar, gövde kesim işleminden yaklaşık 4.5 ay sonra 26 Haziran 2013 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamadan önce yaklaşık 40-50 cm boya sahip sürgünler bırakılmış ve daha kısa olanlar çıkarılmıştır. Böylece hem su ve besin maddesi rekabetini azaltmak amacıyla seyreltme yapılmış ve hem de olabildiğince bir örnek gelişme gösteren sürgünler kullanılmıştır. Denemede yapılan

uygulamalar aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

1. Kontrol: Sürgünlerde hiçbir işlem yapılmadan kapatılmıştır.

2. Tomurcuk Koparma: Sürgünlerin 20-25 cm'lik dip kısımlarındaki yapraklar ve tomurcuklar elle koparılmıştır.

3. Kabuk alma: Sürgünlerin 20-25 cm 'lik dip kısımlarındaki gözler kabuk dokusu ile birlikte kalemden aşı gözü alma işlemine benzer şekilde kesilerek alınmıştır. Bu uygulamada yaprak, göz ve kabuk dokusu alınmış olmaktadır.

4. Boğma: Sürgünlerin 20-25 cm 'lik dip kısımlarındaki yapraklar budama makası ile saplarından kesilmiştir. Daha sonra sürgünlerin dip kısımları 3 mm kalınlığında sert beyaz plastikten yapılmış ve iç kısmında ince metal tel bulunan kuruyemiş telleri ile bir kez çepeçevre kuşatılmış ve telin uç kısımları kıvrılarak sabitlenmiştir.

Uygulamaların ardından vakit geçirmeden sürgün boyunun yaklaşık 1/3'ü ve 20-25 cm'lik dip kısımları köklendirme ortamı ile kapatılmıştır. Sürgün dip kısımlarının kapatılmasında torf ve bahçe toprağı (1:2) karışımı kullanılmıştır. Yabancı ot çıkışını engellemek ve toprağın nem kaybını önlemek amacıyla malç olarak siyah renk zemin örtüsü kullanılmıştır. Deneme süresince düzenli olarak damla sulama ve gübreleme yapılmış, malç dışında kalan alanların yabancı ot temizliğine özen gösterilmiştir.

Araştırmanın ikinci yıl çalışmaları Ocak 2014 ile Şubat 2015 arasında yürütülmüştür. 22 Ocak 2014 tarihinde ilk yıl sürgünlerinin söküm işlemleri ile birlikte 2014-2015 dönemi ana bitki kesim işlemi gerçekleştirilmiştir. 2014 yılında hem ana bitki gövdelerinden ve hem de bir önceki yıl köklendirilmiş sürgünlerin kesim yerlerinden süren sürgünler kullanılmıştır. Kesim işleminden 2 ay sonra (nisan ayının 1. haftası) sürgün çıkışları başlamıştır. İlkbaharda süren sezon sürgünlerindeki köklenmeyi uyarıcı uygulamalar, gövde kesim işleminden yaklaşık 6 ay sonra 9 Ağustos 2014 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Sürgün sayısının azalması ve ilk yıl bazı uygulamaların etkili olmamasından dolayı 2014-2015 döneminde kontrol dahil olmak üzere uygulama sayısı 3' e indirilmiş ve aşağıda açıklandığı şekilde yürütülmüştür.

1. Kontrol: Sürgünlerde hiçbir işlem yapılmadan bitkilerin dipleri kapatılmıştır.

2. Boğma+Hormon: İlk yıl yapılan boğma işlemi ile birlikte sürgünlerin dip kısımlarına 750 ppm'lik IBA çözeltili püskürtülmüştür.

3. Boğma+Kabuk alma: İlk yıl yapılan boğma ve kabuk alma işlemleri birleştirilmiştir.

Köklenme dönemi sonunda köklenen sürgün sayısına göre köklenme oranı (%) ve köklenme değeri

(1-5) belirlenmiştir. Köklenme değeri derecelendirmesine göre çok az köklenenler 1, az köklenenler 2, orta derece 3, iyi 4 ve çok iyi köklenenler 5 puan almışlardır (Solar *et al.*, 1994). Köklenen sürgünlerde primer kök sayısı (adet), en uzun 10 adet primer kök uzunluğunun (cm) aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur. Primer kök sayısı 10'dan az olanlarda, var olan köklerin tümünde ölçüm yapılmıştır. Köklerin aşı bıçağı ile kesilerek gövdeden ayrıldıktan sonra 0,0001 g' a duyarlı hassas terazide tartılması ile yaş kök ağırlığı (g) belirlenmiştir. Yaş ağırlıkları tartılan köklerin etüvde 80 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulup 0,0001 g'a duyarlı hassas terazide tartılması ile kuru kök ağırlığı (g) belirlenmiştir. Gövde özellikleri olarak fidan boyu (cm), fidan çapı (mm), gövde boğum sayısı (adet), yaş gövde ağırlığı (g) ve kuru gövde ağırlığı (g) belirlenmiştir. Her bitkiden rastgele alınan 2 adet yaprak kullanılarak yaprak alanı saptanmıştır (cm²).

İstatistik analizler Tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre (çeşit x uygulama) SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Sayı olarak elde edilmiş % verilerde normal dağılım gösterenler transformasyona tabi tutulmamıştır. Her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 10 adet bitki kullanılmıştır. Her iki dönemde toplam 1320 adet fidan materyali üzerinde çalışılmıştır. Varyans analiz sonuçlarında istatistiksel olarak önemli (P<0.01 ve P<0.05) etkileri olan uygulamalar için "Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi" uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Köklenme Oranı

Araştırmanın her iki döneminde köklenme oranları bakımından çeşitler arasında istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). En yüksek köklenme oranları 2013-2014 döneminde Foşa çeşidinden, 2014-2015 döneminde ise Kalinkara çeşidinden elde edilmiştir. 2013-2014 döneminde uygulamalar arasında en yüksek köklenme oranı boğmaya ait olmuştur. Adventif kök oluşumunun teşvik edilmesi için en etkili yöntemin boğma olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Boğma bazı ülkelerde ticari fidanlıklarda rutin bir uygulama olarak da kullanılmaktadır (Lagerstedt 1983; Pandey 1996; Erdoğan and Smith 2005; Roversi *et al.*, 2008; Malvicini *et al.*, 2009). Boğma uygulaması sonucunda kök oluşumu boğma yapılan yerin üst kısmında meydana gelmektedir.

Her iki çalışma yılında, çeşit x uygulama etkileşimi önemsiz olmakla birlikte, köklenme oranları geniş bir aralıkta (%14.44 ile %80) değişim göstermiştir.

Çalışmada sadece Cavcava ve Uzunmusa çeşitleri hariç, ikinci yıl elde edilen köklenme oranları ilk yıldan daha düşük olmuştur.

Fındıkta tepe daldırması konusunda önceki çalışmalar incelendiğinde, sürgünlerde (stool shoot) köklenme oranlarının ana bitki (stool) yaşı, çeşitler arasındaki genotipik farklılıklar, köklenmeyi uyarıcı çeşitli uygulamalar, ekoloji ve köklendirme ortamları gibi faktörlere bağlı olarak farklılıklar göstermiş olduğu anlaşılmaktadır. Tepe daldırması çalışmalarında, Çalışkan ve Koç (2002) tarafından Tombul fındık çeşidinde %92.9; Achim *et al.* (2001) tarafından Valcea 22, White Lambert ve Hall's Giant çeşitlerinde ortalama %50; Malvicini *et al.* (2009)

tarafından Tonda Gentile delle Langhe çeşidinde en yüksek %78.29; Solar *et al.* (1994) tarafından "Istrska debeloplodna leska" ve "Tonda gentile delle Langhe" fındık çeşitlerinin mevsim sürgünlerinde %75, bir yıllık sürgünlerde ise %57 köklenme oranları elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda sadece mevsim sürgünleri kullanılmış ve ilk yıl elde ettiğimiz köklenme oranları önceki bazı sonuçlar ile uyumlu olmuştur. Ancak güçlü ve geniş gövde çaplarına sahip ana bitkiler ile yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Roversi *et al.* (2009) 20 yaşlı 'Tonda Gentile delle Langhe' çeşidinde tüm uygulamalarda %95' in üzerinde köklenme oranları bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Roversi (2015) %96.52 oranında köklenme oranı elde etmiştir.

Çizelge 1. 2013-2014 döneminde köklenme özellikleri.

Table 1. Rooting properties in 2013-2014.

Çeşit	Uygulama	Köklenen Sürgün Oranı (%)	Köklenme Değeri (1-5)	Primer Kök Sayısı (Adet)	Primer Kök uzunluğu (cm)	Yaş Kök Ağırlığı (g)	Kuru Kök Ağırlığı (g)
Tombul	K	58.89	3.417	16.00 bcd*	16.03 bc*	1.964 b*	1.280 bc**
	TK	70.00	2.740	14.79 bcd	11.49 bc	1.232 b	0.830 bc
	KA	57.44	2.801	12.00 bcd	16.02 bc	1.376 b	0.948 bc
	B	77.78	3.732	15.32 bcd	14.57 bc	2.404 b	1.600 bc
	Ort.	66.03 AB**	3.173 A**	14.53 A**	14.53	1.744 B*	1.165 AB**
Palaz	K	58.80	1.797	6.07 cd	8.54 c	0.699 b	0.390 c
	TK	36.67	3.150	12.53 bcd	14.96 bc	2.904 b	1.461 bc
	KA	65.92	2.757	12.55 bcd	12.14 bc	2.200 b	1.042 bc
	B	71.50	4.533	38.97 a	25.53 a	9.556 a	4.378 a
	Ort.	58.22 ABC	3.059 A	17.53 A	15.29	3.840 A	1.818 A
Foşa	K	75.71	2.853	15.28 bcd	10.30 bc	2.334 b	1.165 bc
	TK	78.89	2.759	12.40 bcd	13.91 bc	1.794 b	1.003 bc
	KA	80.00	3.292	18.97 bc	12.52 bc	1.958 b	1.062 bc
	B	75.19	4.000	19.76 b	17.09 abc	3.868 b	2.344 b
	Ort.	77.45 A	3.226 A	16.60 A	13.46	2.489 AB	1.394 AB
Cavcava	K	24.07	2.417	4.08 d	19.52 ab	1.183 b	0.721 bc
	TK	45.56	3.048	7.99 bcd	15.03 bc	1.963 b	1.048 bc
	KA	48.15	2.033	4.40 d	19.26 ab	1.225 b	0.611 c
	B	66.67	3.313	8.58 bcd	15.53 bc	3.162 b	1.383 bc
	Ort.	46.11 BC	2.703 AB	6.26 B	17.34	1.883 B	0.941 B
Uzunmusa	K	39.17	1.722	3.55 d	16.70 abc	1.362 b	0.672 c
	TK	14.44	2.167	3.67 d	18.77 ab	0.922 b	0.522 c
	KA	44.44	2.055	3.92 d	12.89 bc	1.295 b	0.715 bc
	B	57.41	2.867	11.03 bcd	14.54 bc	2.702 b	1.393 bc
	Ort.	38.87 C	2.203 B	5.54 B	15.73	1.570 B	0.826 B
Uygulama	K	51.33 b*	2.441 b**	9.00 b**	14.22	1.508 b**	0.844 b**
	TK	49.11 b	2.773 b	10.28 b	14.83	1.763 b	0.973 b
	KA	59.19 ab	2.588 b	10.37 b	14.57	1.611 b	0.875 b
	B	69.71 a	3.689 a	18.73 a	17.45	4.338 a	2.219 a

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Çizelge 2. 2014-2015 döneminde köklenme özellikleri.

Table 2. Rooting properties in 2014-2015.

Çeşit	Uygulama	Köklenen Sürgün Oranı (%)	Köklenme Değeri (1-5)	Primer Kök Sayısı (Adet)	Primer Kök Uzunluğu (cm)	Yaş Kök Ağırlığı (g)	Kuru Kök Ağırlığı (g)
Tombul	K	35.55	2.17	10.58 abcd*	10.82	0.812	0.426
	KA+B	46.33	1.90	10.70 abcd	14.28	1.230	0.547
	IBA+B	44.34	1.81	14.17 ab	9.12	0.693	0.346
	Ort.	42.07 BC*	1.96 A**	11.82 A**	11.41 AB**	0.912 AB**	0.440 AB*
Palaz	K	57.67	2.45	12.56 abc	11.10	1.595	0.807
	KA+B	57.74	1.65	5.80 cde	10.47	0.694	0.360
	IBA+B	25.00	1.11	4.89 de	10.84	0.381	0.203
	Ort.	46.80 ABC	1.74 AB	7.75 ABC	10.80 AB	0.890 AB	0.457 AB
Foşa	K	64.17	1.88	10.96 abcd	10.03	0.474	0.250
	KA+B	51.55	1.53	6.20 cde	10.77	0.368	0.183
	IBA+B	65.00	1.63	6.05 cde	11.78	0.481	0.211
	Ort.	60.24 AB	1.68 AB	7.74 ABC	10.86 AB	0.441 B	0.215 C
Cavcava	K	40.00	1.34	5.17 de	10.90	0.449	0.219
	KA+B	70.00	1.25	10.29 bcd	6.44	0.307	0.277
	IBA+B	80.00	2.00	16.88 a	7.40	0.648	0.361
	Ort.	63.33 AB	1.53 AB	10.78 AB	8.25 B	0.468 B	0.286 BC
Uzunmusa	K	60.00	1.42	5.75 cde	14.85	0.647	0.324
	KA+B	70.00	1.78	8.10 bcde	12.15	0.840	0.433
	IBA+B	53.33	1.78	6.78 cde	12.04	1.129	0.541
	Ort.	61.11 AB	1.66 AB	6.88 ABC	13.01 A	0.872 AB	0.433 AB
Kalinkara	K	80.00	1.33	6.70 cde	8.27	0.652	0.323
	KA+B	66.66	1.17	6.51 cde	6.94	0.330	0.192
	IBA+B	60.00	1.37	6.76 cde	9.50	0.723	0.329
	Ort.	68.89 A	1.29 B	6.66 BC	8.24 B	0.568 B	0.281 BC
İncekara	K	53.33	2.03	7.50 bcde	9.34	1.226	0.556
	KA+B	52.22	1.92	8.94 bcde	6.78	1.422	0.636
	IBA+B	40.00	1.92	7.92 bcde	8.83	0.969	0.393
	Ort.	48.52 ABC	1.96 A	8.12 ABC	8.32 B	1.206 A	0.528 A
Sivri	K	40.00	1.19	4.87 de	10.55	0.386	0.205
	KA+B	18.89	1.08	3.17 e	15.61	1.020	0.520
	IBA+B	43.33	1.25	5.33 de	15.32	0.773	0.423
	Ort.	34.07 C	1.18 B	4.46 C	13.83 A	0.726 AB	0.383 ABC
Ortalama	K	53.84	1.73	8.01	10.73	0.780	0.389
	KA+B	54.17	1.53	7.46	10.43	0.776	0.394
	IBA+B	51.38	1.61	8.60	10.60	0.725	0.351

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Köklenme Değeri

2013-2014 döneminde çeşitlere ait köklenme değerleri ve ayrıca uygulamalar arasında çok önemli fark bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek değerler Foşa (3.226), Tombul (3.173) ve Palaz (3.059) çeşitlerinden elde edilmiştir. Uygulamalar arasında ise en yüksek köklenme değerinin (3.689) boğmaya ait olduğu görülmektedir. İnteraksiyon etkileri kombinasyonlara göre değişken olmuş, Palaz x boğma kombinasyonunda 4.533'e ulaşan köklenme değeri Uzunmusa x kontrol kombinasyonunda 1.722'ye

düşmüştür. 2014-2015 döneminde köklenme değeri bakımından çeşitler arasında çok önemli istatistik fark bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek değer Tombul ve İncekara (1.96) çeşitlerinden elde edilmiştir. Uzunmusa çeşidi hariç tutulursa, uygulamaların köklenme değeri üzerinde etkili olmadığı ve hatta kontrole göre köklenme değerini düşürmüştüğü de söylenebilir.

Kök sistemi yeterince gelişmemiş fidanlar satışı sunulamayacağından köklenen sürgün oranının yanında köklenme değeri de belirlenmektedir. Bu

çalışmada kök gelişimi Solar *et al.* (1994) ile Erdoğan and Smith'in (2005) kullanmış oldukları yöntemle göre, subjektif olarak 1-5 puan arasında değerlendirilmiştir. Fındıkta çap, boy ve kök yoğunluğu birlikte değerlendirilerek ekstra, I. Sınıf, II. Sınıf ve Iskarta olmak üzere ticari sınıflandırmanın kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Roversi *et al.*, 2008; Roversi 2015). Solar *et al.* (1994) 4 ve 5 puan alan fidanların dikime hazır olduklarını, 3 ve 2 puan alanların ise fidanlıkta 1 yıl bekletilmelerini önermişlerdir. Araştırmacılar 1 puan alan fidanların ise hiçbir şekilde kullanılamayacaklarını bildirmişlerdir. Türk fındık çeşitlerinde, kök kalite değerine göre bu şekilde kesin bir yargıya varılabilmesi için, her bir köklenme değerine sahip fidanların dikim sonrasındaki performanslarının belirlenmesi yararlı olacaktır.

Malvicini *et al.* (2009)'e göre, pazarlanabilir nitelikteki fidanların yaklaşık olarak %50' sinde köklenme değeri 3.39 ile 4.83 arasında değişmiştir. Köklenme değeri ve fidan kök kalitesi bakımından daha yüksek sonuçlara ulaştığımız söylenebilir.

Erdoğan and Smith (2005) tomurcuk koparma ve kabuk alma uygulamalarının köklenme değerini önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızı desteklemektedir. Araştırmacılar IBA uygulamasının köklenme değerini artırdığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda sadece ikinci yıl IBA kullanılmış ve kontrole göre önemli bir etki saptanmamıştır. Bu durum ikinci yıl gelişmenin zayıf olmasından dolayı uygulamanın geciktirilmiş olması ve bu gecikmeye bağlı olarak gövde dokularında odunlaşmanın artmasından kaynaklanmış olabilir.

2013-2014 döneminde en yüksek köklenme değeri boğmada elde edilmiştir. Boğma uygulamasının tepe daldırması yönteminde adventif kök gelişimi üzerindeki olumlu etkisi Roversi and Mozzone (1998) ve Roversi *et al.* (2008) çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir. Köklenmeyi teşvik edici uygulamaların köklenme değeri üzerindeki etkilerinin genellikle köklenme oranına göre daha belirgin olduğu bildirilmektedir (Roversi and Mozzone 1998; Erdoğan and Smith 2005; Roversi *et al.*, 2008).

Primer Kök Sayısı

Araştırmanın 2013-2014 döneminde primer kök sayısı bakımından çeşitler arasında, uygulamalar arasında ve ayrıca interaksiyon etkileri arasında istatistik olarak fark bulunmuştur (Çizelge 1). Çeşitler arasında en fazla primer kök Tombul, Palaz ve Foşa'da, uygulamalar arasında ise boğmada elde edilmiştir. Çeşit x uygulama interaksiyon etkilerinde en fazla primer kök Palaz çeşidinin boğma uygulamasından

elde edilmiştir (38.97 adet). 2014-2015 döneminde çeşitler arasında istatistik fark bulunmuştur (Çizelge 2). En fazla kök Tombul çeşidinden elde edilmiştir. Çeşit x uygulama interaksiyon sonuçları arasında da önemli istatistik farklılıklar saptanmıştır.

İncelemeler sırasında, çok sayıda zayıf primer köke sahip olan fidanların yanında, az sayıda fakat güçlü primer köke sahip olanlar da gözlenmiştir. Bazı fidanlar primer kök sayısı fazla olmadığı halde yüksek köklenme puanı almışlardır. Bu nedenle primer kök sayısı tek başına çok anlamlı gözükmemektedir. Ancak ileride değişik köklenme kriterleri kullanılarak yapılacak modelleme çalışmalarında primer kök sayısı temel verilerden biri olarak önemli rol oynayabilir. Fındıkta yapılmış tepe daldırması çalışmalarında primer kök sayısı ile ilgili bulguya rastlanmamıştır. Fidan başına oluşan primer kök adedi ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuş olmaktadır.

Primer Kök Uzunluğu

2013-2014 döneminde primer kök uzunluğu bakımından çeşitler arasında ve ayrıca uygulamaların etkileri arasında istatistik olarak önemli fark bulunmamaktadır (Çizelge 1). Çeşit x uygulama interaksiyon etkisi ise önemli bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu değeri Palaz x boğma kombinasyonundan elde edilmiştir (25.53 cm). Uygulamaların çeşitlerin primer kök uzunluğu üzerindeki etkileri farklı olmuş, boğma uygulaması sadece Palaz ve Foşa çeşitlerinde ön plana çıkmıştır.

2014-2015 döneminde çeşitler arasında istatistik fark bulunmuştur (Çizelge 2). Uygulamaların kök uzunluğuna etkileri arasında ve çeşit x uygulama sonuçları arasında istatistik farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte, Sivri' de Kabuk + Boğma ve IBA + Boğma kombinasyonlarına ait değerler yüksektir (15.61 ve 15.32 cm). Sivri çeşidinde köklerin daha derinlere inebilme yeteneğinin olması ihtimali akla geliyor olsa da, bu düşünceyi destekleyici bir literatür bilgisi bulunmamaktadır. İkinci yıl tüm çeşit ve uygulamalarda daha düşük değerler elde edilmiş, primer kök uzunlukları kısalmıştır. Benzer sonuçlar elde etmiş olan Nagi (2013), tepe daldırması ile çoğaltılan şeftali, erik ve kayısı anaçlarında, ikinci yıl kök uzunluğu değerlerinin kıaldığını bildirmiştir.

Çalışmamızda, oldukça uzun primer köklerin fazla yan kök oluşturmayıp zayıf yapılabildikleri de gözlenmiştir. Dolayısıyla incelenen materyalde kökler uzun olduğu halde diğer özellikleri düşük olabilir. Primer kök uzunluğu verileri diğer kök kriterleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Fındıkta bu çalışma ile tepe daldırması yönteminde fidanlarda primer kök uzunluğu ilk kez ortaya konmuştur.

Yaş Kök Ağırlığı

Çalışmanın 2013-2014 döneminde yaş kök ağırlıkları bakımından çeşitler arasında önemli fark bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek yaş kök ağırlığı Palaz çeşidine ait olmuştur. Uygulamaların yaş kök ağırlıklarına etkisi istatistik olarak çok önemli bulunmuştur. En yüksek yaş kök ağırlığı boğma uygulamasından elde edilmiştir (4.338 g). Uygulamaların çeşitler üzerindeki etkisi sadece Palaz x boğma kombinasyonunda diğerlerinden farklı bulunmuş ve en yüksek değere sahip olmuştur (9.556 g). 2014-2015 döneminde yaş kök ağırlıkları bakımından sadece çeşitler arasında istatistiksel fark bulunmuş, uygulamaların yalın etkileri arasında ve ayrıca çeşit x uygulama interaksyonları arasında farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2). Bu dönemde elde edilen yaş kök ağırlığı değerleri ilk yıla göre düşük olmuştur. Bu durum ikinci yıl gelişmenin zayıf olmasından kaynaklanmış olabilir. İkinci yıl İncekara ön planda olmakla birlikte Palaz çeşidi her iki yılda da en yüksek değere sahip grupta yer almıştır.

2013-2014 döneminde en yüksek yaş kök ağırlığı boğmada elde edilmiş olmasına karşılık ikinci yıl önemli bir etkisi olmamıştır. Hatta bazı çeşitlerde istatistik anlamda olmamakla birlikte, uygulamaların yaş kök ağırlığını azalttığı bile söylenebilir. En yüksek yaş kök ağırlığı Palaz x boğma kombinasyonundan (9.556 g) elde edilmiştir. Bu kombinasyona ait primer kök adedi ve primer kök uzunlukları da diğer kombinasyonlara göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Fındıkta tepe daldırması konusunda yapılmış az sayıda çalışmanın sadece birkaç adedinde yaş kök ağırlığı ile ilgili verilere rastlanmıştır. Malvicini *et al.* (2009) çalışmalarında sadece ekstra sınıf fidanlara ait değerleri vermişlerdir. Bundan dolayı elde etmiş oldukları yaş kök ağırlıkları bizim bulgularımızdan farklı gözükmemektedir. Ayrıca çeşit ve ekolojiye bağlı farklılıklar da bulunmaktadır. Malvicini *et al.* (2009) tarafından, Tonda Gentile delle Langhe fındık çeşidinde ekstra kategoriye giren fidanlarda sadece boğma yapıldığında yaş kök ağırlığının 57.8 g olduğu kaydedilmiştir. Roversi *et al.* (2009) anaç bitki yaşı ve oluşan sürgünlerin gücüne bağlı olarak yaş kök ağırlıklarının oldukça geniş bir aralıkta değiştiğini, standart boğma uygulanan I. sınıf fidanlarda 130.6 g ile 220.9 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Kuru Kök Ağırlığı

Araştırmanın 2013-2014 döneminde kuru kök ağırlıkları bakımından çeşitler arasında çok önemli fark bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek kuru kök ağırlığı Palaz çeşidinde elde edilmiştir. Uygulamaların kuru kök ağırlıkları üzerine etkileri istatistiksel olarak çok

önemli bulunmuştur. En yüksek kuru ağırlık boğmada elde edilmiştir. Boğma, hem yaş kök ve hem de kuru kök ağırlığı bakımından ön plandadır. İnteraksiyon etkileri istatistiksel olarak çok önemli bulunmuş, en yüksek kuru kök ağırlığı Palaz x boğma kombinasyonunda (4.378 g) elde edilmiştir. Yaş kök ağırlığında olduğu gibi, kuru kök ağırlığı bakımından da uygulamaların çeşitler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak sadece Palaz x boğma interaksyonunda diğerlerinden farklı olmuştur.

Araştırmanın 2014-2015 döneminde kuru kök ağırlıkları bakımından çeşitler arasında önemli istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 2). Uygulamaların kuru kök ağırlığı üzerine olan yalın etkileri arasında, ayrıca interaksiyon sonuçları arasındaki farklılık önemsizdir. Fındıkta yapılmış çalışmaların hiçbirinde kuru kök ağırlığı ile ilgili verilere rastlanmamıştır. Fındıkta bu çalışma ile sürgün veya fidan başına oluşan ortalama kuru kök ağırlığı ilk kez ortaya konmuş olmaktadır.

Kullanılan ebeveyn bitkilerin yaşı, çeşitlerin genotipik özelliklerine bağlı olarak gelişme kuvvetlerinin de farklı olduğu ve bu farklılıkların kök sistemini de etkilediği bilinmektedir. Ana bitkinin gelişme kuvveti arttıkça kök sisteminin çok daha yoğun ve güçlü olacağı Roversi (2015) tarafından saptanmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, kontrole ait yaş ve kuru kök ağırlığının, farklı uygulamaların etkisi ile istatistik olarak çok önemli düzeyde yükseldiği yönündeki olumlu etkiler bizim sonuçlarımızı desteklemektedir.

Fidan Boyu

2013-2014 ve 2014-2015 dönemleri olmak üzere çalışmanın her iki yılında da fidan boyu bakımından çeşitler arasında istatistik olarak fark bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). Buna karşılık uygulamalar arasında sadece 2014-2015 döneminde önemli fark ortaya çıkmıştır. Çeşit x uygulama interaksyonu da önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışmada fidan boyunu etkileyen en önemli faktörün çeşit olduğunu, uygulamaların ise çeşit kadar dikkat çekici bir etkisinin olmadığını söyleyebiliriz. Tombul ve Palaz çeşitleri her iki araştırma yılında da en yüksek boy değerlerinin olduğu grupta yer almışlardır. İkinci yıl Kalinkara bu yüksek boy değerlerinin olduğu gruba dahil olmuştur. Eğer Kalinkara çeşidinden ilk yıl veri alınabilmiş olsa idi, belki de Tombul ve Palaz' dan uzun boy değerleri elde edilebilirdi. Bunu bahçe gözlemlerimize göre de söyleyebiliriz. Tüm çeşitlerde ikinci yıl fidan boyu kısalmış, 2013-2014 döneminde 77.78 cm ile 122.65 cm, 2014-2015 döneminde ise 49.65 cm ile 91.47 cm arasında değişmiştir.

Fındıkta tepe daldırması çalışmalarında en yüksek gövde boy değerleri Erdoğan and Smith (2005) tarafından 126.39 cm, Malvicini *et al.* (2009) tarafından 196.7 cm, Roversi *et al.* (2009) tarafından 155 cm, Fischbach and Brasseur (2010) tarafından 53.59 cm, Ellena *et al.* (2014) tarafından 87.68 cm, Roversi (2015) tarafından ise 216.7 cm olarak saptanmıştır. Bizim bulgularımızın literatür bildirişlerinden farklı olduğu ve çeşitli araştırmacıların sonuçları arasında da farklılıklar bulunduğu görülmektedir.

Bu çalışmada ilk yıl yapılan uygulamaların fidan boyu üzerine istatistik bir etkisi olmamıştır. İkinci yıl ise IBA + boğma' nın etkisi kabuk + boğma'ya göre daha düşük olmuştur. Erdoğan and Smith (2005) IBA uygulamasının köklenmeyi ilerlettiğini ancak vegetatif büyümeyi sınırlandırdığını vurguladıkları çalışmada IBA uygulamasında kontrolden daha kısa boy değerleri bildirmişlerdir. Bu çalışmada fidan boyunu etkileyen en önemli faktörün çeşit olduğu, uygulamaların ise çeşit kadar dikkat çekici bir etkisi görülmemekle birlikte, bizim çalışmamızın ikinci yılında literatüre benzer bir etki ortaya çıktığını söyleyebiliriz.

Fidan Çapı

Araştırmanın 2013-2014 döneminde fidan çapı bakımından çeşitler arasında önemli fark bulunmuştur (Çizelge 3). Uygulamalar arasında istatistik olarak önemli fark bulunmamış olmakla birlikte uygulamalara ait değerlerin kontrolden düşük olması dikkati çekmektedir. Bu çalışmada yapılan uygulamalar fidan gövde çap değerlerini azaltmış olabilir.

Araştırmanın 2014-2015 döneminde fidan çapı bakımından çeşitler arasında çok önemli istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 4). Çalışmanın bu döneminde boy ve çap değerleri birbirleri ile paralellik göstermiş, Kalinkara çeşidi her iki özellik bakımından da en yüksek, Cavcava ise en düşük değere sahip olmuştur. Bu çalışmada fidan boyunu etkileyen en önemli faktörün çeşit olduğu önceki bölümde vurgulanmıştı. Fidan çapı bakımından da en etkili faktörün çeşit olduğunu, uygulamaların ise çeşit kadar etkili olmadığını söyleyebiliriz.

Çizelge 3. 2013-2014 döneminde fidan gövde özellikleri.

Table 3. Stool shoots characteristics in 2013-2014 period.

Çeşit	Uygulama	Fidan Boyu (cm)	Fidan Çapı (mm)	Gövde Boğum Sayısı (adet)	Yaş Gövde Ağırlığı (g)	Kuru Gövde Ağırlığı (g)	Yaprak Alanı (cm ²)
Tombul	K	114,10	10,87	28,26	73,28	38,64	107,27
	TK	107,57	10,99	26,13	67,57	35,87	96,45
	KA	107,61	10,37	25,24	56,31	30,03	112,54
	B	122,65	11,11	28,04	72,14	39,24	89,43
	Ort.	112,98 A**	10,84 A*	26,92 A**	67,33 A**	35,95 A**	101,42 B**
Palaz	K	117,38	9,18	24,34	68,09	36,21	119,90
	TK	107,50	9,55	21,07	64,24	32,00	111,57
	KA	109,67	10,00	21,05	59,67	29,31	111,69
	B	118,34	10,82	23,21	74,35	39,37	126,06
	Ort.	113,22 A	9,89 AB	22,42 B	66,59 A	34,22 AB	117,31 A
Foşa	K	114,26	10,82	22,48	58,35	31,35	92,43
	TK	107,68	9,99	20,73	50,73	26,81	87,57
	KA	115,69	10,38	22,58	55,77	29,25	93,87
	B	103,59	9,46	20,07	48,38	25,99	100,88
	Ort.	110,31 A	10,16 AB	21,47 B	53,31 AB	28,35 ABC	93,69 B
Cavcava	K	91,71	9,34	17,59	42,08	22,70	77,75
	TK	92,76	8,86	16,43	43,78	24,17	82,41
	KA	99,82	9,44	17,27	48,30	25,37	80,88
	B	77,78	8,42	15,85	33,32	18,79	78,13
	Ort.	90,52 B	9,02 B	16,79 C	41,87 B	22,76 C	79,79 C
Uzunmusa	K	108,05	9,94	21,79	53,34	28,67	97,85
	TK	91,87	8,62	16,76	41,37	22,30	93,41
	KA	103,43	9,71	19,97	49,26	26,31	97,23
	B	92,41	9,25	18,11	49,52	26,83	90,26
	Ort.	98,94 AB	9,38 B	19,16 BC	48,37 B	26,03 BC	94,69 B
Ortalama	K	109,10	10,03	22,89 a*	59,03	31,51	99,04
	TK	101,48	9,60	20,22 b	53,54	28,23	94,28
	KA	107,25	9,98	21,22 ab	53,86	28,05	99,24
	B	102,95	9,81	21,06 ab	55,55	30,04	96,95

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Çizelge 4. 2014-2015 döneminde fidan gövde özellikleri.
Table 4. Stool shoots characteristics in 2013-2014 period.

Çeşit	Uygulama	Fidan Boyu (cm)	Fidan Çapı (mm)	Gövde Boğum Sayısı (adet)	Yaş Gövde Ağırlığı (g)	Kuru Gövde Ağırlığı (g)	Yaprak Alanı (cm ²)
Tombul	K	83.83	7.87	20.93	26.71	13.82	86.27
	KA+B	88.24	8.33	20.37	28.83	14.90	75.95
	IBA+B	86.19	8.06	21.81	28.22	14.65	103.66
	Ort.	86.09 A**	8.09 BC**	21.04 A**	27.92 ABC**	14.16 ABC**	88.63 AB**
Palaz	K	91.22	8.80	19.46	32.64	17.03	109.62
	KA+B	91.47	9.15	19.00	32.33	17.28	84.86
	IBA+B	82.95	8.10	18.24	26.44	13.62	104.99
	Ort.	88.55 A	8.68 B	18.90 AB	30.47 AB	15.98 AB	99.82 A
Foşa	K	84.81	8.03	16.61	24.46	12.66	78.13
	KA+B	76.70	7.30	16.10	18.29	9.41	64.98
	IBA+B	81.40	7.67	17.66	21.51	11.18	73.17
	Ort.	80.97 AB	7.67 C	16.79 BC	21.42 CD	11.08 D	72.09 BC
Cavcava	K	49.65	6.01	11.80	9.43	4.78	61.12
	KA+B	58.40	6.23	12.00	11.46	5.47	62.70
	IBA+B	56.15	6.14	11.60	11.00	5.37	56.15
	Ort.	54.73 D	6.13 D	11.80 D	10.63 E	5.21 E	59.99 C
Uzunmusa	K	85.16	8.52	18.93	24.05	12.68	75.20
	KA+B	87.09	8.56	20.11	26.74	14.11	69.90
	IBA+B	70.75	7.37	15.93	16.07	8.08	67.02
	Ort.	81.00 AB	8.15 BC	18.32 AB	22.29 CD	11.62 CD	70.71 BC
Kalınkara	K	87.03	9.63	22.60	32.26	16.21	86.89
	KA+B	91.29	9.21	20.47	33.31	16.80	92.30
	IBA+B	89.73	9.63	20.73	34.13	16.13	76.21
	Ort.	89.35 A	9.49 A	21.27 A	33.23 A	16.38 A	85.13 AB
İncekara	K	70.58	8.08	16.73	23.28	11.91	73.66
	KA+B	82.01	9.54	19.14	32.00	16.07	78.78
	IBA+B	64.87	8.21	15.00	20.65	10.33	68.58
	Ort.	72.49 BC	8.61 B	16.96 BC	25.31 BCD	12.77 BCD	73.67 BC
Sivri	K	67.51	7.63	15.00	15.57	8.97	69.75
	KA+B	68.70	7.67	14.34	20.40	10.73	69.85
	IBA+B	70.93	7.79	16.40	18.54	9.28	81.30
	Ort.	69.05 C	7.70 C	15.25 C	18.84 D	9.66 D	73.63 BC
Ortalama	K	77.47 ab*	8.07	17.76	23.80 ab*	12.26 ab*	80.08
	KA+B	80.49 a	8.25	17.69	25.42 a	13.10 a	74.91
	IBA+B	75.37 b	7.87	17.17	22.07 b	11.08 b	78.88

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01). Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (*: P<0.05; **: P<0.01).

Her iki yılda da sadece çeşitler arasında önemli farklılık tespit edilmiş, uygulamaların etkileri önemsiz olmuştur. Tombul, Palaz ve Foşa çeşitleri ilk yıl en yüksek çap değerlerinin olduğu grupta yer almışken, ikinci yıl sıralama değişmiş ve Kalınkara çeşidi en yüksek çapa sahip olmuştur. Kalınkara' dan ilk yıl veri alınmamıştır. Genel olarak kuvvetli gelişen bir çeşit olduğundan eğer ilk yıl veri alınmış olsaydı çap değeri diğer çeşitlerden yüksek olabilirdi.

Fidan çap değerleri ilk yıl 8.42 mm ile 11.11 mm arasında, ikinci yıl ise 6.01 mm ile 9.63 mm arasında değişmiştir. Fidan boyunda olduğu gibi fidan çapı da ikinci yıl küçülmüştür. Bu durum ikinci yıl sürgün gelişmesinin zayıf olmasından kaynaklanmış olabilir.

Fındıkta gövde çap değerleri Erdoğan and Smith (2005) tarafından 9.7 mm, Malvicini *et al.* (2009) tarafından en yüksek 11-15.9 mm, Roversi *et al.* (2009)

tarafından en yüksek 11.8-16.1 mm ve Roversi (2015) tarafından 8.3-14.8 mm olarak saptanmıştır. Elde ettiğimiz gövde çap sonuçlarının genel olarak literatür bulguları ile desteklendiğini söyleyebiliriz. Literatürler arasındaki farklılıkların farklı ekolojilerde, farklı yaşlarda ana bitkiler ve farklı çeşitlerin kullanılmasından kaynaklanmış olduğu söylenebilir.

Literatürlerin çoğunda çalışmalar bir yıl yapılmıştır. O nedenle ikinci yıla ait sonuçlarımızla direkt olarak karşılaştırma yapılamamıştır. Daldırma ile çoğaltma tekniğinde, genellikle bir yıllık çoğaltmanın ardından ana bitkiler birkaç yıl dinlendirildikten sonra tekrar çoğaltma yapılması öngörülmektedir (Achim *et al.*, 2001).

Gövde Boğum Sayısı

Çalışmanın 2013-2014 döneminde fidan gövde boğum sayısı bakımından çeşitler arasında istatistik olarak çok önemli fark bulunmuştur (Çizelge 3). Uygulamaların fidan gövdesinde boğum sayısı üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmuş ve boğum sayısını azaltıcı yönde bir etki göstermiştir. Çalışmasının 2014-2015 döneminde de çeşitler arasında çok önemli istatistik fark bulunmuştur (Çizelge 4). Tombul çeşidi çalışmanın her iki döneminde de en yüksek boğum sayısı değerlerine sahip olmuş, Cavcava çeşidi ise yine iki dönemde de en düşük değerleri göstermiştir. İlk yıl yapılan uygulamalar fidan gövdesinde boğum sayısını azaltmış olmasına karşılık, ikinci yıl uygulamaların yalın etkileri arasında önemli istatistik farklılık bulunmamıştır.

Fındıkta gövde boğum sayısı özelliği çok az sayıda çalışmada incelenmiştir. Boğum sayısı Erdoğan and Smith (2005) tarafından Barcelona fındık çeşidinde 24.71 adet olarak kaydedilmiştir. Bizim çalışmamızda Tombul ve Palaz çeşitlerinden elde edilen değerler literatürden daha yüksek olmuştur. Foşa'nın değerleri literatüre yakın, diğer çeşitler ise düşük olmuştur. Farklılıklar çeşitlerin genetik yapısından kaynaklanmış olabilir.

Yaş Gövde Ağırlığı

2013-2014 döneminde yaş gövde ağırlığı bakımından çeşitler arasında çok önemli fark bulunmuştur (Çizelge 3). Uygulamaların fidan yaş gövde ağırlığı üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Bu dönemde fidan yaş gövde ağırlığı değerleri bakımından çeşit x uygulama interaksyonu da önemsiz bulunmuştur. Tombul, Palaz ve Foşa çeşitlerine ait kombinasyonlarda genel olarak yaş gövde ağırlıkları 50 g'ın üzerinde bulunmuştur. En yüksek değer Palaz çeşidinin Boğma uygulamasından (74.35 g) elde edilmiştir.

2014-2015 döneminde yaş gövde ağırlığı değerleri bakımından çeşitler arasında çok önemli istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek yaş gövde ağırlıkları birinci yıl Tombul, Palaz ve Foşa çeşitlerine ait olmuştur. İkinci yıl verilerine göre, en yüksek yaş gövde ağırlığı Kalınkara çeşidine ait olmuş, bunu Palaz ve Tombul izlemiştir. Tombul ve Palaz her iki yılda da en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Cavcava çeşidi her iki yılda da en düşük yaş gövde ağırlığına sahip olmuştur. Diğer kök ve gövde özelliklerinde olduğu gibi gövde yaş ağırlığında da ikinci yıl daha düşük değerler elde edilmiştir. Düşüş oranları ise çeşit bazında değişmiştir. Genel olarak, ikinci yıl gövde yaş

ağırlığı değerleri ilk yıla göre %50 azalmış, Cavcava çeşidinde bu düşüş %75 civarında olmuştur.

Kuru Gövde Ağırlığı

2013-2014 döneminde kuru gövde ağırlığı bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli fark bulunmuştur (Çizelge 3). Uygulamalar fidan kuru gövde ağırlıklarını önemli düzeyde etkilememişlerdir. Tombul, Palaz ve Foşa çeşitlerine ait kombinasyonların çoğunda kuru gövde ağırlıkları 30 g'ın üzerinde olmuştur. En yüksek değer Palaz çeşidinin Boğma uygulamasından (39.37 g) elde edilmiştir.

Çalışmanın 2014-2015 döneminde çeşitler arasında çok önemli istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 4). Ayrıca uygulamalar arasında da önemli istatistiksel fark bulunmuştur. Çalışmanın her iki döneminde de kuru gövde ağırlığı sonuçları ile yaş gövde ağırlık sonuçları benzerlik göstermektedir. En yüksek kuru gövde ağırlıkları birinci yıl Tombul ve Palaz çeşitlerine ait olmuştur. İkinci yıl verilerine göre, en yüksek kuru gövde ağırlığı Kalınkara çeşidine ait olmuş, bunu Palaz ve Tombul izlemiştir. Tombul ve Palaz her iki yılda da en yüksek kuru gövde ağırlığı değerlerine, Cavcava çeşidi ise en düşük değere sahip olmuştur. Kuru gövde ağırlığında da ikinci yıl daha düşük değerler elde edilmiştir. Genel olarak, ikinci yıl kuru gövde ağırlığı değerleri ilk yıla göre %45 civarında azalmış, Cavcava çeşidinde bu düşüş %75 civarında olmuştur. Odlulaştırma derecesine ve yıllar arasındaki iklimsel farklılığa bağlı olarak çeşitler arasında sürgünlerdeki su içerikleri farklılık gösterebilmektedir.

Yaprak Alanı

Araştırmanın her iki yılında da yaprak alanı bakımından çeşitler arasında çok önemli istatistiksel fark bulunmuştur (Çizelge 3 ve 4). Çeşitleri kendi içinde kıyasladığımızda, genel olarak Palaz çeşidinin iri, Tombul, Foşa ve Uzunmusa çeşidinin orta, Cavcava çeşidinin ise küçük yapraklara sahip olduğu söylenebilir. Uygulamaların yaprak alanı üzerine istatistik düzeyde önemli bir etkisi olmamıştır. Yaprak alanı değerleri yüksek olan Palaz çeşidinde, çeşit x uygulama kombinasyon değerleri de yüksek olmuştur. İkinci yıl sonuçları ilk yıla göre düşük bulunmuştur.

Beyhan ve Demir (1997) Palaz fındık çeşidinde yapmış oldukları bir çalışmada, verim çağındaki bitkilerde yaprak alanlarının 46.73 cm² ile 83.13 cm² arasında değişmiş olduğunu belirlemişlerdir. Fındıkta bitki yaşı ile yaprak alanları arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilememiş olmakla birlikte (Bostan 2001), bu çalışmada Palaz çeşidine ait genç sürgünlerde Beyhan ve Demir (1997)'in

bildirdiklerinden çok daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Bostan (2001), Tombul, Palaz ve Sivri fındık çeşitlerine ait farklı yaşlardaki bitkilerde 57 cm² ile 127 cm² arasında değişen yaprak alanı değerleri tespit etmiştir. Palaz fındık çeşidinde Tombul'a göre, Tombul' da ise Sivri'ye göre daha yüksek yaprak alanı değerleri bulunmuştur. Yaprak alanı bakımından bu üç çeşidin büyükten küçüğe doğru sıralaması ve ölçüm sonuçları bu çalışmada da benzer olmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada incelenen özellikler bakımından genel olarak çeşitler arasında Tombul, Palaz, Foşa ve Kalınkara, uygulamalar arasında ise boğma en yüksek değerleri göstermiştir. Boğmanın olumlu etkisi köklenme oranından ziyade kök kalitesi üzerinde olmuştur.

Fındıkta yapılan bu çalışmada ilk yıl büyük oranda başarı elde edilmiş ancak ikinci yıl fidan gelişimi ve kök kalitesi düşük olmuştur. Bir yıllık çoğaltmanın ardından birkaç yıl dinlendirme uygulaması yapılabilir. Buna alternatif olarak, ikinci yıl fidanlarının tüplere şaşırtılması yoluyla bir yıl daha bekletilerek yeterli kök gelişmesi sağlandıktan sonra dikimi önerilebilir.

Bu çalışma ile ülkemizde yetiştirilen 8 adet fındık çeşidi için tepe daldırması ile çoğaltma yönteminde ilk sonuçlar alınmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda boğma standart bir işlem olarak uygulanmalıdır. Ayrıca farklı uygulama zamanları, köklenme ortamları ve daha yüksek hormon konsantrasyonları kullanılarak ilk üretim yılını izleyen yıllarda başarı oranı yükseltilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Fatma ACİ'nin Yüksek Lisans Tezinin bir özeti olup, PYO.ZRT.1904.13.028 nolu Bilimsel Araştırma Projesi olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı Proje Yönetim Ofisine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Achim G., Godeanu I and Baciu A., 2001. Research on clonal propagation of hazelnut in Valcea-Romania. *Acta Horticulturae*, 556: 281-286.
- Ahn CY., Jung SK and Park CS., 1982. Propagation of filbert by modified layering with strangulation and wounding. Research Report, South Korean Institute of Forest Genetics, Office of Forestry, 107-112.
- Balık Hİ., Balık Kayalak S., Beyhan N ve Erdoğan V., 2016. Fındık Çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık, 89 s., Trabzon.

- Baron LC., Riggert C., Stebbins RL and Bell S., 1985. Growing hazelnuts in Oregon, Oregon State University Extension Service, Extension Circular 1219, May 1985, 20 p.
- Barut E., 2012. Meyvecilik Tekniği (Editörler: R. Gerçekcioğlu, Ş. Bilgener ve A. Soylu) Genel Meyvecilik (Üçüncü Baskı), Nobel Yayıncılık, 111-155, Ankara.
- Beyhan N., Serdar Ü ve Demir, T., 1995. Karadeniz Bölgesinde fındık, kestane ve ceviz yetiştiriciliğinin geliştirilmesi. Karadeniz Bölgesi Tarımının Geliştirilmesinde Yeni Teknikler Kongresi, 10-11 Ocak 1995, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, 147-153, Samsun.
- Beyhan N., 1997. Bazı herbisitlerin fındık dip sürgünü kontrolündeki etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3): 45-55.
- Beyhan N ve Demir T., 1997. Paclobutrazolun Palaz fındık çeşidinde meyve kalitesine ve bazı fizyolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3): 57-69.
- Beyhan N., Serdar Ü ve Demir T., 1999. Fındıkta gençleştirme budama uygulamasının verim, meyve kalitesi ve sürgün gelişimine etkisi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 78-92.
- Beyhan N., Demir T ve Turan A., 2007. İlkbahar Dönemi İklim Koşullarının Fındığın Verim ve Gelişmesi Üzerine Etkileri, Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-07 Eylül, Cilt: 1 Meyvecilik, 459-463, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- Beyhan N., 2015. Sert Kabuklu Meyveler. Yayımlanmamış Ders Notları, OMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.
- Bostan SZ., 2001. Variation in morphological and pomological characteristics in hazelnut at six elevations. *Acta Horticulturae*, 556: 197-201.
- Çalışkan T ve Koç N., 2002. Fındığın daldırma yöntemleriyle çoğaltılması üzerine araştırmalar. *ALATARIM*, 1(1): 6-12.
- Ellena M., Sandoval P., Gonzalez A and Grau P., 2014. Development and situation of the hazelnut in Chile. *FAO-CIHEAM, Nucleus Newsletter*, Number 16, May 2014, 3-7.
- Erdoğan V and Smith DC., 2005. Effect of tissue removal and hormone application on rooting of hazelnut layers. *HortScience*, 40: 5, 1457-1460.
- Fischbach J and Brasseur K., 2010. Stool bed layering as a means of vegetative propagation of american hazelnut. *UW Extension Research Bulletin*. October 2010, No: 15.
- Hartmann HT and Kester DE., 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. (Çevirenler: N. Kaşka ve M. Yılmaz). Ç.Ü.Z.F. Yayın no:79, Adana.
- Hartmann HT., Kester DE and Davies Jr FT., 1990. Plant propagation: Principles and Practices. 5th Edition. Prentice Hall International, Englewood Cliffs, 647 p. New Jersey.

- Kantarıcı M ve Ayfer M., 1989. Bazı önemli fındık çeşitlerimizin çelikle çoğaltılmaları üzerinde araştırmalar. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 13(3b): 1096-1109.
- Kopuzoğlu N ve Şen SM., 1991. Bazı önemli fındık çeşitlerinin aşı ile çoğaltılması üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1-2): 59-69.
- Lagerstedt HB., 1979. Propagation-Seed, Grafting, Budding. Editor: Jaynes R. A., Nut Tree Culture in North America, NNGA Broken Arrow., 240-271, Road Hamden, Conn.
- Lagerstedt HB., 1983. The Situation, Problems and Future of Filbert Propagation. Atti del Convegno Internazionale sul Nocciuolo, 31-40: 22-23 Settembre, Avellino.
- Malvicini GL., Roversi A and Marino A., 2009. On the quality of hazelnut plants obtained by mounding layer. Acta Horticulturae, 845: 301-304.
- Nagi M., 2013. Evaluation of some introduced rootstocks for peach, plum and apricot. Ph.D. Thesis, Dr. Y. S. Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan – 173230 (HP). 121 p., India.
- Pandey G., 1996. Effect of IBA and NAA on propagation of hazelnut cultivars through stooling. Journal of Hill Research, 9(2): 198-200.
- Pathak RK., Sinha MM and Pandey VS., 1978. Note on the standardization of vegetative propagation techniques of hazelnut. Indian Journal of Agricultural Sciences. 48: 556-558.
- Pierce D., 1991. Commercial propagation methods for hazelnuts. Annual Report of Northern Nut Growers Association, 82: 96-98.
- Radicati L., Martino I and Vergano G., 1994. Factors affecting sucker production in hazelnut. Acta Horticulturae, 351: 489-494.
- Roversi A and Mozzone G., 1998. Tecniche di forzatura per margotte di ceppaia di nocciuolo. Informatore Agrario, 24: 71-75.
- Roversi A., Malvicini GL and Marino A., 2008. Influence of ringing and irrigation on hazelnut mounding layer propagation. Advances in Horticultural Science, 22(3): 197-200.
- Roversi A., Armengolli Ferrer F and Mozzone G., 2009. Further investigations on hazelnut mounding layer. Acta Horticulturae, 845: 305-308.
- Roversi A., 2015. How to propagate no suckering hazelnut (*Corylus avellana* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21(2): 355-357.
- Scortichini M., 2002. Bacterial canker and decline of european hazelnut. Plant Disease, 86(7): 704-709.
- Solar A., Smole J and Stampar F., 1994. Investigations of different methods of propagation of hazelnut (*Corylus avellana* L.). Acta Horticulturae, 351: 381-386.

Effects of Pre-Harvest Methyl Jasmonate Treatments on Fruit Quality of Fuji Apples during Cold Storage

Erdal Ağlar^{1*} Burhan Öztürk²

¹Suşehri Timur Karabal Vocational School, Cumhuriyet University, Suşehri, Sivas, Turkey

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ordu University, Ordu, Turkey

Received: 15.12.2017

Accepted: 22.02.2018

Keywords:

Weight loss, *Malus x domestica*, starch index, firmness, SSC, titratable acidity

Abstract. This study was conducted to identify the effects of different doses (1120, 2240 and 4480 mg L⁻¹) of methyl jasmonate (MeJA) treatments on apple fruit quality at the cold storage. In the study, 5 year-old Fuji apple trees grafted on M9 rootstock were used. MeJA was applied to the trees three different times (2, 3 and 4 weeks before the commercial harvest date). It has been determined that the effect of MeJA treatment on weight loss during cold storage has changed depending on the concentration of MeJA. With the increase in application dosage of MeJA, the fruit fresh softening significantly delayed. The fruits treated with MeJA have higher soluble solids content (SSC) and titratable acidity during cold storage. While the fruits treated with MeJA had lower pH values, no significant effect of MeJA treatment on starch index was observed. As a result, it was determined that fruit flesh firmness loss that occurs during cold storage can be delayed by MeJA treatment.

*Corresponding author
erdalaglar@hotmail.com

Hasat Öncesi Metil Jasmonat Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Fuji Elmasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Anahtar kelimeler:

Ağırlık kaybı, *Malus x domestica*, nişasta indeksi, sertlik, SÇKM, titre edilebilir asitlik

Özet. Araştırma hasat öncesi farklı dozlarda uygulanan (1120, 2240 ve 4480 mg L⁻¹) metil jasmonatın (MeJA) soğukta muhafaza süresince Fuji elmasının meyve kalite özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Araştırmada, M9 anacı üzerine aşılı 5 yaşlı Fuji elma ağaçları kullanılmıştır. MeJA, 3 farklı zamanda (ticari hasattan 2, 3, ve 4 hafta önce) ağaçlara uygulanmıştır. Soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybı üzerine MeJA'nın etkisinin uygulama dozuna bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. MeJA uygulama dozu arttıkça, meyve etinde meydana gelen yumuşama önemli derecede geciktirilmiştir. Depolama süresince, MeJA ile muamele olan meyvelerin SÇKM ve asitlik içeriği daha yüksek bulunmuştur. MeJA ile muamele olmuş meyvelerin pH değeri düşük olmasına rağmen, nişasta indeksi üzerine MeJA uygulamalarının önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak, soğukta muhafaza süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen kaybın MeJA uygulaması ile geciktirilebileceği belirlenmiştir.

INTRODUCTION

Apple is one of the fruit species that have the highest world production. Due to its fruit qualities and the fact that it can be cultivated in many regions of Turkey, apple is preferred and consumed by the consumers throughout the year. Consumption of apples year round is possible with high-quality fruits at harvest and post-harvest storage. As with many fruit species, it is very important to maintain post-harvest quality of apple and to provide continuous supply in the market. Apple can be stored for a longer time due to its fruit characteristics. But it is not possible to maintain fruit quality as it is until the end of cold storage. In this sense, it is important to minimize fruit quality losses that occur during cold storage.

The quality losses, which occur at the cold storage, can be reduced by the preharvest (Zhang and Whitting 2011; Einhorn *et al.*, 2013; Gimenez *et al.*, 2014; Martinez-Espla *et al.*, 2014; Valverde *et al.*, 2015) and postharvest (Petracek *et al.*, 2002; Valero *et al.*, 2011; Giacalone and Chiabrando 2013; Valero *et al.*, 2014) applications.

The pre-harvest treatments improve fruit quality and have positive effects at the cold storage, while post-harvest treatments prevent potential losses in fruits during cold storage (Meheriuk *et al.*, 1995).

Due to the development of resistance by pathogens to some fungicides and food safety and environmental pollution, the alternative measures were developed in controlling of diseases at cold storage (Ragsdale and Sisler 1994). Therefore, pre-harvest treatments that can increase fruit firmness and protect fruit against diseases that may occur after harvest are in the foreground.

Previous researchers tried to reduce these postharvest losses with different growth regulators like aminoethoxyvinylglycine (Öztürk *et al.*, 2017), gibberellic acid (Ozkan *et al.*, 2016), methyl salicylate (Valverde *et al.*, 2015), lysophosphatidylethanolamine (LPE) (Özgen *et al.*, 2015), salicylic acid (Gimenez *et al.*, 2015, 2017), *Aloe vera* (Castillo *et al.*, 2010) and methyl jasmonate (Kucuker and Ozturk 2015). Methyl jasmonate (MeJA), elicitor or signalling agent involved in many physiological and biochemical processes, exists naturally in a wide range of higher plants (Creelman and Mullet 1997). It has been reported that postharvest MeJA treatment has reduced the number of stress-induced injuries during cold storage, such as chilling injury, mechanical and salt stress (Pena-Cortes *et al.*, 2005; Sayyari *et al.*, 2011).

It has been determined that MeJA treatment suppressed fungal decay, for example, grey mold rot in strawberry (Moline *et al.*, 1997), and anthracnose in tomato (Tzortzakis 2007) and loquat fruit (Cao *et al.*, 2008). Yao and Tian (2005) have determined that pre-harvest MeJA treatments reduce fungal infections caused by *Monilinia fructicola* on sweet cherry. It has also been reported that the pre-harvest MeJA treatment delayed the softening of fruit during storage (Rudell *et al.*, 2005). The studies with MeJA generally focus on postharvest treatments and the fruit firmness mechanism.

There are very few studies on pre-harvest MeJA treatments and their effects on harvested and post-harvest storage fruit quality. In this study, which had been carried out by considering this situation, the effects of pre-harvest MeJA treatments on the fruit quality during harvest and after harvest and on losses occur at cold storage have been evaluated.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material and Experimental Design

The study carried out with five year-old Fuji trees grafted on M9 rootstock was laid out as three replicates according to randomized plots trial design and there were 4 trees in each replicate. Cultural practices such as irrigation, fertilization, pruning and thinning were carried out on the trees. The trees were trained as slender spindle training system. Irrigation was carried out with double-line drip irrigation system with plumbing irrigation pipes positioned at 20 cm intervals giving 2 liters of water per hour. The study consisted of four treatments: three different concentrations of MeJA (1120, 2240 and 4480 mg L⁻¹) and control (0 mg L⁻¹). The treatments of MeJA were applied repetitively at three different times: 2, 3 and 4 weeks before commercial harvest date. During the commercial harvest, 10 kg of fruit was harvested for each repetition and 3 kg of fruit (1 kg for each repetition) was allocated for each analysis period. The fruit was harvested by hand and injured, diseased or harmed fruits were removed.

Besides measurements made during harvest, additional measurements were performed in 2nd, 4th and 6th months. All fruits were stored at 0°C and 90±5% RH for 6 months in the same storage which has normal atmosphere conditions, and quality analysis and measurements were made in 60-days intervals.

Weight Loss

Fruit weights were determined using a digital scale (± 0.01 g) (Radvag PS 4500/C/1, Poland). Weight loss was determined by the difference between the initial and final weights of each replicate during cold storage and expressed as percent.

Fruit Flesh Firmness

After the fruit peel has been removed by a cutting tool, flesh firmness (five fruits) was measured on three sides of equatorial line of each fruit using a press-mounted penetrometer (FT-327 MoCormick Fruit Tech., Yakima, ABD) with 11.1 mm tip. The values measured are expressed as Newton (N).

Soluble Solids Content, pH and Titratable Acidity

A sample of juice was taken from one piece of each of ten fruits per tree, and 3 different measurements were obtained from each replication. SSC was determined with a digital refractometer (PAL- 1, McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash) and the values had been expressed as % ($^{\circ}$ Brix). For titratable acidity (TA), 10 mL of extract was taken from each sample, 10 mL distilled water was added and the value corresponding to consumed sodium hydroxide (NaOH) during the titration with 0.1 N NaOH to increase the pH of samples to 8.1 was expressed in malic acid (g malic acid 100 mL⁻¹).

Starch Index

Samples whose fruit firmness was measured were divided into 2 equal parts and a circular slice about 1 cm thick was taken from the remaining part of the stem side and 0.5% iodized potassium iodide (IKI) solution was sprayed to the circular slice until it was completely wetted.

After about 5 minutes, the area containing the starch was stained dark blue and values were given according to the scales (1-8 scale interval, 1 = 100% blue painted, 8 = 100% starch turned into sugar) that the investigators (Blanpied and Silsby 1992) had prepared.

Statistical Analysis

The experiment was set up in 3 replications according to randomized plot trial design and there were 4 trees in each repetition and 48 trees were used in total. All statistical analyses were performed with SAS Version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Data were analyzed by analysis of variance. Mains of treatments were separated by Duncan's multiple range tests at a significance level of 0.05.

RESULTS

Weight Loss

Considering the storage times, the fruit weight loss increased in proportion to the cold storage time. It has been determined that the effect of MeJA on weight loss depends on concentration and cold storage times. On the 60th day of the cold storage, while 4480 mg L⁻¹ MeJA treatment did not affect weight loss, 1120 mg L⁻¹ MeJA treatment led to an increasing in weight loss and 2240 mg L⁻¹ MeJA treatment led to a decrease in weight loss. On the 120th and 180th day of storage, it has been observed that weight losses in control and 2240 mg L⁻¹ MeJA treatment were at the similar levels, whereas 1120 mg L⁻¹ MeJA and 4480 mg L⁻¹ MeJA doses increased weight loss (Table 1).

Table 1. Effects of pre-harvest MeJA treatments on weight loss of Fuji apples.

Çizelge 1. Fuji elmasının ağırlık kaybı üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	Weight loss (%)		
	60	120	180
Control (0 mg L⁻¹)	0.98 b	1.53 b	2.15 b
1120 mg L⁻¹ MeJA	1.53 a	2.40 a	3.27 a
2240 mg L⁻¹ MeJA	0.65 c	1.44 b	2.09 b
4480 mg L⁻¹ MeJA	1.16 b	2.17 a	2.98 a

The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

Fruit Flesh Firmness

It has been observed that with the MeJA dose increases, the softening of fruit flesh delayed. It was determined that the increase in cold storage duration caused a decrease in the flesh firmness values in all treatments. The maximum decrease in fruit firmness values at the end of the storage was found to be in the control treatment. It has been determined that MeJA treatment has a significant effect on maintaining fruit firmness at cold storage and the effect of MeJA treatment changes depending on the concentration and the effectiveness increases with increases in application concentrations (Table 2).

Soluble Solids Content (SSC)

Fruits with high SSC ratio were harvested from MeJA treated trees, but the difference in SSC at harvest between MeJA dose was not significant. Considering the cold storage durations, it was determined that the rates of SSC increased up to 120 days, and then decreased. While the MeJA application is effective in changes in SSC in storage, this effect causes the values to decrease at the 60th and 120th days of storage and increase at the end of storage (Table 3).

Table 2. Effects of pre-harvest MeJA treatments on fruit flesh firmness of Fuji apples.

Çizelge 2. Fuji elmasının meyve eti sertliği üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	Fruit flesh firmness (N)			
	Harvest	60	120	180
Control (0 mg L ⁻¹)	69.45 c	67.65 c	66.38 c	52.32 c
1120 mg L ⁻¹ MeJA	77.69 b	76.85 b	71.12 b	69.32 b
2240 mg L ⁻¹ MeJA	84.56 a	82.08 a	69.00 b	68.34 b
4480 mg L ⁻¹ MeJA	86.79 a	84.37 a	77.17 a	75.21 a

The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, P<0.05.

Table 3. Effects of pre-harvest MeJA treatments on SSC of Fuji apples.

Çizelge 3. Fuji elmasının SÇKM içeriği üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	SSC (%)			
	Harvest	60	120	180
Control (0 mg L ⁻¹)	13.7 a	14.7 a	15.5 a	13.1 b
1120 mg L ⁻¹ MeJA	13.0 b	14.1 b	14.4 b	13.7 a
2240 mg L ⁻¹ MeJA	13.1 b	13.2 c	15.8 a	13.8 a
4480 mg L ⁻¹ MeJA	12.9 b	14.0 b	14.6 b	13.7 a

The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, P<0.05.

Titrateable Acidity

When the values of measurable acidity measurements after harvest and during storage were examined, it was determined that there was no statistically a significant difference between control and treatment of 1120 mg L⁻¹ MeJA at harvest and at 60th and 120th days of storage, and only at the 180th day of cold storage a difference was observed. However, with MeJA treated at concentrations of 2240 mg L⁻¹ and 480 mg L⁻¹, it was determined that the titrateable acidity values were increased and the acid content at cold storage was maintained. As a result of the analysis during cold storage period, the increase in the duration cold storage leads to a decrease in the ratio of titrateable acidity (Table 4).

Table 4. Effects of pre-harvest MeJA treatments on titrateable acidity content of Fuji apples.

Çizelge 4. Fuji elmasının titre edilebilir asitlik içeriği üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	Titrateable acidity (% malic acid)			
	Harvest	60	120	180
Control (0 mg L ⁻¹)	0.42 b	0.37 b	0.31 b	0.23 b
1120 mg L ⁻¹ MeJA	0.41 b	0.39 b	0.30 b	0.27 a
2240 mg L ⁻¹ MeJA	0.48 a	0.45 a	0.35 a	0.30 a
4480 mg L ⁻¹ MeJA	0.52 a	0.44 a	0.36 a	0.29 a

The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, P<0.05.

pH

When it was compared to the control treatment, it has been determined that the pH values obtained at the harvest or at the end of the cold storage were lower in the fruits treated with MeJA. It has been found that an increase in the pH values of all treatments in proportion to the cold storage durations occurred and that increase was higher in the control treatment (Table 5).

Table 5. Effects of pre-harvest MeJA treatments on pH value of Fuji apples.

Çizelge 5. Fuji elmasının pH değeri üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	pH			
	Harvest	60	120	180
Control (0 mg L ⁻¹)	3.96 a	4.06 b	4.38 a	4.79 a
1120 mg L ⁻¹ MeJA	3.87 b	4.07 b	4.26 b	4.51 b
2240 mg L ⁻¹ MeJA	3.85 b	4.18 a	4.29 b	4.52 b
4480 mg L ⁻¹ MeJA	3.87 b	4.16 a	4.28 b	4.56 b

^γ 1 = 100% starch and 8 = 0% starch. The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, P<0.05.

Starch Index

In the analyses made at harvest, the effect of 1120 mg L⁻¹ MeJA on starch index was not significant, whereas with 2240 mg L⁻¹ MeJA and 4480 mg L⁻¹ MeJA, the amount of starch decreased. Retention of fruits in storage has led to an increase in the starch index. It has been determined that there were significant differences in starch index values between treatments on the 60th day of storage. The highest value was obtained by application of 2240 mg L⁻¹ MeJA, while the lowest value was recorded with 1120 mg L⁻¹ MeJA. However, no statistically significant difference was found between 4480 mg L⁻¹ MeJA and control treatments. On the 120th and 180th days of cold storage, it had been determined that there was no difference between the treatments in terms of starch quantities (Table 6).

Table 6. Effects of pre-harvest MeJA treatments on starch index of Fuji apples.

Çizelge 6. Fuji elmasının nişasta indeksi üzerine hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkisi.

MeJA treatments	Starch index ^γ			
	Harvest	60	120	180
Control (0 mg L ⁻¹)	6.0 a	7.0 b	8.0 a	8.0 a
1120 mg L ⁻¹ MeJA	6.2 a	6.3 c	8.0 a	8.0 a
2240 mg L ⁻¹ MeJA	5.5 b	8.0 a	8.0 a	8.0 a
4480 mg L ⁻¹ MeJA	4.0 c	7.3 b	8.0 a	8.0 a

^γ 1 = 100% starch and 8 = 0% starch. The means with the same letter do not differ according to Duncan's multiple range test, P<0.05.

DISCUSSION

After harvest, the weight loss due to water loss in fruit leads to significant economic losses by affecting the structure and the appearance of the fruit. In the study we have done to minimize the losses that may occur at cold storage, it was determined that the weight loss of the fruit was increased during cold storage. Similar to our results, Veravrbeke *et al.* (2003) found that an increase in postharvest cold storage duration increased the weight loss of the fruit, and that the loss varied depending on the amount of waxy layer on the fruit surface and chemical structure of the fruit. Gavalheiro *et al.* (2003) reported that the waxy layer could maintain its strength until the 90th day after harvest, and that the wax layer was damaged and the losses increased after 120 days of cold storage. In the study which was conducted with an expectation that MeJA may enhance the resistance mechanism of the plant and contribute to the amount and chemical content of the wax layer, it was observed that MeJA treatment has not been effective in preventing weight loss at cold storage. Fujita *et al.* (2006) and Wasternack (2007) reported that jasmonates (methyl jasmonate and jasmonic acid) are multifunctional compounds that play a role in critical processes associated with biotic and abiotic stress response as well as plant development. Jasmonates are able to elicit protective effects against the plant stress by reducing hydrogen peroxide (H₂O₂) and malondialdehyde (MDA) levels and increasing antioxidant capacity in plants (Maksymiec and Krupa 2002; Piotrowska *et al.*, 2009; Kovacik *et al.*, 2011; Dar *et al.*, 2015). Hentrich *et al.* (2013) have found that jasmonates promote auxin (IAA) biosynthesis. Fruit firmness is the most significant fruit quality characteristic that is effective at cold storage. Quality fruit is the first condition for maintaining fruit firmness at cold storage, but it is impossible to maintain the fruit quality obtained at harvest until the end of cold storage. The storage period can be extended by minimizing fruit firmness loss by preharvest and postharvest applications. In the study, which was carried out towards this aim, higher quality fruit at harvest has been achieved by preharvest MeJA treatment. It was determined that MeJA was effective in maintaining fruit firmness at cold storage, the effect of MeJA treatment changes depending on the concentration and the increase in concentration also increased the effectiveness. Karaman *et al.* (2013) reported that MeJA applied 2 weeks before harvest did not affect the fruit firmness, but after 28 days of the

cold storage MeJA treated plums remained firmer than controls. (Martinez-Espla *et al.*, 2014), has determined that preharvest MeJA treatments resulted in firmer fruits at time of harvest in 'Black Splendor' and 'RoyalRosa' plums.

Methyl jasmonate (MeJA) is a natural plant growth regulator with a great role played in plant growth, development and resistance to environmental stressors (Rudell *et al.*, 2002; Kondo 2005). MeJA has significant effects on physical (size, color, firmness) and chemical (pH, SSC, TA) characteristics and pigment contents of fruits (Ozturk *et al.*, 2013). JAs treatments positively effect fruit quality characteristics in many fruit (Rohwer and Erwin 2008). Perez *et al.* (1993) reported that JA stimulated carotene synthesis in tomato, and (Rudell and Mattheis 2008) have determined that exogenous JAs led to phenolic compound (anthocyanin) accumulation. Furthermore, JAs promoted volatile emission in apple (Kondo *et al.*, 2005) and has an effect on fruit quality and antioxidant capacity in blackberry (Wang *et al.*, 2009). Martinez-Espla *et al.* (2014), have reported that preharvest MeJA treatments led to fruit with higher size and weight, firmness and TA at time of harvest in 'Black Splendor' and 'RoyalRosa' plums, and the phenolic content and antioxidant activity were also higher in treated than in control fruit during the last 3 weeks of fruit development in both plum cultivars.

In the study, in which fruits with higher ratio of SSC were harvested by MeJA treatment, MeJA has had an effect on changes that occur in SSC at cold storage. It was determined that MeJA treatment increased the titratable acidity values and had an effect on maintaining the acid content at cold storage. It has been determined that the effect of MeJA on the starch index is not significant, and pH values were lower in MeJA treatment.

CONCLUSION

As a result of the study, MeJA application significantly reduced the quality losses at cold storage. With MeJA treatment, the softening of fruit is delayed significantly. As a result, it is determined that the fruit firmness loss that occurs during cold storage can be delayed by MeJA treatment.

REFERENCES

- Blanpied GD and Silsby KJ., 1992. Prediction of harvest date windows for apples. Cornell Cooperation Extension Bulletin, 2212: 1-12.
- Cao S.F., Zheng YH., Yang ZF., Tang SS and Jin P., 2008. Control of anthracnose rot and quality deterioration in

- loquat fruit with methyl jasmonate. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 88: 1598-1602.
- Castillo S., Navarro D., Zapata PJ., Guillén F, Valero D, Serrano M and Martínez-Romero D., 2010. Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57: 183-188.
- Creelman RA and Mullet JE., 1997. Biosynthesis and action of jasmonate in plants. *Ann. Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology*, 48: 355-381.
- Dar TA., Uddin M., Khan MMA., Hakeem KR and Jaleel H., 2015. Jasmonates counter plant stress: a review. *Environmental and Experimental Botany*, 115: 49-57.
- Einhorn TC., Wang Y and Turner J., 2013. Sweet cherry firmness and postharvest quality of late-maturing cultivars are improved with low-rate single applications of gibberellic acid. *HortScience*, 48: 1010-1017.
- Fujita M., Fujita Y., Noutoshi Y., Takahashi F., Narusaka Y., Yamaguchi-Shinozaki K and Shinozaki K., 2006. Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. *Curr. Opin. Plant Biology*, 9: 436-442.
- Gavalheiro OJ., Santos A., Recasens I., Larrigancliere C and Silvestre A., 2003. Quality of the portuguese Bravo de Esmolfe apple after normal cold storage or controlled atmosphere and two shelf life periods. *Acta Horticulturae*, 628: 395-400.
- Giacalone G and Chiabrando V., 2013. Modified atmosphere packaging of sweet cherries with biodegradable films *International Food Research Journal*, 20: 1263-1268.
- Gimenez MJ., Valverde JM., Valero D., Guillen F., Martinez-Romero D., Serano M and Castillo S., 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. *Food Chemistry*, 160: 226-232
- Gimenez MJ., Valverde JM., Valero D., Díaz-Mula HM., Zapata PJ., Serrano M., Moral J and Castillo S., 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees improve fruit quality at harvest and during storage. *Scientia Horticulturae*, 197: 665-673.
- Gimenez MJ., Serrano M., Valverde JM., Martínez-Romero D., Castillo S., Valero D and Guillén F., 2017. Preharvest salicylic acid and acetylsalicylic acid treatments preserve quality and enhance antioxidant systems during postharvest storage of sweet cherry cultivars. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 97: 1220-1228.
- Hentrich M., Böttcher C., DÜchting P., Cheng Y., Zhao Y., Berkowitz O., Masle J., Medina J and Pollmann S., 2013. The jasmonic acid signaling pathway is linked to auxin homeostasis through the modulation of YUCCA8 and YUCCA9 gene expression. *Plant Journal*, 74: 626-637.
- Karaman S., Ozturk B., Genc N and Celik SM., 2013. Effect of preharvest application of methyl jasmonate on fruit quality of plum (*Prunus salicina* Lindell cv. "Fortune") at harvest and during cold storage. *Journal Food Processing and Preservation*, 37: 1049-1059.
- Kondo S., Setha S., Rudell DR., Buchanan, DA and Mattheis JP., 2005. Aroma volatilebiosynthesis in apple affected by 1-MCP and methyl jasmonate. *Postharvest Biology and Technology*, 36: 61-68.
- Kovacik J., Klejdus B., Štok F., Hedbavny J and Backor M., 2011. Comparison of methyl jasmonate and cadmium effect on selected physiological parameters in *Scenedesmus quadricauda* (chlorophyta, chlorophyceae). *Journal of Phycology*, 47: 1044-1049.
- Kucuker E and Ozturk B., 2015. The effects of aminoethoxyvinylglycine and methyl Jasmonate on bioactive compounds and fruit quality of 'North Wonder' sweet cherry. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, 12: 114-119.
- Maksymiec W and Krupa Z., 2002. Jasmonate and heavy metals in Arabidopsis plants-a similar physiological response to both stressors? *Jornal of Plant Physiology*, 159: 509-515.
- Martínez-Esplá, A., Zapata PJ., Castillo S., Guillén F., Martínez-Romero D., Valero D and Serrano M., 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in twoplum cultivars. 1. Fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 98: 98-105.
- Meheriuk M., Girard B., Moys L., Beveridge HJT., McKenzie DL., Harrisson J., Weintraub S and Hocking R., 1995. Modified atmosphere packing of lapins sweet cherry. *Food Research International*, 28: 239-244.
- Moline HE., Buta JG., Saftner RA and Maas JL., 1997. Comparison of three volatile natural products for the reduction of postharvest decay in strawberries. *Advances in Strawberry Research*, 16: 43-48.
- Ozkan Y., Ucar M., Yildiz K and Ozturk B., 2016. Pre-harvest gibberellic acid (GA3) treatments play an important role on bioactive compounds and fruit quality of sweet cherry cultivars. *Scientia Horticulturae*, 211: 358-362.
- Ozturk B., Altuntas E., Yildiz K., Ozkan Y and Saracoglu O., 2013. Effect of methyl jasmonate treatments on the bioactive compounds and physicochemical quality of 'Fuji' apples. *Ciencia e Investigación Agraria*, 40: 201-211.
- Özgen M., Serçe S., Akça Y and Hong JH., 2015. Lysophosphatidylethanolamine (LPE) improves fruit size color, quality and phytochemical contents of sweet cherry cv. '0900 Ziraat'. *Korean Journal of Horticultural and Science*, 33: 196-201.
- Öztürk B., Yıldız K., Uzun S and Öztürk A., 2017. Effects of Pre-Harvest AVG Treatments on Fruit Quality of Jonagold Apple Cultivar throughout Cold Storage. *International Journal of Agricultural and Wildlife Siences*, 3(1): 1-5.
- Pena-Cortés H., Barrios P., Dorta F., Polanco V., Sánchez C., Sánchez E and Ramírez I., 2005. Involvement of jasmonic acid and derivatives in plant responseto pathogen and insects and in fruit ripening. *Journal Plant of Growth*

- Regulation, 23: 246-260.
- Pérez AG., Sanz C., Richardson DG and Olías JM., 1993. Methyl jasmonate vapour promotes β -carotene synthesis and chlorophyll degradation in goldendelicious apple peel. *Journal of Plant Growth Regulation*, 12(3): 163-167.
- Petracek PD., Joles DW., Shirazi A and Cameron AC., 2002. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. 'Sams') fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 259-270.
- Piotrowska A., Bajguz A., Godlewska-Zytkiewicz B., Czerpak R and Kaminska M., 2009. Jasmonic acid as modulator of lead toxicity in aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae). *Environmental and Experimental Botany*, 66: 507-513.
- Ragsdale NN and Sisler HD., 1994. Social and political implications of managing plant diseases with decreased availability of fungicides in the United States. *Annual Review of Phytopathology*, 32, 545-557.
- Rohwer CL and Erwin GE., 2008. Horticultural application of jasmonates. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83: 283-304.
- Rudell DR and Mattheis JP., 2008. Synergism exists between ethylene and methyljasmonate in artificial light-induced pigment enhancement of 'fuji' apple fruit peel. *Postharvest Biology and Technology*, 47(1): 136-140.
- Rudell DR., Mattheis JP., Fan X and Fellman JK., 2002. Methyl jasmonate enhances anthocyanin accumulation and modifies production of phenolics and pigments in 'Fuji' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127: 435-441.
- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Martínez-Romero D., Guillén F., Serrano M and Valero D., 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyljasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry*, 124: 964-970.
- Tzortzakakis NG., 2007. Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. *Crop Protection*, 26: 1507-1513.
- Valero D., Diaz-Mula HM., Zapata PJ., Castillo S., Guillen F., Martínez-Romero D and Serrano M., 2011. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 5483-5489.
- Valero D., Mirdehghan SH., Sayyari M and Serrano M., 2014. Vapor treatments, chilling, storage, and antioxidants in pomegranates. In: Preedy, V.R. (Ed.), *Processing and Impact on Active Components in Food*. Academic Press, London, pp. 189-196.
- Valverde JM., Giménez MJ., Guillén F., Valero D., Martínez-Romero D and Serrano M., 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 109: 106-113.
- Wang K., Jin P., Cao S., Shang H., Yang Z and Zheng Y., 2009. Methyl jasmonate reduces decay and enhances antioxidant capacity in Chinese bayberries. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57: 5809-5815.
- Wasternack C., 2007. Jasmonates: an update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. *Annals of Botany*, 100: 681-697.
- Veravrbek EA., Verboven P., Oostveldt P and Nicolai BM., 2003. Prediction of moisture loss across the cuticle of apple (*Malus sylvestris* supsp. *Mitis* (Wallr.) during storage: part 2. Model simulations and practical applications. *Postharvest Biology and Technology*, 30: 89-97.
- Yao HJ and Tian SP., 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 35: 253-262.
- Zhang C and Whitting M., 2011. Pre-harvest foliar application of prohexadione-Ca and gibberellins modify canopy source-sink relations and improve quality and shelf-life of 'Bing' sweet cherry. *Plant Growth Regulation*, 65: 145-156.

Bazı Çilek Çeşitlerinde Kök Bakterisi Uygulamalarının Meyve Verimi ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri^a

Zarife Ağgün¹ Mustafa Kenan Geçer^{1*} Rafet Aslantaş²

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Iğdır
²Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

Geliş tarihi (Received): 24.04.2018

Kabul tarihi (Accepted): 05.06.2018

Anahtar kelimeler:

Çilek, kök bakterisi, meyve özellikleri

Özet. Bu çalışma farklı kök bakterilerinin (Azot-1, Azot-2, Fosfor-1, Fosfor-2, Azot+Fosfor), 3 çilek çeşidinde (Albion, San Andreas ve Monterey) verim ve bazı meyve özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada bakteri uygulamalarından meyve verimi üzerine en etkili sonuç 99.88 g bitki⁻¹ ile Fosfor-1 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulaması sonucunda çeşitler arasında en yüksek verim, 93.02 g bitki⁻¹ ile San Andreas çeşidinden elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları bakımından, en yüksek meyve sayısı 3.48 adet bitki⁻¹ ile Azot-1 uygulamasından elde edilmiştir. Bunun yanında en fazla meyve sayısı 4.28 adet bitki⁻¹ ile Monterey çeşidindeki Azot-1 grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarında ortalama meyve ağırlığı bakımından, en yüksek sonucu 30.17 g meyve⁻¹ ile Fosfor-2 uygulaması vermiştir. Aynı şekilde en yüksek ortalama meyve ağırlığı 32.38 g meyve⁻¹ ile San Andreas çeşidinde Fosfor-2 uygulamasında belirlenmiştir. Suda çözünür kuru madde içeriği açısından bakteri uygulamalarından en yüksek değer %10.02 ile Azot-1 uygulamasında belirlenmiştir. Fosfor-2 uygulamasında en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı %10.98 ile Monterey çeşidinde elde edilmiştir. Bakteri uygulamaları sonucu en yüksek pH değere 3.97 ile Azot-2 uygulamasından ulaşılmıştır. İncelenen çilek çeşitleri arasında en yüksek pH 9.92 ile Albion çeşidinde kontrol grubundan elde edilmiştir. Bakteri uygulamalarında en yüksek titre edilir asitlik %0.92 ile Fosfor-2 uygulamasında belirlenmiştir. Çilek çeşitlerinde ise en fazla titre edilir asit %1.18 ile San Andreas çeşidinde Fosfor-2 uygulamasından elde edilmiştir. Çalışma sonucunda incelenen parametreler bakımından kök bakterisi uygulamalarının verim ve kalite yönünden faydalı olacağı düşünülmektedir.

*Sorumlu yazar

mkenangeceer@hotmail.com

The Effects on Fruit Yield and Fruit Properties of Plant Growth Promoting Bacteria Applications on Some Strawberry Cultivars

Keywords:

Strawberry, plant growth promoting bacteria, fruit properties

Abstract. This study was conducted to investigate the effect of different plant growth promoting bacteria (Nitrogen-1, Nitrogen-2, Phosphor-1, Phosphor-2, Nitrogen+Phosphor) on yield and some fruit characteristics of three strawberry cultivars (Albion, San Andreas, and Monterey). Among bacteria applications, phosphor-1 gave the highest yield amount with an average of 99.88 g plant⁻¹. The highest yield amount was recorded for San Andreas cultivar (93.02 g plant⁻¹). In fruit number, nitrogen-1 application produced the highest value (3.48 number plant⁻¹). Besides, the highest fruit number was obtained by applying Nitrogen-1 to Monterey cultivar with 4.28 number plant⁻¹. Phosphor-2 among bacteria applications provided the best result in fruit index (30.17 g/fruit). Similarly, the highest value of the fruit index was also obtained from San Andreas cultivar with the same application. The best soluble solid content (10.02%) was achieved with Nitrogen-1 application. Among the strawberry cultivars, Monterey cultivar gave the highest level of soluble solid content (10.98%). The highest pH value of 3.97 was obtained for Nitrogen-2 application. The highest pH value of 9.92 was possible with the control group in Albion cultivar. In titrable acidity, the highest value of 0.92% was obtained by Phosphor-2 application. The highest titrable acidity value (1.18%) was achieved by applying Phosphor-2 to San Andreas cultivar. As a result of the study, root bacterium applications are thought to be beneficial in terms of yield and quality.

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria vesca* L.) çok geniş ekolojik sınırlar içerisinde yetiştirilebilen, güzel görünümü, rengi, kokusu ve lezzeti ile albenisi yüksek olan ve üretimi giderek artan bir meyve türüdür (Ağaoğlu 1986). Taze tüketiminin yanında reçel, marmelat, dondurma, pasta, yoğurt, süt ürünleri, alkollü ve alkolsüz içkilerde ham maddesi olarak kullanılan, özellikle ilkbaharda pazarda tüketici tarafından aranılan ve yüksek fiyatlarla satışa sunulan meyvesinin, C vitamini, mineral madde içeriğinin yüksek oluşu ve lezzetinin yanında yüksek albenisi ile tüketicinin ilgisini çekmektedir (Konarlı 1986; Hancock 1999; Cengiz 2007; Ağaoğlu ve Gerçekçioğlu 2013).

Çilek, sindirimin kolaylaştırılmasında büyük rolü olan selüloz içeriği bakımından da zengindir (Türemiş ve ark., 2000). İçeriğindeki ellajik asit ve yüksek antioksidan kapasitesi açısından kanseri engellediği açıklanmıştır (Kosar et al., 2004).

Çilek üretiminde bitki gelişimi, meyve verimi ve kalitesi açısından istenilen sonuçlara ulaşabilmenin yolu kaliteli fide kullanımı, uygun çeşit seçimi, dikim zamanı, toprak hazırlığı, bitkide stres oluşturan yüksek sıcaklıkların etkisinin değişik uygulamalarla azaltılması, gübreleme ve sulama gibi faktörlerin iyi ve dengeli planlanması çok önemlidir (Ağaoğlu 1986; Öztürk ve Demirsoy 2004). Bunun yanında gübreleme ve diğer kültürel işlemlerin etkinliğini arttırabilecek bitki büyüme ve gelişmesini artırıcı humik ve fulvik asitler içeren bitki büyümesini teşvik edici ve toprak düzenleyicisi kök bakterilerinin de kullanılması önemli faydalar sağlayacaktır. Bazı kök bakterileri, bitkilerde gelişmeyi artırıcı veya biyokontrol ajanı olarak ya da her iki şekilde de davranarak bitkiler üzerinde yararlı etkide bulunurlar (Romerio 2000).

Günümüzde kök bölgesinde kendiliğinden oluşan ve bitki kök kısımları ile faydalı etkileşim içinde bulunan mikroorganizmaların önemi zamanla artmaktadır. Bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin (Plant Growth Promoting Rhizobacteria –PGPR-) antagonistik etkilerinin yanında, bitki gelişimi ve veriminde artış sağlayarak önemli yere sahip oldukları bildirilmiştir (Altın ve Bora 2005).

Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler; tohumun çimlenmesi, kök gelişimi, bitkinin sudan yararlanması, büyüme hormonlarının üretilmesi, faydalı mikroorganizmalar lehine kök bölgesinde mikrobiyal dengeyi değiştirmesi, mineral madde oranını düzenleyerek dolaylı olarak bitki gelişimini etkilemesi, bakteriyel ve fungal hastalıkları engellemesi, viral hastalıklara karşı koruma görevi üstlenmektedir (Siddiqui 2006).

Toprak bakterileri bitki gelişiminde patojen mikroorganizmaların bazı zararlı etkilerini engelleyerek dolaylı olarak veya mikroorganizma tarafından üretilen ve kök bölgesinde besinlerin alımını kolaylaştıran bir bileşiği sentezleyerek doğrudan etkili olabilmektedirler (Bayrak ve Ökmen 2014).

Bitki gelişmesini uyaran kök bakterilerinin (PGPR) mekanizmaları tam açıklanmamasına rağmen, biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı direnç sağlayarak, bitkinin kök aktivitesi üzerine olumlu etkide bulunmak suretiyle besin elementi alınımını arttırmaktadırlar (Lucy et al., 2004).

Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri (PGPR) kök bölgesini yaşam alanı edinen toprak bakterileri bitki gelişimini direkt ve in direkt teşvik edebilmektedirler. Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri atmosferdeki serbest bulunan azotu tutup, fosforu çözen, enzim ve fitohormon üreterek bitkiler için yararlı olmalarını sağlamaktadır. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin bitkisel üretimde biyolojik gübre olma özelliği yanında biyolojik kontrol ajanı olma özelliğine sahip oldukları belirtilmiştir (İmriz ve ark., 2014).

Bu çalışmada, üç farklı çilek çeşidinde (Albion, San Andreas ve Monterey) kontrole kıyasla 5 farklı kök bakterisi uygulanmasının (Azot-1, Azot-2, Fosfor-1, Fosfor-2, Azot+Fosfor) meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme İğdır merkeze bağlı Hoşhaber beldesinde kurulmuştur. Bu çalışmada Albion, San Andreas ve Monterey çilek çeşitleri kullanılmıştır. Uygulama; Kontrol grubu, azot fikse eden *Bacillus amyloligvefaciens* - MFD6 (Azot 1) ve *Pseudomonas vesicularis* - MFD13 (Azot 2), fosfor çözücü *Bacillus viscosus* - Hv26 (Fosfor 1) ve *Bacillus megaterium* - Hk12 (Fosfor 2) ve Azot + Fosfor çözücü *Pseudomonas putida* - MFD3 bakterileri kullanılarak altı şekilde planlanmıştır. Çalışmada yer alan bakteriler İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü bakteri koleksiyonundan temin edilmiştir. Çalışma alanına ait toprak özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Dekara 3-4 ton ahır gübresi ile gübreleme yapılmıştır. Hazırlanmış olan masuralara damla sulama sistemi kurulmuş ve yastıkların üzeri siyah malç ile örtülmüştür. 6 Nisan 2015 tarihinde frigo fideler kullanılarak sıra arası ve üzeri 35X35 cm olacak şekilde üçgen dikim sisteminde fide dikimi yapılmıştır. -80 °C'de muhafaza edilen bakteriler, nutrient besi ortamına ekilerek 26 °C'de 3 gün inkübe edilmiştir.

Gelişen kültürler 100_p alınarak içinde nutrient broth bulunan ortama aktarılmış ve bir gece çalkalayıcıda inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrası gelişen bakteri solüsyonunun 100 ml'si 1000 ml'ye tamamlanarak seyreltilmiş ve inokulum yoğunluğu 107 cfu 1 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulamadan önce solüsyona bakterinin tutunmasını sağlamak amacıyla sukroz ilave edilmiştir. Bitki kökleri hazırlanan bakteri solüsyonlarında 1 saat süreyle bekletildikten sonra dikimi yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme yerinin toprak özellikleri.

Table 1. Soil properties of work place.

Özellik	Değer
Derinlik (cm)	0- 20/20- 40
Tekstür	Killi-Tınlı
pH	8.12/8.08
Tuz (%)	1.6/1.8
Kireç (%)	11.56/12.38
Organik Madde (%)	1.60
N (%)	0.1
P (ppm)	3.2/3.9
K (ppm)	126/136
Fe (ppm)	3.94
Mn (ppm)	4.9
Zn (ppm)	0.27
Cu (ppm)	2.33

Verim Miktarı

Her uygulamadaki meyveler hasat edilerek ve toplam verim miktarı g bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Meyve Sayısı

Hasat edilen meyveler sayılarak ve parselde bulunan bitki sayısına bölünerek bitki başına düşen meyve sayısı adet bitki⁻¹ şeklinde hesaplanmıştır.

Ortalama Meyve Ağırlığı

Verim miktarları meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı g meyve⁻¹ belirlenmiştir.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Hasat sonrası şansa bağlı olarak seçilen beş meyve ezilerek suyu alınmış ve dijital refraktometre (Model HI-96801Hanna, German) yardımıyla suda çözünür kuru madde miktarları % olarak belirlenmiştir.

Titre Edilebilir Asitlik

Titre edilebilir asitlik Kılıç ve ark. (1991)'e göre titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir.

Meyve pH'sı

Meyve suyu pH'sı, pH metrenin (Hanna-HI 98103) elektrot ucu meyve suyu içinde kalacak şekilde konulmuştur. Ekranda görünen değer sabit hale gelince kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Üzerinde durulan özelliklere ilişkin tanıtıcı istatistikler ($X \pm S_x$) standart hata olarak ifade edilmiştir. Üç tekerrürlü ve her tekerrürde altı bitki olarak yürütülen çalışma sonucunda elde edilen veriler tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseni temel alınarak Varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler IBM SPSS 23 paket programı ile analiz edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Verim Miktarı

Bakteri uygulamalarının verim miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Bakteri uygulamalarında en yüksek meyve verimi 99.88 g bitki⁻¹ ile Fosfor-1 uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri uygulaması sonucunda incelenen çeşitler arasında en yüksek verim 93.02 g bitki⁻¹ ile San Andreas çeşidinde belirlenmiştir. Bakteri uygulamaları bakımından; Azot-1 uygulaması ile en yüksek verim 115.59 g bitki⁻¹ ile Monterey çeşidinden elde edilirken, Azot-2 uygulamasında en yüksek verim 79.69 g bitki⁻¹ ile Albion çeşidinden sağlanmıştır. Fosfor-1 uygulaması sonucu en yüksek verim 110.84 g bitki⁻¹ ile Monterey çeşidinden sağlanırken, Fosfor-2 uygulamasında en yüksek verim 80.95 g bitki⁻¹ ile San Andreas çeşidinden sağlanmıştır. Bakteri kombinasyonları sonucu (Azot+Fosfor) en yüksek bitki başına verim de 79.45 g ile San Andreas çeşidinden sağlanmıştır.

Fern çilek çeşidinde bitki başına en yüksek meyve verimi 99.68g ile *B. pumilus* RC23 + *P. agglomerans* RCYE58 uygulamasından elde edilmiştir (Tuzlacı 2014). Özbay (2016) Albion çilek çeşidinde meyve veriminin 277.4 g bitki⁻¹ olduğunu belirlemiştir. Kılıç (2016) Sera ve sera + tünel uygulamaları sonucunda, Albion çeşidinden 134.87 g bitki⁻¹ verim elde etmiştir. Ateş

Çizelge 2. Bakteri uygulamalarının meyve verimi üzerine etkileri (g bitki⁻¹).

Table 2. Effects of bacteria applications on fruit yield (g plant⁻¹).

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	64.11±19.47	127.99±32.38	73.45±18.46	88.52±15.70 ^{B*}
Azot 1	67.60±25.70	94.72±15.99	115.59±35.80	92.64±15.21 ^{AB}
Azot 2	79.69±8.37	79.25±13.37	57.03±23.23	71.99±8.93 ^B
Fosfor 1	93.04±12.00	95.77±7.21	110.84±39.44	99.88±12.40 ^A
Fosfor 2	74.73±17.67	80.95±12.32	70.57±7.46	75.42±6.75 ^B
Azot	+ 52.05±6.55	79.45±21.10	78.95±2.99	70.15±7.87 ^B
Fosfor				
Çeşit	71.87±6.42	93.02±7.68	84.41±10.06	

*: Aynı sütunda farklı harf taşıyan bakteri uygulama ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

(2015) Ekoflora, Mog, Bio-One, Ferbanat L ve Bioplasma gübreleri ile farklı malç uygulamalarında organik çilek üretiminde Monterey çeşidinde 700 g bitki⁻¹ ve Albion çeşidinde 740 g bitki⁻¹ verim elde etmiştir. Aromas çilek çeşidinde, Alcaligenes 637Ca bakteri uygulaması % 47 oranında bitki başına verimi artırırken ortalama meyve ağırlığını %17.7 oranında yükseltmiştir (İpek ve ark., 2009).

Fern çilek çeşidinde, *Bacillus* OSU-142 bakterisi ve sıvı humik asit uygulamaları sonucunda özellikle verim ve verim unsurları üzerine negatif yönlü etkide bulunduğu belirlenmiştir (Pehlivan 2007).

Meyve Sayısı

Meyve sayısı üzerine bakteri uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Bakteri uygulamalarıyla en fazla meyve sayısına 3.48 adet bitki⁻¹ ile Azot-1 uygulamasında ulaşılmıştır. Çeşitler arasında ise bakteri uygulaması sonucu en yüksek meyve sayısı 3.10 adet bitki⁻¹ ile San Andreas çeşidinden elde edilmiştir.

Bakteri uygulamalarında en çok meyve sayısı 4.28 adet bitki⁻¹ ile Monterey çeşidinin Azot-1 grubundan elde edilmiş, Azot-2 uygulamasında ise en yüksek meyve sayısı 2.94 adet bitki⁻¹ ile Albion çeşidinde belirlenmiştir. Fosfor-1 uygulaması sonucu en yüksek meyve sayısı 3.33 adet bitki⁻¹ ile Monterey ve San Andreas çeşitlerinden elde edilirken, Fosfor-2 uygulamasında en yüksek meyve sayısı 2.50 adet bitki⁻¹ ile San Andreas ve Albion çeşitlerinden sağlanmıştır. Bakteri kombinasyonları sonucu (Azot+Fosfor) en yüksek meyve sayısı da 2.67 adet bitki⁻¹ ile Monterey çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 3. Bakteri uygulamalarının meyve sayısı üzerine etkileri (adet bitki⁻¹).

Table 3. Effects of bacteria applications on fruit number (number plant⁻¹).

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	2.33±0.63	4.17±0.53	2.39±0.47	2.96±0.41
Azot 1	2.83±0.76	3.33±0.54	4.28±1.29	3.48±0.51
Azot 2	2.94±0.39	2.61±0.31	2.44±0.99	2.66±0.33
Fosfor 1	3.28±0.64	3.33±0.25	3.33±0.68	3.31±0.28
Fosfor 2	2.50±0.26	2.50±0.00	2.44±0.06	2.48±0.08
Azot + Fosfor	2.44±0.36	2.66±0.50	2.67±0.17	2.59±0.19
Çeşit	2.72±0.20	3.10±0.20	2.92±0.31	

Ortalama Meyve Ağırlığı

Ortalama meyve ağırlığı üzerine bakteri uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Bakteri uygulamaları ile en yüksek ortalama meyve ağırlığını 30.17 g meyve⁻¹ ile Fosfor-2 uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitler arasında ise uygulamalar bakımından en yüksek

ortalama meyve ağırlığı San Andreas çeşidinde (29.79 g meyve⁻¹) belirlenmiştir. Bakteri uygulamaları açısından; en yüksek meyve ağırlığı Fosfor-2 uygulamasında 32.38 g meyve⁻¹ ile San Andreas, Fosfor-1 uygulamasında 31.18 g meyve⁻¹ ile Monterey çeşidinden elde edilmiştir. Azot-1 uygulamasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı 28.74 g meyve⁻¹ ve Azot-2 uygulamasında 30.30 g meyve⁻¹ ile San Andreas çeşidinden sağlanmıştır. Bakteri kombinasyonları sonucu (Azot+Fosfor) en yüksek ortalama meyve ağırlığı 29.92 g meyve⁻¹ ile Monterey çeşidinde tespit edilmiştir.

Bakteri uygulamaları sonucunda en yüksek ortalama meyve ağırlığı Fern çilek çeşidinde 6.70 g ile *S. acidaminiphila* RCYE47 uygulamasında belirlenmiştir (Tuzlacı 2014).

Çizelge 4. Ortalama meyve ağırlığı üzerine bakteri uygulamalarının etkisi (g meyve⁻¹).

Table 4. Effects of bacteria applications on fruit yield (g plant⁻¹).

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	27.98±4.25	29.14±3.03	29.89±3.52	29.22±1.99
Azot 1	21.75±3.99	28.74±2.09	26.90±0.21	25.80±1.67
Azot 2	27.39±1.29	30.30±2.84	22.43±5.62	26.71±2.19
Fosfor 1	29.43±2.72	28.82±6.93	31.18±5.25	29.81±2.80
Fosfor 2	29.25±4.01	32.38±4.93	28.87±2.87	30.17±2.09
Azot + Fosfor	21.63±2.31	28.71±3.22	29.92±2.65	26.75±1.89
Çeşit	26.24±1.38	29.79±1.18	28.20±1.48	

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Çeşitler bakımından bakteri uygulamalarının suda çözünür kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Bakteri uygulamalarında en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı %10.02 ile Azot-1 uygulamasında ölçülmüştür. Çeşitler arasında ise en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı %10.22 ile Monterey çeşidinde belirlenmiştir.

Bakteri uygulamaları bakımından; en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı Fosfor-2 uygulamasında %10.98 ile Monterey, Fosfor-1 uygulamasında %9.89 ile yine Monterey çeşidinde elde edilmiştir. Azot-1 uygulaması ile en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı %10.54 ile Albion, Azot-2 uygulamasında ise %10.21 ile Monterey çeşidinden belirlenmiştir. Bakteri kombinasyonları sonucu (Azot+Fosfor) en yüksek suda çözünür kuru madde miktarı %10.22 ile Monterey çeşidinden elde edilmiştir.

Kandemir (2016) bazı çilek çeşitlerinin Karadeniz Bölgesi'nde (Samsun), örtüaltında performanslarının belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu araştırmada suda çözünür kuru madde içeriğini en yüksek Monterey and Albion (% 6.8-6.5) çeşitlerinden elde etmiştir.

Fern çilek çeşidinde en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı *P. polymyxa* RCYE283 uygulamasından (%23.07) elde edilmiştir (Tuzlacı 2014).

Çizelge 5. Suda çözünür kuru madde üzerine bakteri uygulamalarının etkisi (%).

Table 5. Effects of bacteria applications on soluble solid content (%).

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	10.34±0.69	8.60±0.56	10.16±0.23	9.70±0.38
Azot 1	10.54±0.92	9.03±0.27	10.43±0.70	10.02±0.42
Azot 2	10.00±0.23	9.63±0.85	10.21±1.03	9.95±0.40
Fosfor 1	9.46±0.20	8.35±0.35	9.89±0.69	9.23±0.33
Fosfor 2	9.08±0.38	9.76±0.27	10.98±1.71	9.94±0.37
Azot + Fosfor	9.80±0.55	10.01±0.24	9.68±0.53	9.83±0.02
Çeşit	9.87±0.23A*	9.23±0.22B	10.22±0.26A	

*: Aynı satırda farklı harfle gösterilen çeşit ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Meyve pH'sı

Çeşitler bakımından bakteri uygulamalarının pH üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). pH yönünden, bakteri uygulamalarından en yüksek sonucu 3.97 ile Azot-2 uygulaması vermiştir. Çeşitler arasında ise bakteri uygulaması sonucu en yüksek pH değeri Monterey çeşidinden (3.99) alınmıştır.

Ayrıca en yüksek pH değeri 9.92 ile Albion çeşidinde ve kontrol grubundan elde edilmiştir. Uygulamaları bakımından; en yüksek pH 3.94 ile Azot-1 uygulamasında Monterey çeşidinde, Azot-2 uygulamasında pH 4.07 ile Monterey çeşidinde sağlanmıştır. pH değerleri Fosfor-1 uygulamasında 3.92 ile Monterey çeşidinde, Fosfor-2 uygulamasında 3.99 ile Monterey çeşidinde ve Azot+Fosfor kombinasyonları sonucu 3.98 ile Monterey çeşidinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 6. pH üzerine bakteri uygulamalarının etkisi.

Table 6. Effects of bacteria applications on pH.

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	9.92±0.08	3.84±0.04	4.02±0.04	3.92±0.04
Azot 1	3.89±0.05	3.91±0.05	3.94±0.07	3.92±0.03
Azot 2	3.94±0.07	3.90±0.05	4.07±0.08	3.97±0.04
Fosfor 1	3.79±0.01	3.82±0.05	3.92±0.04	3.84±0.03
Fosfor 2	3.86±0.01	3.86±0.02	3.99±0.06	3.90±0.03
Azot + Fosfor	3.91±0.02	3.85±0.03	3.98±0.03	3.91±0.02
Çeşit	3.88±0.02B*	3.87±0.02B	3.99±0.02A	

*: Aynı satırda farklı harfle gösterilen çeşit ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Titre Edilebilir Asitlik

Titre edilir asit üzerine bakteri uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Bakteri uygulamalarıyla en yüksek asitlik değerini %0.92 ile Fosfor-2 uygulaması vermiştir. Çeşitler arasında ise en yüksek asitlik %0.83 ile Monterey çeşidinde belirlenmiştir.

Bakteri uygulamaları değerlendirildiğinde en yüksek asitlik değerleri ise Azot-1 uygulamasında %0.87 ile Monterey, Azot-2 uygulamasında %0.95 ile San Andreas, Fosfor-1 uygulamasında %0.91 ile Monterey, Fosfor-2 uygulamasında %1.18 ile San Andreas ve Azot+Fosfor kombinasyonunda %0.83 ile Albion çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 7. Titre edilir asitlik üzerine bakteri uygulamalarının etkisi (%).

Table 7. Effects of bacteria applications on titrable acidity (%).

	Albion	San Andreas	Monterey	Bakteri
Kontrol	0.83±0.04 ^{ax}	0.83±0.03 ^{AB}	0.80±0.02 ^{aA}	0.82±0.02
Azot 1	0.69±0.11 ^{aA}	0.69±0.02 ^{AB}	0.87±0.04 ^{aA}	0.76±0.04
Azot 2	0.83±0.05 ^{aA}	0.95±0.07 ^{AB}	0.78±0.08 ^{aA}	0.85±0.04
Fosfor 1	0.79±0.04 ^{aA}	0.69±0.05 ^B	0.91±0.12 ^{aA}	0.80±0.05
Fosfor 2	0.75±0.06 ^{aA}	1.18±0.07 ^{aA}	0.84±0.10 ^{aA}	0.92±0.08
Azot + Fosfor	0.83±0.06 ^{aA}	0.72±0.05 ^{AB}	0.74±0.07 ^{aA}	0.76±0.04
Çeşit	0.79±0.02	0.83±0.05	0.83±0.03	

x: Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan çeşit ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

y: Aynı sütunda farklı büyük harf taşıyan uygulama ortalamaları arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

SONUÇ

İğdir ili sahip olduğu mikroklima özellikleri sayesinde diğer birçok meyve türünde olduğu gibi çilek üretiminde de önemli bir zenginliğe sahiptir. Bu avantajı ile çilek fidesi üretimi, fide gelişimi ve meyve verimi bakımından herhangi bir olumsuzluk yaşanmamaktadır. İlkbahar döneminde erkencilik sayesinde diğer illerde çileğin olmadığı aralıkta ve güz döneminde pazarda çileğin sonlandığı zaman diliminde ürün elde etme imkânı bulunmaktadır. Bu çalışma ile de sahip olunan avantajlara ilave olarak kök bakterisi uygulamalarının çilekte meyve verimi ve kalitesi üzerinde faydalı etkilerin olacağı anlaşılmıştır. Bu iklime uygun çeşit seçimi, dikim zamanı ve yöntemi, gübreleme ve diğer kültürel işlemlerin düzenli olarak sürdürülmesinin yanında büyüme ve gelişme bakımından önemli olan kök bakterilerinin kullanılmasının da bitki gelişimi, meyve verimi ve meyve kalitesini artırmadaki etkisinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu YS., 1986. Üzümsü Meyveler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 984, Ankara.
- Ağaoğlu YS ve Gerçekçioğlu R., 2013. Üzümsü Meyveler. Tomurcuk Bağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No:1, Ankara.
- Altın N ve Bora T., 2005. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri, Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15(2): 87-103.
- Ateş S., 2015. Nevşehir ili organik çilek yetiştiriciliğinde kullanılabilir farklı gübre ve malç materyallerinin

- verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bayrak D ve Ökmen G., 2014. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1): 1-13.
- Cengiz Ö., 2007. Erzurum şartlarında yetiştirilen çileğin verim ve kalitesinin sezon içerisindeki değişimi ve bu özelliklerin iklim verileri ile ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hancock JF., 1999. *Strawberries*. CABI Pub, Oxon, UK ; New York, NY, USA, 237p.
- İmriz G., Özdemir F., Topal İ., Ercan B., Taş MN., Yakışır E ve Okur O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*. 12(2): 1-19.
- İpek M., Pırlak L., Eşitken A., Dönmez MF ve Şahin F., 2009. Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim ve Gelişme Üzerine Etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Kahramanmaraş.
- Kandemir A., 2016. Bazı çilek çeşitlerinin örtü altında performanslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kılıç O., Çopur OU ve Görtay Ş., 1991. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Notları 7: 143, Bursa.
- Kılıç F., 2016. Kayseri ili Tomarza ilçesinde kısa gün ve gün nötr çilek çeşitlerinin yetiştiriciliği. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Konarlı O., 1986. Çilek. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 12, Yalova.
- Kosar M., Kafkas E., Paydas S and Başer KHC., 2004. Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 1586-1589.
- Lucy M., Reed E and Glick BR., 2004. Applications of free living plant growth-promoting Rhizobacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 86(1): 1-25.
- Öztürk A ve Demirsoy L., 2004. Değişik gölgeleme uygulamalarının Camarosa çilek çeşidinde verim ve büyüme üzerine etkileri. *Bahçe*, 33(1-2): 39-49.
- Pehlivan M., 2007. Farklı dozlarda sıvı humik asit uygulamaları ile bakteri (Bacillus OSU-142) uygulamalarının Fern çilek çeşidinde verim, verim unsurları, bitki gelişimi, meyve kalitesi ile bitki besin elementi içerikler üzerine etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Romerio RS., 2000. Preliminary Results on PGPR Research at The Universidade Federal de Viçosa, Brazil. Fifth International PGPR Workshop, 29 October - 3 November, Cordoba-Argentina.
- Siddiqui ZA., 2006. PGPR: Biocontrol and Biofertilization, Chapter 4. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. Springer Books, pp. 111-142.
- Tuzlacı Hİ., 2014. Bitki gelişimini teşvik edici bazı bakteri uygulamalarının örtü altı ve açık çilek yetiştiriciliğinde kullanıma imkânları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Türemiş N., Özgüven AI ve Paydaş S., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. TUBİTAK, TARP yayınları, Adana.

Determination of the Genetic Variation within the Egg Parasitoid, *Trichogramma brassicae*, Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Populations in Düzce Province, Turkey

Abdurrahman Sami Koca* Mustafa İmren Halil Kütük

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

Received: 15.02.2018

Accepted: 17.04.2018

Keywords:

Trichogramma brassicae, egg parasitoid, genetic variation, Düzce

Abstract. Members of *Trichogramma* genus are the most widely used as natural enemies in biological control programs. Choice of natural enemies is known to have a critical important for the succession of biological control. Their morphologic identification has some bottlenecks as laborious, time-consuming and mostly based on very small structures of the bodies. Molecular techniques have been widely used for detection, discrimination, phylogenetic analysis, identification and characterization in biological control agents belong to *Trichogramma spp.* In this study, the efficacy of the direct sequencing analysis of internal transcribed spacer locus of rDNA was investigated for analyzing the genetic variation within nine *Trichogramma brassicae* population from corn growing areas in Düzce province. The comparison of the sequences was performed with other ITS2 locus of *Trichogramma* species available in GenBank database. The result of analyses indicated that no genetic variation was determined in the Düzce population.

*Corresponding author

a.samikoca@yahoo.com.tr

Yumurta Parazitoiti, *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin Düzce İlindeki Popülasyonları İçerisindeki Genetik Varyasyonların Belirlenmesi

Anahtar kelimeler:

Trichogramma brassicae, yumurta parazitoiti, genetik varyasyon, Düzce

Özet. *Trichogramma* türleri, biyolojik mücadele programlarında en çok kullanılan doğal düşmanlardandır. Doğal düşmanın seçiminin, biyolojik kontrolün başarısı açısından kritik bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Bu cinse bağlı türlerin morfolojik teşhisleri zahmetli olmaları, zaman kaybı oluşturmaları ve vücut yapılarının oldukça küçük boyutlarda olmasına bağlı olarak problem oluşturmaktadır. Moleküler teknikler, *Trichogramma* cinsine ait biyolojik kontrol ajanlarında tespit etme, ayırt etme, filogenetik analiz, tanımlama ve karakterizasyon için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Düzce ilinde mısır yetiştirilen alanlardan elde edilen dokuz *Trichogramma brassicae* popülasyonunun genetik varyasyon analizi için rDNA'nın ITS bölgesinin doğrudan sekanslama analizinin etkinliği araştırılmıştır. Sekansların karşılaştırılması, GenBank veri tabanında mevcut olan *Trichogramma* türlerinin ITS2 bölgeleri ile gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, Düzce popülasyonlarında genetik varyasyonun tespit edilmediğini göstermiştir.

INTRODUCTION

The genus *Trichogramma* belongs to the *Trichogrammatidae* family, which comprises of 80 genera and about 620 species. (Pinto and Stouthamer 1994). *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) species which are egg parasitoids have been used as biological control agents for more than 100 years and these species are polyphagous egg parasitoids on ten insect orders, containing Diptera, Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera and Hymenoptera (Smith 1996).

Among the 180 *Trichogramma* species identified, the 70 of them are used in control of insect pests in agro-ecosystem (Li 1994). This genus has been very effective in biological control especially Lepidopteran pests. It is thought by researchers that this genus contains a large number of cryptic species because the general morphology within the group is similar (Knutson 1998). *Trichogramma* species are difficult to determine because of their small size and low interspecific morphological character leading to many diagnosis problems (Nagarkatti and Nagaraja 1977; Smith and Hubbes 1986). Previously, diagnosis of these species has been based chiefly on the male genitalia and the male antennae (Nagarkatti and Nagaraja 1977; Pinto 1999). According to recent studies, they have been focused on the use of mtDNA-COI and rDNA-ITS2 regions for species diagnosis. The rDNA occurs of three preserved regions that encode ribosomal RNA and is separated by two conserved regions within the species, but vary fairly amongst species. Because of these regions are so preserved, specific primers work in a wide variety of taxa (Sumer *et al.*, 2009). The rDNA-ITS2 sequences are useful as a general diagnosis technique for *Trichogramma* species. Before any character source can be proposed as appropriate for separating species, potential intraspecific variation must be taken into consideration (Stouthamer *et al.*, 1999). rDNA-ITS2 and COI ensure a powerful tool for phylogenetics at low taxonomic levels (Cruickshank 2002).

Meksem and Kahl (2005) reported that polymorphism occurs naturally and depends on the variation in the DNA sequence, it also creates the basis of intra-species and inter-species variation in plant and animal genomes. The aim of this research was to

determine whether current DNA techniques could differentiate intra-population genetic variation of these nine *T. brassicae* populations and other *Trichogramma* species present in GenBank database of National Center for Biotechnology Information (NCBI).

MATERIALS AND METHODS

Trichogramma Cultures

Corn fields which are infested with European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) in Düzce province have been identified and the populations of pests and egg parasitoids have been followed up by the weekly intervals since the first egg was determined. The collected *O. nubilalis* egg clusters were placed in glass tubes individually. The eggs were maintained at 25 °C until European corn borer larvae and parasitoids emerged. After the parasitoids and larvae emergence are complete, the eggs are counted as parasitized and non-parasitized. *Trichogramma* species, which are emerged from parasitized eggs have continued to produce under laboratory conditions. Eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) were used as hosts for this purpose. The obtained *E. kuehniella* eggs were glued onto cardboards as a daily. The cardboards containing the *E. kuehniella* eggs were placed in tubes with the *Trichogramma* adults and maintained in climatic chambers regulated at 25±1 °C, 70±5% RH, and 16:8 h photoperiod. About 9-10 days later, the *Trichogramma* adults began to appear. Insect culture was continued until the identification of the *Trichogramma* species was completed.

DNA Extraction and PCR Amplification

DNA was isolated as identified by Waeyenberge *et al.* (2000) with some revisions described follow; one to ten frozen parasitoids were crushed with a crusher into 45 µl of distilled water (ddH₂O) in 1.5 ml eppendorf tube and the crushed parasitoid contents were centrifuged. After that 40 µl of the sample mix were transferred to PCR tube comprising 50 µl of WLB (Worm Lysis Buffer) and 10 µl of Proteinase K (20 mg ml⁻¹). The PCR tubes were frozen at -80 °C for at least 10 minute, then incubated at 65 for 1 hour and 95 °C for 10 minute in a thermocycler. After, the tubes were

centrifuged for 1 minute at 14000 rpm and these extracted DNA samples were stored at -20 °C until PCR amplification (Waeyenberge *et al.*, 2000).

The amplification of the rDNA-ITS region was carried out in a total 50 µl reaction volume in PCR thermocycler. The reaction volume including that 30 µl ddH₂O, 15 µl of Dream Taq PCR Master Mix (2X) (Fermentas Life Sciences, Germany), 1 µM of each forward and reverse primer (Table 1), and 3 µl of DNA. The PCR condition were initial denaturation for 3 min at 94 °C; 35 cycles of 94 °C denaturation (45 s), 53 °C annealing (45 s) and 72 °C extension (45 s); a final extension for 3 min at 72 °C. After PCR amplification, 10 µl of each PCR product was mixed with 1 µl of 6X loading buffer (Fermentas Life Sciences, Germany) and then loaded on a 1.5 % standard TAE buffered agarose gel. After electrophoresis (100 V for 60 min), the gel was stained with ethidium bromide (0.1 µg ml⁻¹) for 20 min, and visualized under UV-light and photographed. The remaining PCR products were kept at -20 °C (Subbotin *et al.*, 2003; Tanha Maafi *et al.*, 2003).

Sequencing

The remainder of the PCR products were loaded on a 1 % agarose gel for electrophoresis (100 V, 60 min).

The purification method was done as defined in the manufacturer's instructions (Wizard® SV Gel and PCR Clean - Up System Kit, Promega). DNA from nine samples, representing nine populations, were sequenced in a sequencing facility (Refgen, Ankara, Turkey) in both directions to get matching sequences of both DNA strands. The sequences were formatted and evaluated. Eventually, all sequences were added to GenBank (Sequin v. 9.00, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) and accession numbers were obtained for each population. The sequences of nine DNA samples from this research were placed in GenBank with accession numbers (Table 2).

Phylogenetic Analysis

The sequences of nine DNA samples were edited and alignments were made by CLUSTALW as implemented in BIOEDIT (Hall 1999). All aligned characters were implemented in the phylogenetic analysis. Phylogenetic trees were derived using maximum likelihood and this was constructed with using the MEGA v 7.0. (Kumar *et al.*, 2016). The evolutionary history was inferred by using the Maximum Likelihood method based on the Kimura 2-parameter model (Kimura 1980).

Table 1. Primers used in the amplification of DNA.

Çizelge 1. DNA amplifikasyonunda kullanılan primerler.

Primer	5' 3'	References
Forward	TGTGAACTGCAGGACACATG	Stouthammer <i>et al.</i> , 1999
Reverse	GTCTGCCTGCTCTGAG	Stouthammer <i>et al.</i> , 1999

Table 2. Identified *Trichogramma brassicae* and accession numbers.

Çizelge 2. Tanımlanan *Trichogramma brassicae* ve erişim numaraları.

Sample No	Species	Original Host	Accession Number
1	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010935
2	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010936
3	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010937
4	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010938
5	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010939
6	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010940
7	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010941
8	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010942
9	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	KX010943

RESULTS AND DISCUSSION

Trichogramma specimens were collected from corn fields in Düzce province of Turkey. Nine sequences were obtained from the Düzce samples and amplified partial sequences of the rDNA-ITS2 of *Trichogramma* samples by use the polymerase chain reaction (PCR). All tested populations were defined as *T. brassicae*. A general consensus sequence was derived from the obtained sequences and used for phylogenetic analysis. *T. brassicae* sequences were placed in GenBank with the numbers from KX010935 to KX010943 (Table 2). Dendograms were formed together with sequences of different *Trichogramma* species obtained from the GenBank.

The rDNA-ITS2 sequences of nine *T. brassicae* samples obtained from Düzce province were 100% similarity to each other, in other words, there is no genetic variation among the populations (Figure 1.). However, when the samples belonging to *T. brassicae* in different countries (AY182766, JF920441, JF920451) available in GenBank database were compared with our samples, the similarity rate was found to be 62% (Figure 2.). In addition, these samples were most similar to *T. evanescens*, and were found to be quite different from other *Trichogramma* species.

Our results show that there is no genetic variation in *T. brassicae* populations. Parasitization rate obtained in different corn field in Düzce province is very high (98%) and very close to each other (Kutuk 2016). This supports homogeneity of identified *T. brassicae* population in Düzce province.

The rDNA-ITS2 is a significant molecular marker that can be used for comparing closely related

subspecies, species and populations. The molecular method provides specific and precision results for the diagnosis of single and multiple species of egg parasitoids in agricultural systems (Sumer Ercan 2011).

Chang et al. (2001) sequenced the ITS1 region of *Trichogramma chilonis* and *T. ostriniae* species which are egg parasitic wasps of Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis* Guenée). It was found that the two parasitic wasps were 86,1% similar. Alvarez and Hoy (2002) used the sequences of rDNA-ITS2 for separating populations of the parasitoid *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) from different geographical zones. Moreover, Thomson et al. (2003) studied the identification of *Trichogramma* species in southeastern Australia and used for ITS2 sequence analysis. It was found that the length of ITS2 is different for each species. Kumar et al. (2009) used the ITS2-RFLP method to distinguish 12 indigenous and exotic *Trichogramma* species in India. Sumer Ercan et al. (2011) reported that the differences between *T. brassicae* and *T. euproctidis* in their ITS2 sequence. Similarly, Sumer Ercan et al. (2013) analyzed that sequence variation of ITS2 examined differentiation of *T. euproctidis* and *T. brassicae* populations. Joeng et al. (2010) ITS2 gene sequences have been used to identify two *Trichogramma* species, *T. ostriniae* and *T. brassicae*, in Korea. Thiruvengadam et al. (2016) have studied the evolutionary relationships based on ITS2 gene of these species in order to identify *Trichogramma* species and to determine their differences.

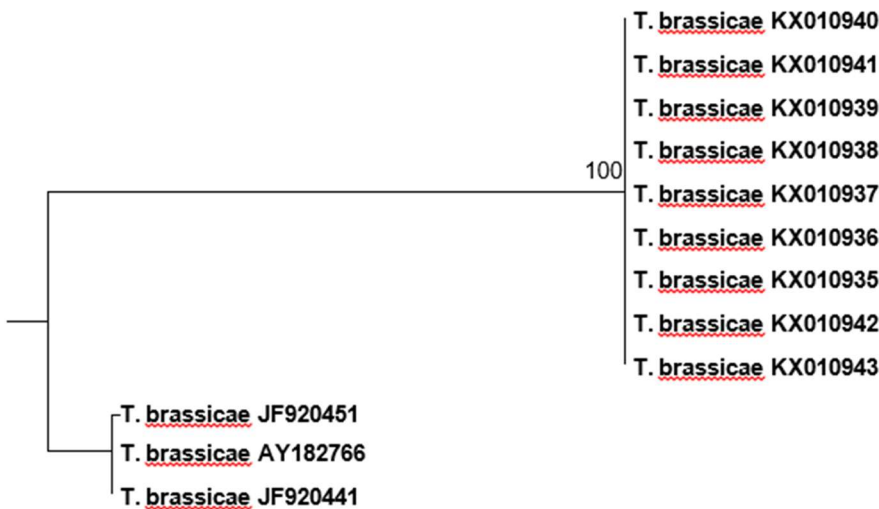


Figure 1. Phylogenetic tree (Maximum Likelihood) of *T. brassicae* sub-tree separately.

Şekil 2. *T. brassicae*'nin alt dallarına ayrılmış filogenetik ağacı.

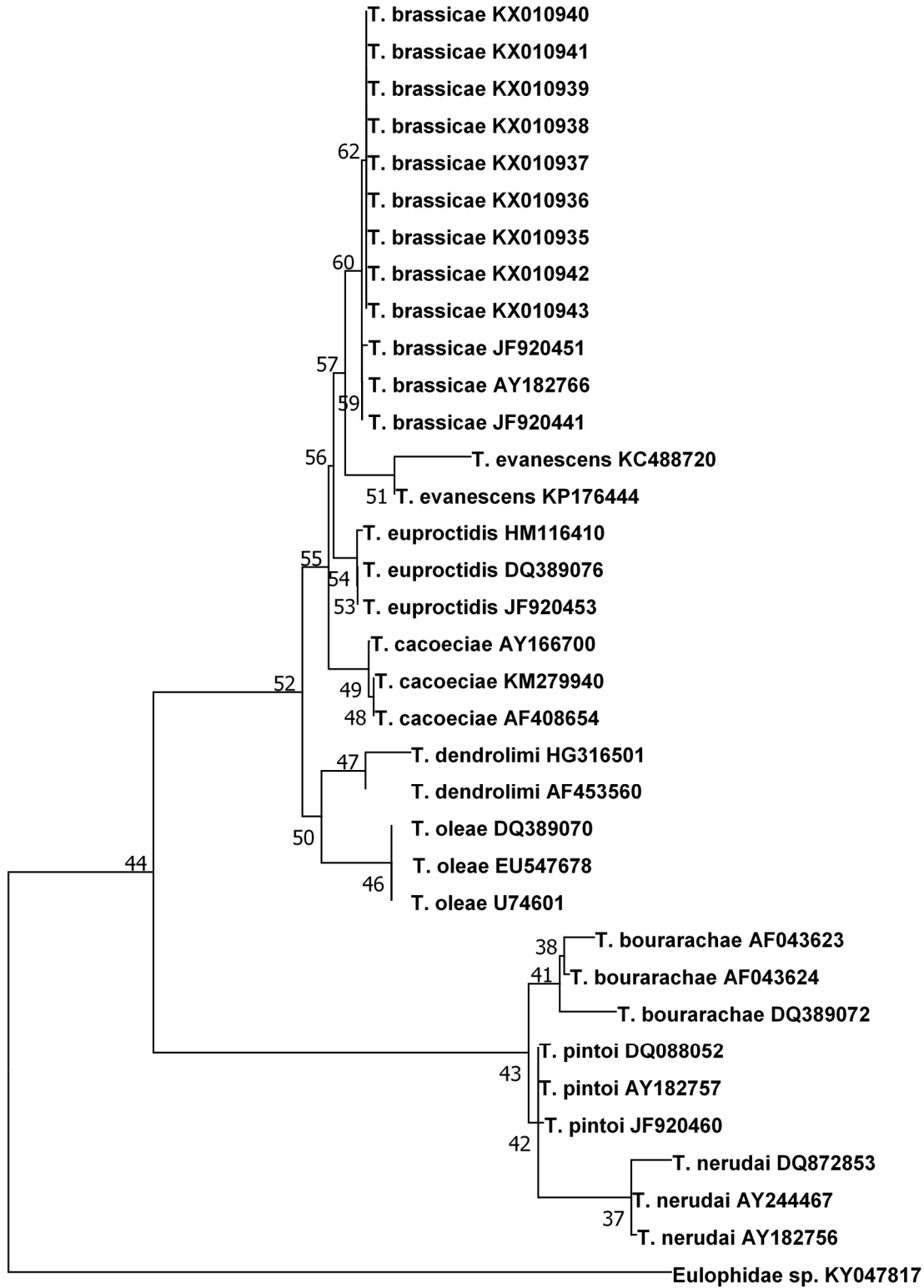


Figure 1. Phylogenetic tree created through the rDNA-ITS sequence alignment from nine *T. brassicae* populations. *Eulophidae* sp. is used as an outgroup.

Şekil 1. Dokuz *T. brassicae* popülasyonundan rDNA-ITS sekans grupları ile oluşturulan filogenetik ağaç. *Eulophidae* sp. grup dışı olarak kullanılmıştır.

CONCLUSION

Trichogramma species are important biological agents in biological control programs. The choice of the appropriate natural enemy in the control of the target pest is very essential for reaching the successful biological control. Techniques based upon sequence analysis of the ITS2 locus of rDNA are used effectively in the identification of these species. Sequence analysis of the rDNA-ITS region of *Trichogramma brassicae* samples showed that the samples were genetically similar, but were quite different from other *Trichogramma* species. Genetic variations among different *Trichogramma* species are thought to be useful in the development of rapid diagnosis and detection methods based on PCR.

REFERENCES

- Alvarez JM and Hoy MA., 2002. Evaluation of the ribosomal ITS2 DNA sequences in closely related populations of the parasitoid *Ageniaspis* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 95(2): 250-256.
- Chang SC., Hu NT, Hsin CY and Sun CN., 2001. Characterization of differences between two *Trichogramma* wasps by molecular markers. *Biol. Control*. 21: 75-78.
- Cruikshank RH., 2002. Molecular markers for the phylogenetics of mites and ticks. *Systematic & Applied Acarology*, 7: 3-14.
- Hall TA., 1999. BioEdit: A User-friendly Biological Sequence Alignment [ed.], and Analysis Program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.
- Jeong G., Kim H, Choi Y, Kim W, Park K, Bae S, Park K and Choi J., 2010. Molecular identification of two *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13(1): 41-44.
- Knutson A., 1998. *The Trichogramma manual*, Agricultural communication, The Texas A&M University System, Texas, 42 pp.
- Kimura M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16: 111-120.
- Kumar GA., Jalali SK, Venkatesan T, Stouthamer R, Niranjana P and Lalitha Y., 2009. Internal transcribed spacer-2 restriction fragment length polymorphism (ITS-2-RFLP) tool to differentiate some exotic and indigenous trichogrammatid egg parasitoids in India. *Biological control*, 49(3): 207-213.
- Kumar S., Stecher G and Tamura K., 2016 MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33: 1870-1874.
- Kutuk H., 2016. Identification and natural parasitism of *Trichogramma* species on *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in Düzce, Turkey. *Entomological News*, 126(4): 290-298.
- Li Y., 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops: A survey. In: Wajnberg, E. and Hassan, S.A. (Eds.). *Biological Control with Eggs Parasitoids*. Center for Agriculture and Biosciences International. Wallingford, Great Britain. pp. 37-54.
- Meksem K and Kahl G., 2005. *The Handbook of Plant Genome Mapping, Genetic and Physical Mapping*, Wiley-VCH, Weinheim, 380 p.
- Nagarkatti S and Nagaraja h., 1977. Biosystematics of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* species. *Annual Review of Entomology*, 22: 157-176.
- Pinto JD and Stouthamer R., 1994. Systematics of the Trichogrammatidae with Emphasis on *Trichogramma*. In: Wajnberg E, Hassan SA (eds) *Trichogramma and other Egg Parasitoids*. CAB Intl., London, pp. 1-36.
- Pinto JD., 1999. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 22: 287-301.
- Smith SM., 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annual Review of Entomology*, 41: 375-406.
- Smith SM and Hubbes M., 1986. Isoenzyme patterns and biology of *Trichogramma minutum* as influenced by rearing temperature and host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 42: 249-258.
- Stouthamer R., Hu J, van Kan FJPM, Platner GR and Pinto JD., 1999. The utility of Internally Transcribed Spacer 2 DNA sequences of the nuclear ribosomal gene for distinguishing sibling species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *BioControl*, 43: 421-440.
- Subbotin SA., Sturhan D, Rumpfenhorst HJ and Moens M., 2003. Molecular and morphological characterisation of the *Heterodera avenae* species complex (Tylenchida: Heteroderidae). *Nematology*, 5: 515-538.
- Sumer F., Tuncbilek AS, Oztemiz S, Pintureau B, Rugman-Jones P and Stouthamer R., 2009. A molecular key to the common species of *Trichogramma* of the Mediterranean region. *BioControl*, 54: 617-624.
- Sumer Ercan F., Oztemiz S, Tuncbilek AS and Stouthamer R., 2011. Sequence analysis of the ribosomal DNA ITS2 region in two *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Archives of Biological Sciences*, 63(4), 949-954.
- Sumer Ercan F., Oztemiz S and Tuncbilek A.S., 2013. Mitochondrial and ribosomal sequence analysis for discrimination of *Trichogramma euproctis* Girault and *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera:

Koca *et al.*, Determination of the Genetic Variation within the Egg Parasitoid, *Trichogramma brassicae*, Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Populations in Düzce Province, Turkey

Trichogrammatidae). Turkish Journal of Entomology, 37: 195-201.

Tanha Maafi Z., Subbotin SA and Moens M., 2003. Molecular identification of cyst forming nematodes (Heteroderidae) from Iran and a phylogeny based on ITS-rDNA sequences. Nematology, 5: 99-111.

Thomson L., Rundle BJ, Carew ME and Hoffmann AA., 2003. Identification and characterization of *Trichogramma*

species from south-eastern using the internal transcribed spacer 2 (ITS2) region of the ribosomal gene complex. Entomologia Experimentalis et Applicata, 106(3): 235-240.

Waeyenberge L., Ryss A, Moens M, Pinochet J and Vrain TC., 2000. Molecular characterization of 18 *Pratylenchus* species using rDNA restriction fragment length polymorphism. Nematology, 2: 135-2.

The Effect of Seasonal Variation on *Rosmarinus officinalis* (L.) Essential Oil Composition

Emel Dıraz Yıldırım*

Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş, Turkey

Received: 19.01.2018

Accepted: 22.05.2018

Keywords:

Rosmarinus officinalis, seasonal variation, GC-MS, volatile compounds

Abstract. Rosemary, (*Rosmarinus officinalis* L.) belongs to Lamiaceae family, is an aromatic plant, widely distributed in Mediterranean region. Rosemary has been used in folk medicine, cosmetics, and in food industry. In this study the herbs of rosemary were collected from Campus of Kahramanmaraş Sütçü İmam University. Plant materials were obtained in summer, autumn, winter and spring. The essential oil of the dried plant material was obtained by distillation method. Essential oil of the samples were analysed by GC-MS. As the results of the analyses twenty seven component were determined. The major components were 1.8 cineole (41.25%-45.96%), isoborneol (11.96%-14.89%), α -pinene (9.28%-11.22%) and α -terpineol (4.65%-8.41%). Camphene (3.29%-3.51%), limonene (2.89%-3.61%), p-cymene (3.64%-4.26%) and bornyl acetate (2.02%-3.13%) found as moderately high compounds. As the results, amount of the main components showed significant diversity by seasonal variation and chemotype of the *R. officinalis* determined as 1.8 cineole.

*Corresponding author

emeldiraz@ksu.edu.tr

Mevsimsel Varyasyonun *Rosmarinus officinalis* (L.) Uçucu Yağ Bileşenlerine Etkisi

Anahtar kelimeler:

Rosmarinus officinalis, mevsimsel varyasyon, GC-MS, uçucu bileşen

Özet. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Lamiaceae familyasına ait olup, Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan aromatik bir bitkidir. Biberiye, halk tıbbında, kozmetikte ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada biberiyenin topraküstü kısımları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kampüsü'nden yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplanmıştır. Kurutulmuş bitki materyallerinin uçucu yağları distilasyon metodu ile elde edilmiştir. Uçucu yağlar GC-MS cihazı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yirmi yedi bileşen tespit edilmiştir. Ana bileşenler 1.8 sineol (%41.25-%45.96), izoborneol (%11.96-%14.89), α -pinen (%9.28-%11.22), α -terpineol (%4.65-%8.41) olarak tespit edilmiştir. Kampen (%3.29-%3.51), limonen (%2.89-%3.61), p-simen (%3.64-%4.26) ve bornil asetat (%2.02-%3.13) yüksek oranlı bileşenler olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda, biberiyenin uçucu yağ bileşenleri miktarının mevsimlere göre önemli değişiklik gösterdiği ve kemotipinin 1.8 sineol olarak belirlendiği tespit edilmiştir.

INTRODUCTION

The genus *Rosmarinus* belonging to the Lamiaceae family, includes two species, *R. officinalis* L. and *R. eriocalyx* Jordan & Fourr. *R. officinalis* known as rosemary. *R. officinalis* grows naturally in the Mediterranean regions such as Spain, Morocco, Tunisia, France, Italy and Turkey. Plants, including herbs and spices with an intense pleasant smell reminiscent of pine wood. The herb is economically important that cultivated or imported and sold in many markets all over the world. Rosemary is used fresh or dried. Its essential oil and herbs were widely used in folk medicine, cosmetics, phytocosmetics, flavouring and conservation of food products (Arnold *et al.*, 1997; Pintone *et al.*, 2002; Del Pilar Sánchez-Camargo and Herrero, 2017). The plant has antiinflammatory, chemopreventive, anti-cancer, anti-proliferative, antimicrobial activities, protective towards neurological disorders. The rosemary tea used for decreasing the risks related to obesity, diabetes and metabolic syndrome (Del Pilar Sánchez-Camargo and Herrero, 2017). The oil of rosemary used in traditional medicine as a pulmonary antiseptic, a choleric, a colagogic and in cosmetic sector as soaps, perfumes, room sprays and deodorants. It has also stomachic, antidiarrhoic and antirheumatic properties (Arnold *et al.*, 1997; Pintone *et al.*, 2002; Özcan and Chalchat, 2008; Tawfeeq *et al.*, 2016). Rosemary oil main components especially 1.8 cineole showed insecticidal effect on third instar larvae of the cabbage looper (Tak *et al.*, 2016) and including other components as, camphor, α -pinene or borneol have also been related to generally antioxidant and antimicrobial activities (Del Pilar Sánchez-Camargo and Herrero, 2017).

Rosemary oil can be distinguished with respect to two major types of main constituents: oils with over 40% of 1,8-cineole (Morocco, Tunisia, Turkey, Yugoslavia, Greece, Italy, France) and oils with approximately equal ratios (20–30%) of 1.8-cineole, α -pinene and camphor (Spain, France, Italy, Bulgaria, Greece). Generally, α -pinene chemotypes are often from Spain, bornyl acetate type from France, myrcene chemotype from Porteque and verbenone chemotype known from Egypt (Tisserand and Young, 2012; Satyal *et al.*, 2017). The external uses of rosemary are similarly numerous among the local people. In this study, the effect of seasonal variation on essential oil components of *R. officinalis* was detected by GC-MS.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material

The herbs of rosemary were collected from Kahramanmaraş Sütçü İmam University Campus (altitude 530 m from sea level) between January and December, 2016. The average climatic values of the research year for Kahramanmaraş are given in Table 1 (Anonymous, 2016). The growing area of the plant is irrigated regularly in the summer. The soil structure of the campus area consists of clay, silt and sand (loamy soil) and average pH is 7.28 (Karagöktaş and Yakupoğlu, 2014). Plant materials were obtained in summer, autumn, winter and spring at different eleven months except for August. The flowering period was started early spring (March) and had flowers until autumn (end of October). Dried herba (leaves, flowers) of the plant (30 g) hydrodistilled for 3h using a Clevenger type apparatus. Essential oil of the samples was analysed by GC-MS.

GC-MS Analyses

Analysis were conducted in the Plant Physiology Laboratory in Biology Dept. of KSU. Qualification of the oil was analyzed on an Agilent 5975C Mass Spectrometer coupled with Agilent GC-6890II series. The GC was equipped with HP-88 capillary column (100 m x 250 μ m x 0.20 μ m film thickness) and flow rate of carrier gas was 1.0 mL/min. Oven temperature of GC was programmed as follows: 70 °C (1 min), 230 °C at of 10 °C/min and then kept at 230 °C at 20 min. The injection part temperature was 250 °C. The mass spectrometer was operating in EI mode at 70 eV. Split ratio was 20:1. Mass range 35-400 m/z; scan speed (amu/s): 1000. 10 μ L of the oil was shaken in 0.5 ml diethyl ether and 1 μ L of the mixture injected into the column. The components were identified by mass spectra with those of pure authentic samples and Flavor2, Willey7n.1 and NIST98 libraries reference compounds. Retention indices were computed from gas chromatograms by logarithmic interpolation between n-alkanes. The homologous series of n-alkanes C7–C40, Supelco, USA were used as standard. Retention indices calculated as HP-88 capillary column. All samples were repeated three times for GC/MS analysis.

Statistical Analysis

The main components statistical analyses were performed using SPSS 15.0 programme with Waller-Duncan Test.

Table 1. Mean temperature and total precipitation values of Kahramanmaraş 2016.

Çizelge 1. Kahramanmaraş 2016 yılına ait ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri

	Summer		Autumn			Winter			Spring		
	J	J	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Temp. C°	26.7	30.0	24.8	20.5	11.2	4.5	4.00	11	12.8	19.3	20.6
Precip. mm	17.8	0.00	29.3	13.6	38.3	146.6	140.5	30.1	61.3	17.6	18.1

RESULTS AND DISCUSSION

The essential oil composition of rosemary herba according to seasons and GC-MS chromatogram of main components were given in Table 2 and Figure 1, respectively. The major compounds were found as α -pinene, 1,8-cineole, α -terpineol, isoborneol and shown on the chromatogram as 1,2,3,4, respectively (Figure 1). As the results of GC-MS, 97.68 %, 98.60 %, 96.98 %, 96.48 % of the volatile components identified in rosemary essential oil from summer to spring. Rosemary oil was also dominated by monoterpenoids, especially oxygenated monoterpenes such as 1,8 cineole, α -terpineol, isoborneol. Only, β -caryophyllene and caryophyllene oxide found as sesquiterpenes.

Major compounds statistical analysis according to seasons were given in Figure 2. Seasonal variations showed significant differences as statistically ($P < 0.01$). The main components 1,8 cineole and α -pinene were increased with starting of hot temperature at spring and autumn while α -terpineole and isoborneol were decreased.

Many studies about *R. officinalis* growing in Turkey have been conducted so firstly we discussed similar climatic locations with Kahramanmaraş province. Çelikleş et al. (2007) analysed the essential oil composition from Mersin location at four different seasons and main components were found as 1,8 cineole with highest percentage (61.4%, 60.9%, 50.7%, 58.1%) and α -pinene contents were moderately high (10.2%, 7.8%, 9.4% and 8.8%) at December, March, June and September, respectively. Gülbaba et al. (2002) determined the rosmariny chemotypes as 1,8 cineole (41.7%-56.4%, 54.3%-44.4%, 48.2%-55.6% at April, July, October, respectively) distributed between Adana-Mersin locations. Our findings shown similarity to Çelikleş et al. (2007) and Gülbaba ve ark. (2002) reports. Özcan and Chalchat (2008), determined the main components of rosemary as p-cymene (44.02%), linalool (20.5%), γ -terpinene (16.62%), in May from Mersin. Başkaya et al. (2016) determined the essential oil composition of *R. officinalis* at three vegetative period and found the main components as borneol (12.69%-20.45%), 1,8 cineole (15.82%-17.93%) and

phor (11.50%-14.36%) at Hatay province. Kırpık (2005), determined the volatile compounds of 15 genotype *R. officinalis* growing in Çukurova dryland and highland conditions and main components (α -pinene, camphen, myrcene, cymol, limonene, 1,8 cineole, campher, borneol) were shown differences according to genotype. As the studies according to different geographical region from Turkey, Topal et al. (2008) determined the main components as b- camphor (12.94%) and borneol (14.21%), Orhan et al. (2008) found as 1,8-cineole (44.42%) chemotype from Balıkesir province and Gürbüz et al. (2016) determined the chemotype of rosmariny collected from İzmir, Aydın, Antalya, Mersin, Adana and Hatay but growing in Ankara ecologic conditions. Mersin and İzmir genotype determined as 1,8 cineole but the others camphor. Çelikleş et al. (2007) studied differences of chemical compounds of rosemary according to seasons from Çanakkale and İzmir beside Mersin location, referred above. The main component 1,8 cineole content was found higher in İzmir than Çanakkale and Çanakkale oils were richer about camphor and verbonene.

The studies about *R. officinalis* essential oil from other countries; 1,8-cineole chemotype detected from Greece, Morocco, UK (Papageorgiou et al., 2008; Ait-Ouazzou et al., 2011; Tawfeeq et al., 2016), camphor chemotype reported from İtaly, Spain and Brazil (Arnold et al., 1999; Porte et al., 2000) and α -pinene chemotype determined from Lebanon, İtaly, İnan (Diab et al., 2002; Pintore et al., 2002; Jamshidi et al., 2009). Jordan et al. (2013), collected 150 rosmariny plant from different bioclimatic zones at Spain and determined the chemotypes as 1,8-cineole, camphor and α -pinene type and were not shown statistically significant differences between the zones. Diab et al. (2002) detected that main component α -pinene was reached maximum level at flowering period. Papageorgiou et al. (2008) investigated the differences of chemical composition and observed that the highest component 1,8-cineole (50.6%-58.7%) had been in higher amount at May and August than February. These findings were supported our results.

Table 2. Chemical composition of *R. officinalis* herba according to seasons.

Çizelge 2. *R. officinalis* toprak üstü kısımlarının mevsimlere göre kimyasal kompozisyonu.

Components	RT	RI	Summer	Autumn	Winter	Spring
α-pinene	10.81	1012	11.22	9.55	9.28	9.87
camphene	11.26	1085	3.39	3.33	3.29	3.51
β-pinene	11.57	1126	1.72	2.05	2.78	2.82
myrcene	11.69	1141	1.21	1.18	1.18	1.18
α-phellandrene	11.90	1166	0.18	0.13	0.13	0.15
limonene	12.09	1188	3.61	3.17	2.89	3.09
ocimene	12.29	1210	0.38	0.24	0.29	0.31
sabinene	12.50	1231	0.92	0.72	0.93	1.02
1.8 cineole	12.98	1278	43.61	44.54	41.25	45.96
p-cymene	13.27	1305	4.19	4.26	3.64	3.67
1-octen-3-ol	14.71	1427	1.60	0.68	0.64	0.65
linalol	15.79	1430	1.14	1.3	1.01	1.35
β-caryophyllene	16.53	1582	0.75	0.50	1.14	0.87
fenchyl alcohol	16.82	1606	0.27	0.28	0.35	0.27
bornyl acetate	17.05	1626	3.13	2.02	2.95	3.13
exo-methyl-camphenilol	17.40	1655	0.10	0.24	0.23	0.36
α-terpineol	17.90	1696	6.05	8.41	7.11	4.65
isoborneol	18.27	1730	13.00	14.52	14.89	11.96
myrtenal	18.86	1781	0.16	0.17	0.10	0.10
cis-verbenol	19.11	1803	not found	0.11	0.28	0.03
geranyl acetone	19.66	1855	0.12	0.27	0.63	0.24
methyl eugenol	21.47	1974	not found	0.19	0.20	0.13
benzothiazole	21.82	1993	0.33	0.06	0.47	0.12
thymol	21.94	1999	0.13	0.09	0.26	0.15
caryophyllene oxide	22.20	2031	0.40	0.45	0.88	0.80
carvacrol	22.64	2083	0.07	0.11	0.10	0.06
eugenol	23.15	2147	not found	0.03	0.08	0.03
Total			97.68	98.60	96.98	96.48
Monoterpene hydrocarbons			26.82	24.63	24.41	25.62
Oxygenated monoterpenes			67.41	71.54	68.58	67.63
Sesquiterpene hydrocarbons			0.75	0.50	1.14	0.87
Oxygenated sesquiterpenes			0.40	0.45	0.88	0.80
Phenylpropanoids			not found	0.22	0.28	0.16
Others			2.30	1.26	1.69	1.40

RT: Retention Time. RI: Retention Index.

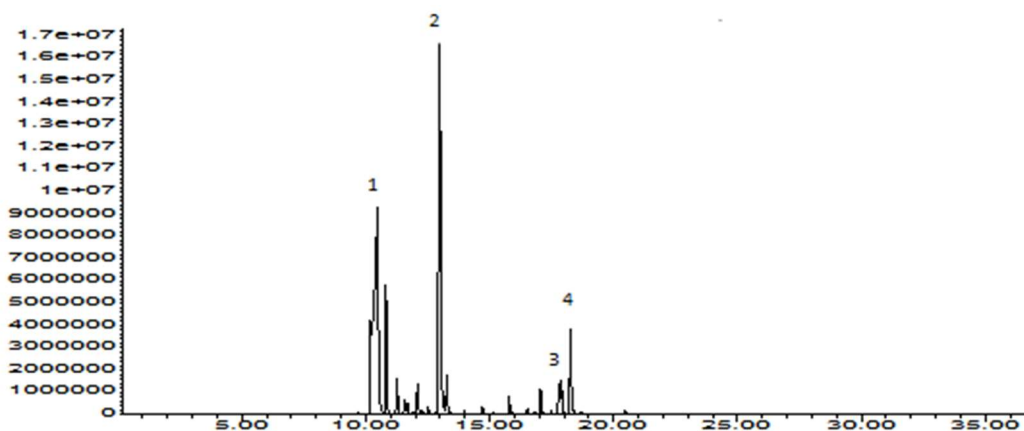


Figure 1. GC-MS chromatogram of *R. officinalis* essential oil.

Şekil 1. *R. officinalis* uçucu yağının GC-MS kromatogramı.

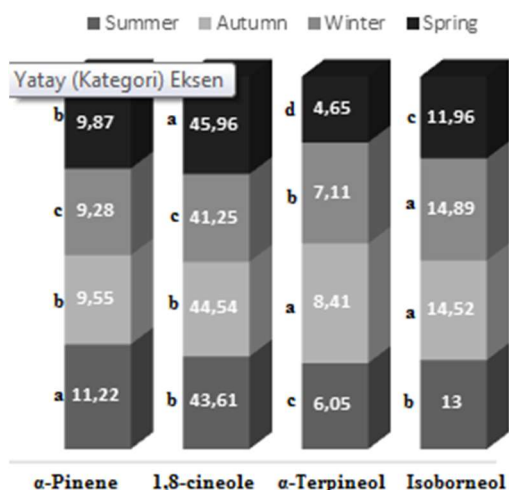


Figure 2. The percentage of the *R. officinalis* main components according to seasons.

Şekil 2. *R. officinalis* ana bileşenlerinin mevsimlere göre oranı.

CONCLUSION

To the best of our knowledge, this is first report about chemical composition of rosemary, growing in Kahramanmaraş province. As the result of this study, *R. officinalis* essential oil shown 1.8 cineole chemotype and the seasons affected the main components amount. This result confirmed the Tisserand and Young (2012) chemotype classification according to geographical region. As conclusion, we discussed the reports on essential oil composition of *R. officinalis* from different regions of the world and Turkey and the stuides were shown that 1.8-cineole, camphor, α-pinene, camphene, bornyl acetate, α-terpineol and verbenone were found as main components and these components amount was shown differences between the locations and different chemotypes could be seen in the same region.

Differences on the components and percent of the components may be affected from soil, climate, altitude and vegative period of the plant. In Turkey, rosemary growing at Adana-Mersin province preffered by customers. *R. officinalis* from Kahramanmaraş shown similar chemotype with Adana-Mersin samples. As a result, *R. officinalis* can be grown in these area and preffered to harvest at spring for high 1.8 cineole content.

REFERENCES

Ait-Ouazzou A., Lorán S., Bakkali M., Laglaoui A., Rota C., Herrera A., Pagan R and Conchello P., 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Thymus algeriensis*, *Eucalyptus globulus* and *Rosmarinus officinalis* from Morocco. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91: 2643-2651.

Anonymous 2016. Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonu Verileri.

Arnold N., Valentini G., Bellomaria B and Hocine L., 1997. Comparative study of the essential oils from *Rosmarinus eriocalyx* Jordan & Fourr. from Algeria and *R. officinalis* L. from other countries. Journal of Essential Oil Research, 9: 167-175.

Başkaya Ş., Ayanoğlu F ve Bahadırılı NP., 2016. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri ve antioksidan içeriğinde morfojenetik ve ontogenetik varyabilite. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21:12-20.

Celiktas OY., Kocabas EH., Bedir E., Sukan FV., Ozek T and Baser KHC., 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. Food Chemistry, 100: 553-559.

Del Pilar Sánchez-Camargo A and Herrero M., 2017. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) as a functional ingredient: recent scientific evidence. Current Opinion in Food Science, 14: 13-19.

Diab Y., Auezova L, Chebib H., Chalchat JC and Figueredo G., 2002. Chemical composition of Lebanese rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil as a function of the geographical region and the harvest time. Journal of Essential Oil Research, 14: 449-452.

Gülbaba AG., Özkurt N., Kürkçüoğlu M ve Başer KHC., 2002. Mersin ve Adana yöresindeki doğal biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) populasyonlarının tespiti ve uçucu yağ verim ve bileşimlerinin belirlenmesi. Orman Bakanlığı Teknik Bülten, 193: 5-30.

Gürbüz B., Bağdat RB., Uyanik M and Rezaeieh KAP., 2016. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions. Industrial Crops and Products, 88: 12-16.

Jamshidi R., Afzali Z and Afzali D., 2009. Chemical composition of hydrodistillation essential oil of rosemary in different origins in Iran and comparison with other countries. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 5: 78-81.

Jordán MJ., Lax V., Rota MC., Lorán S and Sotomayor JA., 2013. Effect of bioclimatic area on the essential oil composition and antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. Food Control, 30: 463-468.

Karagöktaş D and Yakupoğlu T., 2014. Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 2: 6-12.

Kirpik M., 2005. Evaluating qualitative rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) lines growing in arid soils of cukurova region. Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, Cukurova University Institute of Science, Adana.

- Orhan I., Aslan S., Kartal M., Şener B and Başer KHC., 2008. Inhibitory effect of Turkish *Rosmarinus officinalis* L. on acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase enzymes. *Food Chemistry*, 108: 663-668.
- Özcan MM and Chalchat JC., 2008. Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59: 691-698.
- Papageorgiou V., Gardeli C., Mallouchos A., Papaioannou M and Komaitis M., 2008. Variation of the chemical profile and antioxidant behavior of *Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia fruticosa* Miller grown in Greece. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 7254-7264.
- Pintore G., Usai M., Bradesi P., Juliano C., Boatto G., Tomi F and Casanova J., 2002. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. *Flavour and Fragrance Journal*, 17: 15-19.
- Porte A., Godoy Rldo, Lopes D., Koketsu M., Gonçalves S and Torquillo HS., 2000. Essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) from Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, 12: 577-580.
- Satyral P., Jones TH., Lopez EM., McFeeters RL., Ali NAA., Mansi I and Setzer WN., 2017. Chemotypic characterization and biological activity of *Rosmarinus officinalis*. *Foods*, 6: 2-15.
- Tak JH., Jovel E and Isman MB., 2016. Comparative and synergistic activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil constituents against the larvae and an ovarian cell line of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science*, 72: 474-480.
- Tawfeeq A., Culham A., Davis F., Reeves M and Michael N., 2016. The influence of genetic variation on essential oil composition in *Rosmarinus officinalis* L. the common rosemary. 9th Joint Natural Products Conference, 24-27 July, Copenhagen, Denmark.
- Tisserand R and Young R., 2012. *Essential Oil Safety*. Churchill Livingstone Elsevier 2nd Edition, China.
- Topal U., Sasaki M., Goto M and Otles S., 2008. Chemical compositions and antioxidant properties of essential oils from nine species of Turkish plants obtained by supercritical carbon dioxide extraction and steam distillation. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 5: 619-634.

Devekıran (*Atraphaxis spinosa* L.) Çalısının Büyüme Sürecinde Besin İçeriğinin Değişimi Üzerine Bir Araştırma^a

Bahattin Karakuş Bilal Keskin*
İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdır

Geliş tarihi (Received): 14.12.2017

Kabul tarihi (Accepted): 12.01.2018

Anahtar kelimeler:

Atraphaxis spinosa, besin içeriği, çalı bitkisi, dönem

Özet. Bu çalışma, İğdir ili Aralık ilçesi sınırlarında doğal olarak yetişen devekıran (*Atraphaxis spinosa* L.) çalısının gelişme dönemlerine göre aylık besin içeriği değişiminin belirlenmesi amacıyla 2015 yılının Nisan ve Temmuz ayları arasındaki dönemde yürütülmüştür. Bu amaçla bitki materyallerinde ham protein (HP), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF), asit deterjan lignin (ADL), kuru madde sindirilebilirliği (KMS), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD) ve kuru ot oranı (KOO) içeriklerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir. Devekıran çalısının gelişme gösterdiği 7 aylık dönem boyunca sahip olduğu HP, NDF, ADF, ADL, KMS, SE, ME, KMT, NYD ve KOO değerleri sırasıyla %5.93-12.79, %44.41-68.28, %27.13-47.13, %3.62-14.46, %52.18-67.75, 2.50-3.17 Mcal kg⁻¹, 2.05-2.60 Mcal kg⁻¹, %1.75-2.71, 71.46-142.32 ve %27.33-70.66 aralığında belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, olgunlaşmanın artmasıyla istenen kalite özelliklerinin düştüğü, arzu edilmeyen kalite değerlerinin ise arttığı görülmüştür.

*Sorumlu yazar

bilalkeskin66@yahoo.com

Changes in Nutrient Content during the Growth Process of Goat's Wheat Manna (*Atraphaxis spinosa* L.)

Keywords:

Atraphaxis spinosa, nutrient content, shrub, period

Abstract. This study was conducted to determine the monthly nutrient content changes according to the developmental stages of the goat's wheat manna (*Atraphaxis spinosa* L.) which spontaneously grows in the Aralık district of İğdir province between April and July in 2015. In this study, Crude protein (CP), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Acid Detergent Lignin (ADL), Dry Matter Digestibility (DMD), Digestible Energy (DE), Metabolizable Energy (ME), Dry Matter Intake (DMI), d Relative Feed Value (RFV) and Dry Matter Rate (DMR) contents of Goat's wheat manna was determined. Changes according to month CP, NDF, ADF, ADL, DMD, DE, ME, DMI, RFV and DMR value of goat's wheat manna were 5.93-12.79%, 44.41-68.28%, 27.13-47.13%, 3.62-14.46%, 52.18-67.75%, 2.50-3.17 Mcal kg⁻¹, 2.05-2.60 Mcal kg⁻¹, 1.75-2.71%, 71.46-142.32 ve 27.33-70.66%, respectively. According to the results of the research, with the maturation, the undesirable nutritional values increased, as the desired quality characteristics decreased.

GİRİŞ

Ülkemizde hayvanların kaliteli kaba yem ihtiyacı, çayır, mera ve tarla tarımı içerisinde yetiştirilen yem bitkileri olmak üzere üç önemli kaynaktan karşılanmaktadır. Doğal çayır meralar, geviş getiren hayvanların tabii besin kaynağı durumundadır. Doğal çayır ve mera alanlarında özellikle yaz ve sonbahar dönemlerinde yeterli miktarda ve kalitede kaba yem üretmemektedir. Oysa odunsu (çalı ve ağaç) türler, otsu türlerin kuruduğı ve besin değerinin düştüğü yaz dönemlerinde ve gelişmenin durduğı kış dönemlerinde hayvanlara yem temin eden bir kaynak durumundadır (Temel and Tan 2011; Tan ve Temel 2012).

Doğal koşullarda yetişen pek çok çalı ve odunsu türün, kuvvetli ve derin olan kök sistemleri sayesinde kuraklığa toleransları yüksek olup, kültür bitkisinin gelişemediğı alanlarda rahatça yetişebilmektedirler. Ayrıca çalı bitkileri hayvanlar için enerji, mineral, vitamin ve besin içeriğı yönünden zengin kaba yem üretebilmektedirler (Ghazanfar *et al.*, 2011; Temel and Tan 2011; Tan ve Temel 2012).

Bölge halkının büyük bir çoğunluğu geçimini hayvancılık yaparak sağlamaktadır. Yapılan hayvancılıkta ise hiç şüphesiz, kaliteli ve ucuz yem sağlayan çayır ve mera alanları önemli bir yer tutmaktadır. Ancak İğdır ili Aralık ilçesinde yaz aylarında sıcaklığın yüksek, yağışın düşük olması, gerek tarım alanlarında gerekse mera alanlarında pek çok otsu türün yetişmesini sınırlandırmaktadır. İğdır ilinde çayır mera alanlarında 73.286 ton ve tarla alanlarında ekilen yem bitkilerinde 142.172 ton kuru ot elde edilmektedir. İğdır ilinde 91.304 Büyük Baş Hayvan Birimi'nin ihtiyaç duyduğu kuru ot miktarı yıllık

ortalama 333.260 ton'dur. İlin kaliteli kaba yem açığı yaklaşık olarak %35.35'dir (Temel ve şahin 2010).

Atraphaxis spinosa bitkisi kuzukulağıgiller (*Polygonaceae*) familyasındandır. *Atraphaxis* cinsinin sınıflandırılması türler arasındaki yoğun melezlemelere ve türlerin sahip oldukları morfolojik özelliklere bağlı olarak yüksek oranda çeşitlilik göstermektedir. Güneydoğu Avrupa, Güneybatı ve Merkez Asya, Güney Sibirya, Moğolistan ve Çin'de *Atraphaxis* cinsine bağlı yaklaşık 30 tür tanımlanmıştır (Pavlov 1936; Lovelius 1979). *Atraphaxis spinosa* 1.05 ile 1.45 m arasında bitki boyu, 2.95 ile 5.55 m genişliğinde ve 2.80 ile 4.46 m eninde bir alanı kapladığı belirlenmiştir (Karakuş 2016). *Atraphaxis spinosa* Ülkemizin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir. İğdır ili Aralık ilçesindeki erozyon sahalarında hakim çalı formasyonlarından biridir.

Bu çalışmada bölgenin erozyon, tuzlu, alkali ve kurak gibi ekstrem alanlarında yaygın olarak bulunan ve hayvanların otladığı devekıran çalışının gelişme dönemlerine bağlı olarak besin içeriğinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, İğdır ilinin Aralık ilçesi sınırları içinde yer alan rüzgâr erozyon sahasında yetişen devekıran (*Atraphaxis spinosa* L.) çalışının yıllık besin içeriğı değişiminin belirlenmesi amacıyla 2015 yılında yürütülmüştür.

İğdır ilinin iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde; 2015 yılı toplam yağış 302.4 mm'dir.

Çizelge 1. İğdır ilinin 2015 yılına ait bazı iklim özellikleri.

Table 1. Some climate features of İğdır province in 2015.

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık Değerleri (°C)			Aylık Ort. Nispi Nem (%)
		Min.	Ort.	Max.	
Ocak	2.2	-9.8	1.2	15.6	63.3
şubat	4.4	-4.8	6.8	15.8	59.5
Mart	52.0	-4.7	11.0	20.4	50.8
Nisan	44.1	3.5	16.4	29.9	47.7
Mayıs	41.5	7.0	21.3	32.2	52.9
Haziran	27.8	12.5	28.5	37.8	40.0
Temmuz	0.3	16.2	31.8	38.8	33.6
Ağustos	14.3	13.6	30.2	41.4	40.7
Eylül	1.4	10.7	27.2	35.6	42.4
Ekim	96.2	4.8	16.6	27.3	71.3
Kasım	4.5	-3.6	9.2	18.3	66.0
Aralık	13.7	-7.8	1.5	11.3	68.8
Top/Ort.	302.40		16.81		53.08
Uzun Yıl Ort.	257.6		11.6		63.00

Sıcaklık açısından bakıldığında en düşük sıcaklık -9.8 °C ile Ocak ayı en yüksek sıcaklık 41.4 °C ile Ağustos ayında yıllık sıcaklık ortalaması ise 16.81 °C'dir. Nispi nem olarak incelendiğinde 2015 yılı ortalaması % 53.08'dir. Araştırmanın yürütüldüğü Nisan-Ekim dönemlerinde toplam yağış miktarı 225.6 mm, ortalama sıcaklık 23.01 °C ve ortalama nispi nem %46.94 olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre İğdır ilinin yıllık yağış miktarı (257.6 mm) düşük, sıcaklık derecesi ise ortalama 11.6 °C'dir. Bu verilere göre İğdır ili Türkiye'nin en kurak yerleri arasında kalmaktadır (Anonim 2015).

Araştırma alanında 0-40 cm toprak derinliğinde alınan toprak örnekleri İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında analiz edilmiş ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, denemenin kurulduğu toprakların tuzsuz, orta alkali karakterde, organik madde içeriği çok az, kireç içeriği orta, fosfor içeriği yüksek, azot içeriği çok az ve potasyum içeriğinin ise yüksek olduğu görülmüştür (Kaçar, 1972).

Devekiran (*Atraphaxis spinosa* L.) bitkisinde Nisan-Ekim ayları arasında 7 ay süreyle, her ayın sonunda alınan bitki materyallerinde (sap + yaprak) HP, NDF, ADF, ADL, KMS, SE, ME, KOO, KMT ve NYD özellikleri incelenmiştir. Bitki kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bitkinin sap + yaprak kısımlarında hayvanların otlatma alışkanlıkları taklit edilerek örnekler alınmıştır. Çalı öbeklerinin olduğu deneme alanı 3 parçaya bölünmüş ve her biri bir blok olarak ele

alınmıştır. Araştırmanın tek faktörü olan örnek alım zamanları (aylar)'nın istatistiksel analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Ayrıca blok olarak belirlenen alanda bitkilerin besin içeriklerini daha iyi yansıtabilmesi için 5 çalı öbeğinde bitki örneği alınmış ve karıştırılarak tek örnek oluşturulmuştur.

Elde edilen örneklerde ham protein oranı (Kaçar, 1972); NDF, ADF ve ADL oranları (Van Soest *et al.*, 1991); KMS (Kuru madde sindirilebilirliği)=88.9-(0.779 x %ADF) (Oddy *et al.*, 1983); SE (Sindirilebilir enerji Mcal kg⁻¹)=0.27 + 0.0428 x (% KMS) (Fonnesbeck *et al.*, 1984); ME (Metabolik enerji Mcal kg⁻¹) = 0.821 x SE (Mcal kg⁻¹) (Khalil *et al.*, 1986); KMT (Kuru madde tüketimi) oranı= 120 / (%NDF) (Sheaffer *et al.*, 1995); NYD (Nispi yem değeri)= (KMS x KMT) /1.29 Sheaffer *et al.* (1995)'e göre yapılmıştır. Kuru ot oranını belirlemek için ise her ay alınan bitki örnekleri açık havada kurutulduktan sonra 70°C'ye ayarlı kurutma fırınında kurutularak bulunmuştur. Örnekler kurutma fırınında ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletilmiş ve tartılmıştır. Kurutulan ot örneklerinin ağırlığı yaş ot örneklerine oranlanıp kuru ot oranları tespit edilmiştir.

Denemede elde edilen sonuçların varyans analizleri ve ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi SPSS paket programında yapılmıştır (SPSS 1991).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Devekiran çalısının gelişme gösterdiği Nisan-Ekim ayları arasındaki besin içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak özellikleri.

Table 2. Soil properties of the experiment area.

pH (1:2.5 ⁻¹)	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde(%)	Toplam Azot (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (%)
8.07	1.41	8.71	0.17	0.008	29.39	0.20

Çizelge 3. Farklı gelişme dönemlerinde devekiran (*Atraphaxis spinosa* L.) çalısının besin maddesi içerikleri.

Table 3. Nutrient content of Goat's Wheat Manna(*Atraphaxis spinosa* L.) during different periods of development.

Aylar	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	KMS (%)	SE (Mcal kg ⁻¹)	ME (Mcal kg ⁻¹)	KMT (%)	NYD	KOO (%)
Nisan	12.79 a	44.41 d	27.13 c	3.62 b	67.75 a	3.17 a	2.60 a	2.71 a	142.32 a	27.33 f
Mayıs	9.37 b	51.33 c	38.03 ab	9.35 a	59.27 bc	2.80 bc	2.30 bc	2.34 b	107.71 b	31.33 e
Haziran	8.20 bc	62.28 b	44.45 ab	10.40 a	54.27 bc	2.59 bc	2.12 bc	1.93 cd	81.15 cd	61.33 b
Temmuz	5.93 d	68.49 a	47.13 a	14.46 a	52.18 c	2.50 c	2.05 c	1.75 d	71.46 d	70.66 a
Ağustos	8.20 bc	59.69 b	39.33 ab	11.82 a	58.25 bc	2.76 bc	2.26 bc	2.01 c	90.75 bc	69.66 a
Eylül	8.13 bc	56.41 bc	41.27 ab	12.44 a	56.74 bc	2.69 bc	2.21 bc	2.13 bc	94.20 bc	58.66 b
Ekim	6.95 cd	60.72 b	35.40 bc	13.76 a	61.32 ab	2.89 ab	2.37 ab	1.97 c	93.83 bc	50.33 c
Ort.	8.52	57.62	38.96	10.84	58.55	2.78	2.28	2.12	97.35	52.75
F Değerleri	15.67**	17.74**	3.82*	4.56*	3.82*	3.82*	3.82*	21.91**	16.68**	210.46**
CV Değeri	11.20	5.60	14.84	27.26	7.69	6.95	6.90	5.47	9.95	4.00

** %1 ihtimal düzeyinde çok önemli, * %5 ihtimal düzeyinde önemlidir. Benzer harfli olanlar arasındaki fark önemli değildir.

Bitkinin gelişme dönemlerine (aylara) göre HP, NDF, KMT, NYD, KOO, ADF, ADL, KMS, SE ve ME değerlerindeki değişim önemli bulunmuştur. Bitkinin aktif olarak gelişim gösterdiği dönem boyunca sahip olduğu en düşük ve en yüksek HP oranı %5.93 ve 12.79, NDF %51.33 ve 68.49, ADF %27.13 ve 47.13, ADL %3.62 ve 14.46, KMS %52.18 ve 67.75, SE 2.50 ve 3.17 Mcal kg⁻¹, ME 2.05 ve 2.60 Mcal kg⁻¹, KMT %1.75 ve 2.71, NYD 71.46 ve 142.32 ve KOO %27.33 ve 70.66 olarak bulunmuştur.

Farklı çalı türlerinin besin içeriğinin belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yürütülmüştür. Örneğin; Parlak *et al.* (2011) tarafından yürütülen bir çalışmada kermes meşesi (*Quercus coccifera*) çalısının yılın 12 ayı süresince alınan örneklerinde HP içeriğini 56.3-136.3 g kg⁻¹, NDF'yi 298.0-649.3 g kg⁻¹, ADF'yi 224.9-523.7 g kg⁻¹, ADL değerini 101.6-257.7 g kg⁻¹, KMS oranını %43.6-70.8 ve ME değerlerini ise 1.76-2.71 Mcal kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Yurtseven (2011) Sakız geveni (*Astragalus gummifera*)'nin toprak üstü organlarının NYD, KMS ve KMT değerlerini sırayla 56.03, %43.5 ve %1.66 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin otsu türlere göre oldukça yüksek olduğunu belirtmiştir.

İlkbahar aylarında devekiran çalısının HP, KMS, SE, ME, KMT ve NYD içerikleri yüksek (sırasıyla %12.79, %67.75, 3.17 Mcal kg⁻¹, 2.60 Mcal kg⁻¹, %2.71 ve 142.32), NDF, ADF, ADL ve KOO oranları ise düşük (sırasıyla %44.41, %27.13, %3.62 ve %27.33) olmuştur. Ancak olgunlaşmayla birlikte arzu edilen kalite özellikleri azalmış, kaliteyi olumsuz etkileyen değerler artmıştır. Buna göre en yüksek HP (%12.79), KMS (%67.75), SE (3.17 Mcal kg⁻¹), ME (2.60 Mcal kg⁻¹), KMT (%2.71) ve NYD (142.32) oranları Nisan ayında, en düşük HP (%5.93), KMS (%52.18), SE (2.50 Mcal kg⁻¹), ME (2.05 Mcal kg⁻¹), KMT (%1.75) ve NYD (71.46) değerleri ise Temmuz ayında belirlenmiştir (Çizelge 3). Oysa NDF (%68.49), ADF (%47.13), ADL (%14.46) ve KOO (%70.66) oranları en yüksek Temmuz ayında, en düşük NDF (%44.41), ADF (%27.13), ADL (%3.62) ve KOO (%27.33) oranları ise Nisan ayında belirlenmiştir. Genellikle ilk aylara göre Temmuz ve Ekim aylarında besin kaybı daha fazla gerçekleşmiştir. Temmuz ayında sıcaklık değerlerinin diğer aylara göre yüksek olması, en düşük yağış miktarının ve en düşük aylık ortalama nispi nemin Temmuz ayında görülmesi nedeniyle bu ayda bitki gelişmesinin zayıfladığı ve bunun sonucunda HP oranında azalma olduğu düşünülmektedir.

Bitkilerin olgunlaşmasıyla birlikte yaşanan hücrelerde lifli bileşiklerin birikimi genç hücrelere oranla daha fazla bulunur (Lyons *et al.*, 1999). Bitkiler

olgunlaştıkça NDF ve ADF gibi hücre duvarı bileşikleri artmakta ve bitkilerde arzu edilen ham protein gibi bileşikler ise azalmaktadır (Haddi *et al.*, 2003; Akbağ *et al.*, 2014; Parissi *et al.*, 2005). Bitki gelişmesinin ileri dönemlerinde sap oranı artmakta, yaprak oranı ise azalmaktadır (Frost *et al.*, 2008). Bitkinin diğer organlarına göre, saplar daha fazla selüloz içermektedir (Buxton 1996; Claessens *et al.*, 2005). Çalı bitkisi (kermes meşesi) üzerinde yapılan bir çalışmada, bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte daha yüksek ADF ve NDF, daha düşük HP içeriğine sahip olduğunu belirlenmiştir (Papachristou *et al.*, 2005).

Otsu türlerde olduğu gibi çalı ve ağaç türlerin de gelişme dönemlerine bağlı olarak yapraklarındaki besin içerikleri değişmektedir. Değişik ekolojik şartlarda yürütülen pek çok çalışmada odunsu (çalı ve ağaç) türlerin olgunlaşmasıyla birlikte HP, KOO, ME içeriklerinin azaldığı, NDF, ADF, ADL ve kül içeriklerinin ise arttığı belirtilmiştir (Papachristou and Papanastasis 1994; Ataşoğlu *et al.*, 2010; Parlak *et al.*, 2011; Tan ve Temel 2012).

Bitkinin ilkbaharda büyümeye başlaması ile birlikte genç hücre sayısı artmakta ve genç hücrelerin içerdiği protein miktarı diğer bileşiklere göre daha fazla olmaktadır. (Kacar *ve ark.*, 2006). Ancak sonbahar ve yaz dönemlerinde bitkilerin içerdiği HP içeriği düşmekte, lif ve kül içeriği ise artmaktadır (Mountousis *et al.*, 2008; Ataşoğlu *et al.*, 2010). Yine bitkilerin besleme değerini etkileyen en önemli unsurlardan birisi de örnekleme zamanıdır (Buxton *et al.*, 1985; Kamalak *et al.*, 2005a,b). Genellikle bitkilerde gelişme dönemi ilerledikçe kuru madde ve ham selüloz oranının arttığı, buna karşılık ham proteinin azaldığı bildirilmiştir (Akyıldız 1986; Ergül 1988). Ayrıca bitkilerin olgunlaşmasıyla sap/yaprak oranı yükselmekte (Frost *et al.*, 2008) ve bunun sonucunda NDF, ADF ve ADL bileşikleri artmakta, ham protein bileşikleri ise azalmaktadır (Parissi *et al.*, 2005).

Genellikle odunsu türlerin HP içeriği daha düşük, lif ve kül içeriği ise daha yüksektir. Yapılan çalışmalarda protein içeriklerinin ilkbahar dönemlerinde yüksek olduğu, yaz dönemlerinde ise azaldığı belirlenmiştir (Gonzalez-Andres and Ceresuela 1998; Papachristou *et al.*, 2005). Çalı ve ağaç türlerinde ilkbahar büyüme döneminde protein içeriğinin yüksek olduğu, bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte kuru madde verimi ve hücre duvarı içerikleri artmakta ve buna paralel olarak besin kaybı yaşandığı tespit edilmiştir (Papachristou *et al.*, 2005; Kamalak 2006). Bundan dolayı bu türler özellikle yaz dönemlerinde daha yüksek lif ve kül, düşük ham protein içeriğine sahiptirler (Ataşoğlu *et al.*, 2010).

SONUÇ

İğdır ili Aralık ilçesinde rüzgâr erozyonun yoğun olduğu alanlarda yaygın olarak yetişen devekırıan çalısı ile yürütülen bu çalışmada, olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte bitkilerdeki istenen kalite özelliklerinin düştüğü, arzu edilmeyen besin değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Özellikle büyüme başlangıcına göre Temmuz ve Ekim aylarındaki arzu edilen besin içerikleri daha düşük olmuştur.

Sonuç olarak, devekırıan çalısının gelişme gösterdiği dönemlerde bu alanlardan faydalanan hayvanlara iyi bir yem kaynağı olabileceği belirlenmiştir. İlkbahar dönemlerinde ham protein oranının yüksek, NDF, ADF ve ADL miktarlarının düşük olması nedeniyle, bu dönemdeki otlamaların hayvanların bu yemden yararlanması yükseltecektir. Ayrıca ekstrem iklim ve toprak şartlarının yaşandığı yerlerde otsu türlerin sarardığı, yeterli miktar ve kalitede yem materyalinin temin edilemediği ve ortamda otlanacak yem materyalinin kalmadığı dönemlerde de hayvanlar için bir yem kaynağı olduğu ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, İğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2016-FBE-L01 nolu proje olarak desteklenmiş olup katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Anonim, 2015. İğdır Meteoroloji İl Müdürlüğü, İğdır.

Akbağ HI., Türkmen OS., Baytekin H and Yurtman İY., 2014. Effects of harvesting time on nutritional value of hydroponic barley production. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue, 2: 1761-1765.

Akyıldız AR., 1986. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Yayın No:974, Ders Kitabı No:286, Ankara.

Ataşoğlu C., Şahin S., Canbolat Ö and Baytekin H., 2010. The effect of harvest stage on the potential nutritive value of kermes oak (*Quercus coccifera*) leaves. Livestock Research for Rural Development 22(2):182-185.

Buxton DR., Homstein JS., Wedin WF and Marten GC., 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. Crop Science, 25: 429-435.

Buxton DR., 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science and Technology, 59: 37-49.

Claessens A., Michaund R., Belanger G and Mather DE., 2005. Leaf and stem characteristics of timothy plants

divergently selected for the ratio of lignin to cellulose. Crop Science, 45: 2425-2429.

Ergül M., 1988. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:487, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

Fonnesbeck PV., Clark DH., Garret WN and Speth CF., 1984. Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. Proceeding of American Society of Animal Sciences (Western Section), 35: 305-308.

Frost RA., Wilson LM., Launchbaugh KL and Hovde EM., 2008. Seasonal change in forage value of rangeland weeds in Northern Idaho. Invasive Plant Science and Management, 1(4): 343-351.

Ghazanfar S., Latif A., Mirza IH and Nadeem MA., 2011. Macro-minerals concentrations of major fodder tree leaves and shrubs of district Chakwal, Pakistan. Pakistan Journal of Nutrition, 10(5): 480-484.

Gonzalez-Andres F. and Ceresuela JL., 1998. Chemical composition of some Iberian Mediterranean leguminous shrubs potentially useful for forage in seasonally dry areas. New Zealand Journal of Agricultural Research, 41:139-147.

Haddi ML., Filacorda S., Meniai K., Rollin F and Susmel P., 2003. In vitro fermentation kinetics of some halophyte shrubs sampled at three stages of maturity. Animal Feed Science and Technology, 104: 215-225.

Kacar B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:453, 464 s, Ankara.

Kacar B., Katkat AV ve Öztürk Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi (2. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, s:563, Ankara.

Kamalak A., 2006. Determination of nutritive value of a native grown shrub, *Glycyrrhiza glabra* L. Using in vitro and in situ measurements. Small Ruminant Research, 64: 268-278.

Kamalak A., Canpolat O., Gurbuz Y., Erol A and Ozay O., 2005a. Effect of maturity stage on chemical composition in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournefortii* L.). Small Ruminant Research, 58; 149-156.

Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Ozkan CO and Kızılsimsek M., 2005b. Determination of nutritive value of wild mustard, *Sinapsis arvensis* harvested at different maturity stages using in situ and in vitro measurements. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18(9): 1249-1254.

Karakuş B., 2016. Marjinal alanlarda yetişen devekırıan (*Atraphaxis spinosa* L.) çalısının yıllık besin içeriği değişimi ve toprak özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İğdır.

- Khalil JK., Sawaya WN and Hyder SZ., 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. *Journal of Range Management*, 39: 104-107.
- Loveli OL., 1979. Synopsis generic *Atraphaxis* L. (Polygonaceae). *Novitates systematicae plantarum vascularium*, 1978, Nauka, Leningrad 15:114-128 (in Russian).
- Lyons RK., Machen RV and Forbes TDA., 1999. Why Range Forage Quality Changes, Texas Agrilife Extension Texas A and M System, B-6036.
- Mountousis J., Papanikolaou K., Stanogias G., Chatzitheodoridis F and Roukos C., 2008. Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece. *Journal of Central European Agriculture*, 9(3): 547- 556.
- Oddy VH., Robards GE and Low SG., 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed. In: Robards, G.E., Packham, R.G. (Eds.), *Feed Information and Animal Production*. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK, pp. 395-398.
- Parlak AO., Gokkus A., Hakyemez B and Baytekin H., 2011. Forage yield and quality of Kermes oak and herbaceous species throughout a year in Mediterranean zone of western Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1):510-515.
- Papachristou TG and Papanastasis VP., 1994. Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats. *Agroforestry Systems*, 27: 269-282.
- Papachristou TG., Platis PD and Nastis AS., 2005. Foraging behaviour of cattle and goats in oak forest stands of varying coppicing age in Northern Greece. *Small Ruminant Research*, 59: 181-189.
- Parissi ZM., Papachristou TG and Nastis AS., 2005. Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, 123-124(1): 119-128.
- Pavlov NV., 1936. *Atraphaxis* L. In: Komarov VL (ed) *Flora URSS*. URSS Acad. Sci. Publ. Moscow, Leningrad. 5:501-527 (in Russian).
- Sheaffer CC., Peterson MA., Mccalin M., Volene JJ., Cherney JH., Johnson KD., Woodward WT and Viands DR., 1995. Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber Concentration and Relative Feed Value. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- SPSS Inc., 1991. *Statistical Package For The Social Sciences (SPSS/PC+)*. Chicago, IL.
- Tan M ve Temel S., 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 246, 195-207, Erzurum.
- Temel S ve Şahin K., 2010. Iğdır İlinde Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1):64-72.
- Temel S and Tan M., 2011. Fodder values of shrub species in maquis in different altitudes and slope aspects *The Journal of Animal and Plant Sciences (The JAPS)*, 21(3): 508-512.
- Van Soest PJ., Robertson JD and Lewis BA., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Yurtseven S., 2011. Determination of the feed values of çaişir (*Prangos ferulacea*) and goat's thorn (*Astragalus gummifera*) located in natural plant flora of the southeastern anatolia region. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 17(6): 909-915.

Breeding of Dry Bean Cultivars Using *Phaseolus vulgaris* Landraces in Turkey

Mehmet Zahit Yeken^{1*} Faik Kantar² Hüseyin Çancı³ Göksel Özer⁴ Vahdettin Çiftçi¹

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

²Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Antalya, Turkey

³Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Antalya, Turkey

⁴Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

Received: 13.03.2018

Accepted: 15.05.2018

Keywords:

Dry beans, landraces, selection, breeding

Abstract. Yield and yield components is one of the key objectives of the legume breeding program worldwide. Information on these traits is required for the selection of desirable types and efficient utilization of the genetic diversity in dry bean improvement program. Local landraces of dry beans grown over long time period are more resistant to low input growing conditions its genetic and morphologic properties and quality is more acceptable by the growers. From this perspective, 83 dry bean landraces were collected from different bean growing areas of Western Anatolia Region of Turkey in 2015-2016. The dry bean landraces were grown on the experimental farm of Abant İzzet Baysal University, Bolu during 2016 growing season. A single plant from each dry bean landrace was selected according to morphological characterization results and weighted scaling method, and twenty (8 climber and 12 bush types) dry bean lines were accepted as promising. In the present study, yield and yield components of 12 dry bean lines and 2 commercial cultivars were compared in Bolu province under western black sea ecological condition of Turkey. The experiment was arranged in a Randomized Block Design with three replicates in 2017 growing season on the experimental farm of Abant İzzet Baysal University. Emergence percentage (69.50-96.00%), days to flowering 50% (48.00-52.00 days), days to maturity (86.00-107.33 days), plant height (37.20-58.30 cm), height to first pod (12.50-19.00 cm), number of branches per plant (6.25-8.25), number of pods per plant (16.96-41.50 pods), seeds per pod (4.00-6.40 seeds), seed yield per plant (25.41-96.83 g plant⁻¹) and 100 seeds weight (29.82-55.35 g) were determined according to IPGRI and EU-CPVO criteria. As a result, lines ÇNK-2, ÇNK-4, YLV-28, YLV-32 and BLCK-7 had superior with respect to yield and yield components and hence selected advanced promising lines will be transferred to regional yield trials required for the official procedures of cultivar registration.

*Corresponding author

yeknemehmetzahit@gmail.com

Türkiye'deki Yerel *Phaseolus vulgaris* Populasyonlarını Kullanarak Kuru Fasulye Çeşitlerinin Islahı

Anahtar kelimeler:

Kuru fasulye, yerel populasyon, seleksiyon, ıslah

Özet. Verim ve verim öğeleri dünya çapında baklagil ıslah programının temel hedeflerinden birisidir. Kuru fasulye ıslah programında genetik çeşitliliğin etkin kullanımı ve arzu edilen tiplerin seçimi için bu özelliklere ait bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Uzun yıllardır yetiştirilen yerel kuru fasulye populasyonları, düşük girdili yetiştirme koşullarına genetik ve morfolojik özellikleri sayesinde daha dayanıklı ve yetiştiriciler tarafından kalitesi daha kabul edilebilir düzeydedir. Bu amaç doğrultusunda, Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'ndeki farklı fasulye yetiştirme alanlarından 83 yerel kuru fasulye populasyonu 2015-2016 yıllarında toplanmış ve 2016 yılı yetiştirme sezonunda Abant İzzet Baysal Üniversitesi deneme alanında yetiştirilmiştir. Tartılı derecelendirme ve morfolojik karakterizasyon sonuçlarına göre her bir fasulye populasyonundan tek bitki seçilmiş ve 20 kuru fasulye hattı (8 sarılıcı ve 12 bodur) ümitvar kabul edilmiştir. Bu çalışmada, 12 yerel kuru fasulye hattı ile 2 ticari çeşit verim ve verim öğeleri bakımından Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi Bolu ekolojik koşullarında karşılaştırılmıştır. Araştırma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi deneme alanında 2017 yılında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çimlenme oranı (%69.50-96.00), %50 çiçeklenme gün sayısı (48.00-52.00 gün), olgunlaşma süresi (86.00-107.33 gün), bitki boyu (37.20-58.30 cm), ilk bakla yüksekliği (12.50-19.00 cm), bitkide dal sayısı (6.25-8.25 adet), bitkide bakla sayısı (16.96-41.50 bakla), baklada tane sayısı (4.00-6.40 tane), bitki başına tohum verimi (25.41-96.83 g bitki⁻¹) ve 100 tane ağırlığı (29.82-55.35 g) IPGRI ve EU-CPVO kriterlerine göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, verim ve verim öğeleri bakımından ÇNK-2, ÇNK-4, YLV-28, YLV-32 ve BLCK-7 üstün ümitvar hatlar olarak seçilmiş ve bu hatların çeşit tescil için bölge verim denemelerine aktarılmasına karar verilmiştir.

INTRODUCTION

Among edible legumes crops, dry bean (*Phaseolus vulgaris* L., $2n=2x=22$) is a self-pollinated crop species. Beans are globally important crop and appeal both to farmer and consumers. Nearly 50% of grain legumes for direct human consumption in the most of developing countries are dry beans (McClellan *et al.*, 2004). Beans are staple food for more than 200 million people of sub-Saharan Africa (Schmutz *et al.*, 2014). It is the most important crop after chickpea and lentil among the grain legumes in Turkey. Annual bean production exceeds 26 833 394 tonnes in worldwide while production is yearly about 235 000 tonnes in Turkey (FAO 2016). It is protein crop and phaseolin, a seed storage protein, makes up the majority of total seed protein in dry beans (Madakbaş *et al.*, 2014).

Phaseolus vulgaris L. was independently domesticated in present day north Mexico and Andes mountains to northwest Argentina around 8000 years ago (Gepts and Debouck 1991; Mamidi *et al.*, 2011; Blair *et al.*, 2012; Bitocchi *et al.*, 2013). Mesoamerican gene pool originated from Mexico to Columbia, while Andean gene pool domesticated in from south Peru to Northwestern Argentina (De la Fuente *et al.*, 2012). Domestication of cultivated common at two independent regions such as Mesoamerican and Andean zones, endowed the crop relatively high diversity (Gepts and Debouck 1991; Gepts 1998). Beans are believed to have been brought together with maize to Mediterranean coast by Portuguese and Spanish traders in the 16th and 17th century (Greenway 1945; Gentry 1969) and then introduced to Anatolia in the 17th century (Bozoğlu *et al.*, 2011). Varying geography, different climatic regions and natural selection for organoleptic requirements over this period created rich bean diversity of landraces in Anatolia (Madakbaş *et al.*, 2014).

Productivity, seed quality, seed mineral contents, and resistance to biotic and abiotic stress and many other traits are important plant traits for future bean breeding in order to meet ever increasing global food demand. In order to increase the efficiency of selection, maximum use of natural genetic diversity is one of the most critical and significant objectives of crop improvement program.

Dry bean landraces, which have been cultivated in different regions for many years, have various characteristic traits as a result of spontaneous mutations. Assessing these differences, identification of dry bean germplasm containing high yield and yield components is crucial for dry bean breeding. Earlier work by Çiftçi *et al.* (2009) selected common bean

genotypes of early maturity, high yield potential and salt resistance from landraces from Van-Gevaş. 23 genotypes were selected by weighed ranking method on the basis of selection criteria among 75 genotypes on the bases of phenological and morphological properties as days to maturity, seed yield per plant, pod lengths, 1000 seeds weight of selected types were found as 103-140 days, 119.28-9.59 g plant⁻¹, 11.04-23.10 cm and 278.29-681.89 g, respectively. In another study, a collection of 418 bean landraces collected North East Anatolia and Çoruh Valley were evaluated in characterization and selection work in Erzurum in 2008, 2009 and 2010 selecting high yielding dry bean landraces for the field conditions. On the bases of germination days, days to flowering, plant height, number of branch per plant, number of pods per plant, height to first pod, seeds per pod, days to maturity, 1000 seeds weight of genotypes were detected as 13-16 days, 38-92 days, 37-118 cm, 1.0-5.6 pieces, 1.2-27.0 pods plant⁻¹, 6.4-15.0 cm, 1.0-6.2 seeds, 113-120 days, 219.0-1003.4 g in 2008, respectively (Kantar *et al.*, 2010). As part of another study, Çiftçi *et al.* (2012) collected and evaluated 414 bean genotypes from the South of Eastern Anatolia provinces selecting a total of 4 landraces for dry consumption and 38 for fresh consumption. On the basis of emergence percentage, days to flowering, days to first pod, days to maturity, pod height were determined as 10-100%, 49-67 days, 55-98 days, 78-161 days, 8.38-24.61 cm.

Dry beans production is a household activity in all regions and there are many dry bean landraces unique to each region in Turkey. The effective use of the local gene resources is very important for breeding studies. The aim of this work was to select advanced dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines. Selected dry bean lines will be transferred to advance yield experiments for registration and production permit according to national rules.

MATERIALS AND METHODS

Plant Materials

Eighty-three dry bean landraces were collected from farmers' fields of different provinces (Düzce, Kocaeli, Yalova, Bilecik, Bursa, Balıkesir, Çanakkale) of Turkey from October 2015 to March 2016. Morphological and agronomic characterization of these 83 dry bean landraces were performed according to the cultivar evaluation criteria developed by IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) and EU-CPVO (European Union Community

Plant Variety Office) on the experimental farm of Abant İzzet Baysal University, Bolu during 2016 growing season. A single plant from each dry bean landrace was selected according to morphological characterization results and weighted scaling method.

Twenty (8 climber and 12 bush types) dry bean lines were regarded as promising.

Twelve promising lines (YLV-28,32, BLKSR-3,4, BRS-3,21,22, BLCK-7 and ÇNK-2,4,6,8) (Figure 1 and 2) with two commercial cultivars (Önceler-98 and Göynük-98) were compared in this experiment (Table 1).

Table 1. Passport data of dry bean landraces collected from Northwestern Turkey.

Çizelge 1. Türkiye'nin kuzey batısından toplanılan kuru fasulye popülasyonlarının pasaport bilgileri.

Landraces Number	Names of Landraces	Collection Site	District	Village	Altitude (m)	Coordinates
1	YLV-28	Yalova	Merkez	Kurtköy	362	40°33'12.70"N/29°12'52.17"E
2	YLV-32	Yalova	Merkez	Sugören	428	40°33'38.32"N/29°19'34.07"E
3	BLKSR-3	Balıkesir	Manyas	Salur Mh.	29	40° 5'58.61"N/27°56'16.65"E
4	BLKSR-4	Balıkesir	Manyas	Akçaova Mh.	30	40° 7'16.68"N/27°51'15.26"E
5	BRS-3	Bursa	Yenişehir	Osmaniye	377	40°10'18.45"N/29°37'15.12"E
6	BRS-21	Bursa	Kestel	Kozluören	496	40° 7'39.19"N/ 29°21'9.43"E
7	BRS-22	Bursa	Kestel	Aksu	360	40°10'2.02"N/ 29°18'58.01"E
8	BLCK-7	Bilecik	Pazaryeri	Dereköy	813	39°59'12.52"N/ 29°51'7.17"E
9	ÇNK-2	Çanakkale	Yenice	Çınarcık	320	39°57'6.22"N/ 27°10'54.75"E
10	ÇNK-4	Çanakkale	Biga	Aşağıdemirci	58	40°14'38.70"N/ 27°22'17.65"E
11	ÇNK-6	Çanakkale	Biga	Gerlengeç	25	40°17'26.36"N/ 27°25'14.56"E
12	ÇNK-8	Çanakkale	Bayramiç	Beşik	306	39°44'15.48"N/ 26°41'34.82"E
13	Göynük 98	Registered Cultivar				
14	Önceler 98	Registered Cultivar				

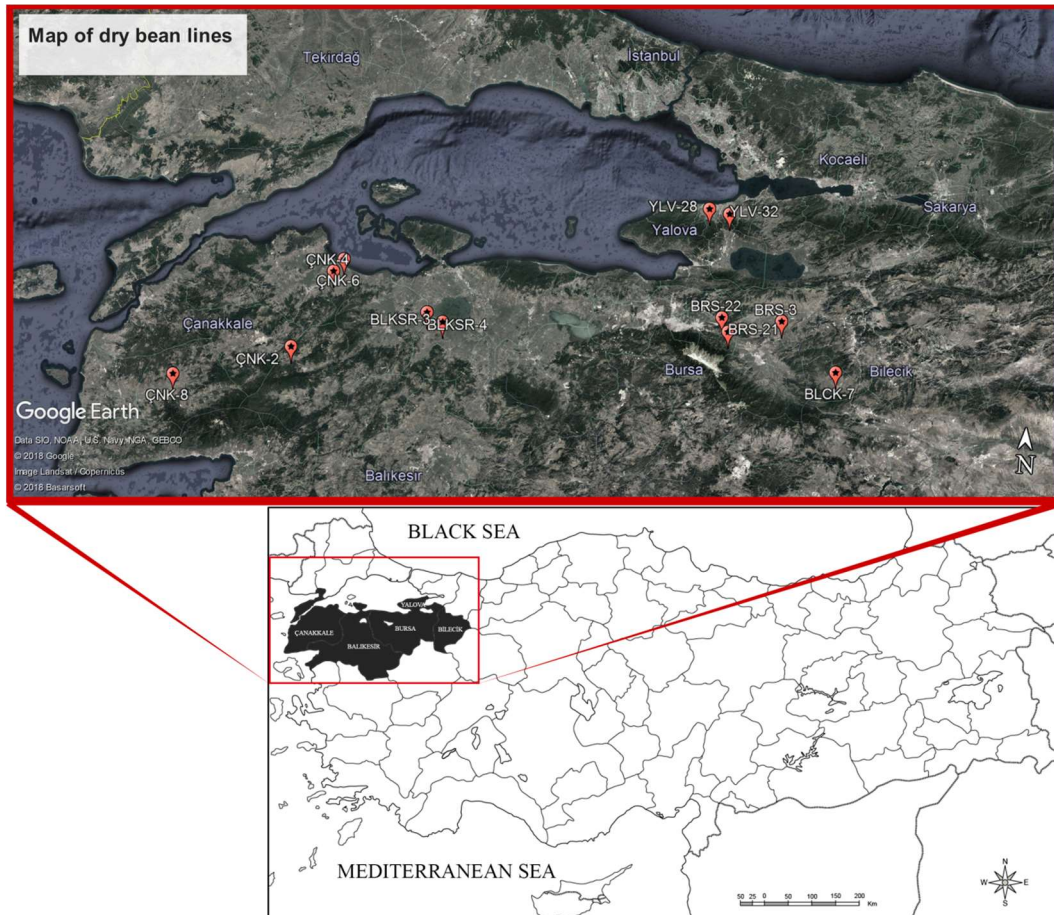


Figure 1. Map of North West of Turkey from which dry bean landraces were collected. Provinces where landraces were collected were marked in red.

Şekil 1. Türkiye'nin kuzey batısından toplanılan kuru fasulye popülasyonlarının haritası. Fasulye popülasyonlarının toplandığı iller kırmızı ile işaretlenmiştir.



Figure 2. Seeds of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines used in the study.

Şekil 2. Çalışmada kullanılan yerel kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hatlarının tohumları.

Climate Conditions

The altitude of the experimental site from sea level is approximately 754 m and located at 31°37' E and 40°44' N. The growth period in 2017 after sowing had relatively higher rainfall in comparison to the long term average of last sixteen years' average (Table 2). Average temperature in growing period was similar to long term climate data. However, Table 2 reveals that total precipitation in July 2017 (1.6 kg m⁻²) was lower than that of the long term average (30.4 kg m⁻²). Consequently, the year 2017 was an exceptionally drier year.

Crop Sowing and Experimental Design

The experiment was arranged in randomized block design with three replicates in 2017 growing season on the experimental farm of Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey. The bean lines were sown on 1st of May 2017 in the plots consisting two rows of 4 m long with row spacing of 45 cm and intra row spacing of 10 cm. A fertiliser rate of 4 kg of nitrogen

and 6 kg of phosphorous were given at the time of sowing in the form of ammonium sulphate and triple super phosphate. Standard agricultural practices were applied equally in all the plots.

Yield and Yield Components

Dry bean lines were evaluated according to IPGRI and EU-CPVO on five plants from each plot. Emergence percentage (EP), days to flowering 50% (DF), days to maturity (DM), plant height (PH), height to first pod (HFP), number of branches per plant (BN), number of pods per plant (P/P), seeds per pod (SPP), seed yield per plant (SY) and 100 seeds weight (SW) were recorded on plots (Anonymous 2009).

Statistical Analysis

The data were analyzed using Analysis System computer software (SAS Version 9.0). Means values were separated according to *Least Significant Difference* (LSD) test at p=0.05.

Table 2. Monthly total precipitation, temperature and relative humidity in 2017 and long term average (2000-2016).

Çizelge 2. 2017 yılı ve uzun yıllar ortalaması (2000-2016) aylık toplam yağış, sıcaklık ve nisbi nem.

2017		May	June	July	August	September
Average Temperature	°C	12.8	17.4	20.6	20.0	17.5
Total Precipitation	kg m ⁻²	74.1	64.8	1.6	39.6	4.4
Average Relative Humidity	%	74.7	73.3	65.8	70.1	65.3
2000-2016		May	June	July	August	September
Total Precipitation	kg m ⁻²	58.7	52.1	30.4	24.4	27.3
Average Temperature	°C	14.1	17.5	19.9	19.7	16.1

RESULTS AND DISCUSSION

Emergence Percentage

Significant differences were found among bean lines in terms of emergence percentage (EP) ($p < 0.05$) (Table 3). The average EP was observed as 81.68% of bean lines. The highest EP was seen in BLKSR-4 (96%) and followed by ÇNK-4 (89%), the lowest EP was determined in BRS-22 (69.5%). EP of commercial cultivars (Önceler-98 and Göynük-98) was found as 85% and 70%, respectively. While EP of Önceler-98 was observed as lower than 3 lines (ÇNK-4,8 and BLKSR-4), Göynük-98 was only seen to be higher than BRS-22. In previous studies, variations in bean genotypes can be seen in terms of the cardinal temperature requirement for germination and emergence. Genotypes with a low cardinal temperature requirement emerged in a shorter time (Wagenvoort and Bierhuizen 1977; Kantar and Elkoca 2001). It was reported that no germination was seen under 10°C and above 35°C and under extreme conditions (Demir and Yanmaz 1994; Sehirali 2002; Balkaya 2004; Kurtar *et al.*, 2004). The average temperature was recorded as 12.8°C in May of 2017 and affected positively to germination.

Days to flowering (50%)

Days to flowering 50% (DF) recorded in the field of the lines investigated were regarded as early, medium and late flowering, 45, 50 and >50 days, respectively (Balkaya and Yanmaz 2003; Madakbas *et al.*, 2009; 2010; Düzdemir and Ece 2010; Madakbaş and Ergin 2011). No significant variations were recorded among the lines in DF (Table 3). With regard to DF, Göynük-98, YLV-32 and BRS-22 were determined as late flowering, and the rest of the lines (ÇNK-2,4,6,8; BLCK-7; YLV-28; BLKSR-3,4; BRS-3,21) were observed as medium flowering (Table 3). ÇNK-8, BRS-21 and BLKSR-3 were detected as the early lines with 48 days. These values are within the range reported by early works done with lines (Çiftçi 2009; Kantar 2010; Fivawo and Msolla 2011; Madakbas and Ergin 2011; Sofi *et al.*, 2011; Aydoğan 2017).

Days to Maturity

Significant differences were observed among bean lines in terms of days to maturity (DM) ($p < 0.05$). The average DM for all lines recorded was 97.95 days with the highest DM being in YLV-32 (107.33 days) and the lowest being in ÇNK-8 (86 days) followed by BRS-21, BLKSR-3 (Table 3). DM of ten lines (ÇNK-2,4,6,8; BRS-3,21,22; BLKSR-3,4; YLV-28) were earlier than commercial cultivars (Önceler-98 and Göynük-98).

A study reported that days to flowering and maturity can be influenced by environmental factors such as temperature and photoperiod (Rana *et al.* 2015). Bozoğlu and Sözen (2007) and Güneş (2011) reported DM values of 73-170, 99-135 days for lines. DM values recorded in our experiment are within the range of early works done (Çiftçi 2009; Kantar 2010; Fivawo and Msolla 2011; Sofi *et al.*, 2011; Aydoğan 2017; Yeken 2017).

Plant Height

High variability was recorded for plant height (PH) ranging from 37.20 to 58.30 cm amongst bean lines ($p < 0.05$). PH was the highest (58.30 cm) for Göynük and the shortest (37.20 cm) for ÇNK-8 with an average value of 49.23 cm (Table 3). PH values of lines varied with environmental conditions (Bozoğlu 1995; Pekşen 2005; Ülker 2008). Although PH in bean has high heritability degree (84.6-90.0%) (Çiftçi and Şehirali, 1984). In other studies, significant variations were recorded for PH (Bozoğlu and Sözen 2007; Ceyhan *et al.*, 2009; Çiftçi 2009; Kantar 2010; Fivawo and Msolla 2011; Sofi *et al.*, 2011; Yeken 2017).

Height to First Pod

Height to first pod (HFP) is one of the most important parameters for the mechanical harvesting. The varieties, which have high HFP, can be harvested by machine (Elkoca and Çınar 2015). It was seen that HFP had significant differences among bean lines in Table 3 ($p < 0.05$). While the highest HFP was recorded in ÇNK-2 (19.0 cm), the lowest was determined in YLV-28, 32 (12.5 cm), and the average HFP was being 15.39 cm. With regard to HFP, eight lines (ÇNK-2,4,8; BRS-3,21,22; BLKSR-4; BLCK-7) were detected as higher than commercial cultivars. In previous studies, it is reported that HFP showed high significant variation ranging from 6.9 cm to 29.3 cm amongst bean lines (Bozoğlu 1995; Anlarsal *et al.*, 2000; Düzdemir ve Akdağ 2001; Pekşen 2005; Elkoca and Çınar 2015).

Number of Branches Per Plant

The statistical analysis of data on number of branches per plant (BN) showed remarkable differences ($p < 0.05$) among bean lines (Table 3). The mean BN was 7.51 pieces, and it ranged from 6.25 pieces for BRS-21 to 8.25 pieces for ÇNK-2. Özçelik and Gülümser (1988) found the BN as 7.4-9.0 in their study, which investigated on yield and yield components of 10 common bean genotypes in Samsun ecological conditions of Turkey. Another study reported that

yield, yield components and technological characteristics of some dry beans genotypes were determined in Ordu ecological conditions, and BN was in the range of 3.03-5.33 33 (Özbekmez 2015). Other researchers reported that there are significant differences between years in terms of BN as a consequence of climatic differences (Karakuş et al., 2005; Pekşen 2005; Elkoca and Çınar 2015).

Number of Pods Per Plant

There were statistically ($p < 0.05$) significant differences among bean lines terms of number of pods per plant (P/P) with, the values ranging between 16.96 and 41.50 pods plant⁻¹ and the highest being BLCK-7 and lowest being BRS-21 (Table 3). The average P/P was 25.13 pods/plants. With regard to P/P, seven lines (ÇNK-2,4; BRS-3; BLKSR-4; BLCK-7; YLV-28,32) were higher than commercial cultivars. P/P was reported as 4.5-25.0 pods plant⁻¹ by Peşken and Gülümser (2005) and 17.9-58.0 pods plant⁻¹ by Yıldız (2015). Tikka and Kumars (1976) reported that P/P is one of the most important factors which directly affect yield. Another study noted that increasing P/P and SPP can increase plant yield (Yılmaz et al., 2014). Many previous studies indicated that direct effect of P/P on seed yield was positive and significant (Rodrigo et al., 1972; Sehirali 1980; Dhiman 1996; Pooran-Chand 1999; Amini et al., 2002). P/P in our study was in the range reported by previous studies (Çiftçi 2009; Yıldız 2015; Aydoğan 2017).

Seeds Per Pod

Table 3 indicates that seeds per pod (SPP) varied significantly ($p < 0.05$) among bean lines. Mean, lowest and highest values of bean lines were 4.71, 4.00, and 6.40 seeds, respectively. Three lines (BRS-21,22; BLKSR-3) were higher than commercial cultivars in terms of SPP (Table 3). SPP of 4274 common bean accessions in the Indian hill region were observed between 4-8 seeds by Rana et al. (2015). Furthermore, some researchers reported that SPP varied between 2.10-9.60 seeds depends on ecological conditions (Bursa, Erzurum, Samsun, Konya, Yozgat, Ordu and Van-Gevaş) and genetic diversity (Azkan and Yürür 1987; Elkoca and Kantar 2004; Pekşen 2005; Ülker and Ceyhan 2008; Çiftçi 2009; Fivawo and Msolla 2011; Nechifor et al., 2011; Sofi et al., 2011; Varankaya 2011; Özbekmez, 2015; Aydoğan 2017).

Seed Yield Per Plant

Seed yield per plant (SY) is the most important traits for crop plants. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were observed of beans lines in this study. The average SY was 49.50 g plant⁻¹ (Table 3) with the lowest SY being in ÇNK-8 (25.41 g plant⁻¹), and the highest value BLCK-7 (96.83 g plant⁻¹) followed by YLV-32. BLCK-7, YLV-28,32, ÇNK-2,4,6, BRS-3 and BLKSR-4 had the highest SY of the lines, being higher

Table 3. Plant Growth Data of dry bean lines in comparison with commercial cultivars and LSD groups.

Çizelge 3. Yerel kuru fasulye hatlarının bitki büyüme verilerinin ticari çeşitlerle karşılaştırılması ve LSD grupları.

	EP	DF	DM	PH	HFP	BN	P/P	SPP	SY	100 SW
BLCK-7	78.50 bcd	50.00	103.03 bc	55.24 ab	15.50 b-e	8.00 ab	41.50 a	4.40 de	96.83 a	54.53 a
BLKSR-3	85.00 abc	48.00	86.67 f	52.50 bc	14.00 ef	7.60 ab	18.25 de	6.40 a	35.17 def	32.01 gh
BLKSR-4	96.00 a	49.00	98.63 de	47.00 de	15.00 c-f	6.50 cd	25.65 cd	4.70 cd	47.37 cde	42.35 bc
BRS-3	80.50 bcd	49.00	98.53 de	49.90 cd	18.00 ab	8.00 ab	29.99 bc	4.20 ef	48.80 cd	36.91 def
BRS-21	79.50 bcd	48.00	86.47 f	44.60 e	17.00 a-d	6.25 d	16.96 e	5.50 b	35.31 def	36.47 ef
BRS-22	69.50 d	51.00	98.53 de	43.80 e	14.50 def	7.00 bcd	19.53 de	4.90 c	38.13 def	40.84 cd
ÇNK-2	81.50 a-d	49.00	97.03 e	52.70 bc	19.00 a	8.25 a	29.29 c	4.70 cd	58.09 c	45.16 b
ÇNK-4	89.00 ab	49.00	96.27 e	48.60 cde	17.50 abc	8.20 a	25.22 cd	4.20 ef	55.06 c	51.29 a
ÇNK-6	83.00 a-d	50.00	97.33 e	52.50 bc	14.00 ef	7.50 abc	22.17 cde	4.60 cd	40.40 de	39.24 cde
ÇNK-8	87.50 abc	48.00	86.00 f	37.20 f	17.00 a-d	7.83 ab	18.89 de	4.60 cd	25.41 f	29.82 h
YLK-28	85.00 abc	49.00	98.53 de	43.80 e	12.50 f	7.85 ab	24.40 cde	4.70 cd	57.94 c	52.57 a
YLK-32	73.5. cd	52.00	107.33 a	55.13 ab	12.50 f	7.00 bcd	38.00 ab	4.00 f	80.54 b	55.35 a
Göynük-98	70.00 d	52.00	106.00 ab	58.30 a	14.50 def	7.25 a-d	18.83 de	4.10 ef	34.38 ef	45.51 b
Önceler-98	85.00 abc	49.00	101.57 cd	47.90 cde	14.50 def	7.87 ab	23.19 cde	4.88 c	39.55 de	34.49 fg
Average	81.68	49.50	97.95	49.23	15.39	7.51	25.13	4.71	49.50	42.61
F value	2.06*	0.90	22.78*	11.41*	4.02*	2.81*	6.94*	24.09*	16.84*	33.93*
CV %	10.82	4.96	2.52	5.92	11.28	8.58	19.35	4.68	16.58	5.87
LSD (0.05)	14.83		4.11	4.89	2.91	1.08	8.16	0.37	13.77	4.20

*: $P \leq 0.05$, EP: Emergence percentage, DF: Days to flowering 50%, DM: Days to maturity, PH: Plant height, HFP: height to first pod, BN: Number of branches per plant, P/P: Number of pods per plant, SPP: Seeds per pod, SY: Seed yield per plant and SW: 100 seeds weight.

than commercial cultivars (Table 3). Eberhart and Russell (1966) reported that an ideal variety combines high yield with stability of performance. Researchers reported that among various traits, seed traits were the most crucial in common bean varieties (Park et al., 2000; Bisht et al., 2014; Rana et al., 2014; 2015). Seed traits were greatly heritable (Singh et al., 2007; Blair et al. 2010). According to Çiftçi et al. (2009), SY of selected types were detected to vary between 9.59-119.28 g plant⁻¹ at Van-Gevaş in 2008. Similar observations on SY were determined in other studies (Sözen 2012; Özkorkmaz Atıcı 2013).

100 seeds weight

100 seeds weight (SW) significantly varied ($p < 0.01$) among bean lines ranging from 29.82 to 55.35 g (Table 3). The average SW was 42.61 g. With regard to SW, four lines (YLV-28,32; BLCK-7; ÇNK-4) were higher than commercial cultivars. Several researchers reported that seed weight was associated positively with various other yield traits in bean germplasm (Blair et al., 2006; Rai et al., 2006; Dursun 2007; Apostolova et al., 2009; Bhushan et al., 2009; Kumar et al., 2009; Karasu and Oz 2011; Sofi et al., 2011; Ahmed and Kamaluddin 2013; Sofi et al., 2014). The other studies noted that SW ranged between 3.5-96.3 g and 42.2-60.3 g in the genotypes by Rana et al., (2005) and Aydoğan (2017). Roy et al. (2006), Fivawo and Msolla (2011), Nechifor et al. (2011), Sofi et al. (2011), Ahmad and Kalamuddin (2013) and Ali et al. (2016) reported also same range values for 100 seeds weight.

CONCLUSIONS

Dry bean lines were compared with commercial cultivars according to IPGRI and EU-CPVO in the study in terms of emergence percentage, days to flowering 50%, days to maturity, plant height, height to first pod, number of branches per plant, number of pods per plant, seeds per pod, seed yield per plant and 100 seeds weight. Among the commercial cultivars and lines investigated, BLCK-7 and YLV-32 were statistically significantly superior in terms of seed yield per plant (96.83 g plant⁻¹ and 80.54 g plant⁻¹) and number of pods per plant (41.5 pods plant⁻¹ and 38 pods plant⁻¹). Among lines investigated in the experiment, BRS-21, BLKSR-3 and ÇNK-8 were of early maturation period. However, these lines were lower than other lines in terms of seed yield per plant (35.31, 35.17 and 25.41 g plant⁻¹) and number of pods per plant (16.96, 18.25 and 18.89 pods plant⁻¹). On the other hand, ÇNK-2, ÇNK-4 and YLV-28 were higher than commercial cultivars (Önceler-98 and Göynük-98) and other lines (ÇNK-6,8; BRS-21,22; BLKSR-3) in

terms of seed yield per plant (58.09, 55.06 and 57.94 g plant⁻¹) and number of pods per plant (29.29, 25.22 and 24.40 pods plant⁻¹). In conclusion, lines of ÇNK-2, ÇNK-4, YLV-28, YLV-32 and BLCK-7 had superior yield and yield components for variety registration and commercialization.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK Project number: 115R042). We would like to thank to the Transitional Zone Agricultural Research Institute, Eskişehir/Turkey for supplying dry bean cultivars.

REFERENCES

- Anonymous., 2009. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests. *Phaseolus vulgaris* L., Community Plant Variety Office.
- Ahmad Ali., Sher Aslam Khan., Naushad Ali., Sardar Ali., Izhar Hussain., Fazlullah., Hanif Raza., Fayyaz Ahmad., Mehnaz Saleem and Attaullah., 2016. Evaluations of locally collected germplasm of common bean (*P. vulgaris* L.) for variability in morphological and yield characters in Swat valley. *Pure and Applied Biology*, 5(3): 573-577.
- Ahmed S and Kamaluddin., 2013. Correlation and path analysis for agro morphological traits in rajmash beans under Baramulla- Kashmir region. *African Journal of Agricultural Research*, 8(18): 2027-2032.
- Amini A., M Ghannadha and C Abd-Mishani., 2002. Genetic diversity and correlation between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Science*, 33(4): 605-615.
- Anlarsal AE., Yücel C ve Özveren D., 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 19-29.
- Apostolova E., Dimova D and Svetleva E., 2009. Correlation dependence between twenty-one traits of some Bulgarian common bean genotypes. *Acta Horticulturae*, 830: 191-197.
- Aydoğan C., 2017. İleri İspir kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hatlarında verim ve kalite çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Azkan N ve Yürür N., 1987. Bazı Fasulye Çeşitlerinin Bursa Yöresinde İkinci Ürün Olarak Değerlendirilmesi Üzerinde Araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6: 155-163.
- Balkaya A ve Yanmaz R., 2003. Bazı taze fasulye çeşit adayları ile ticari çeşitlerin morfolojik özellikler ve protein markörler yoluyla tanımlanmaları. *Ankara Üniversitesi*

- Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9(2): 182-188.
- Bisht IS., Pandravada SR., Rana JC., Malik SK., Archna Singh., Singh PB., Firoz Ahmad and Bansal KC., 2014. Subsistence farming, agro-biodiversity and sustainable agriculture: a case study. *Journal of Agro-Ecology and Sustainable Food Systems*, 38(8): 890-912.
- Bitocchi E., Bellucci E., Giardini A., Rau D., Rodriguez M., Biagetti E., Santilocchi R., Spagnoletti Zeuli P., Gioia T., Logozzo G., Attene G., Nanni L and Papa R., 2013. Molecular Analysis of the Parallel Domestication of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytologist*, 197: 300-313.
- Blair MW., Laura FG., Paul M and Louis B., 2010. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. *Theoretical and Applied Genetics*, 121: 237-248.
- Blair MW., Galeano CH., Tovar E., Muñoz Torres MC., Castrillón AV., Beebe SE and Rao IM., 2012. Development of a Mesoamerican intra-genepool genetic map for quantitative trait loci detection in a drought tolerant × susceptible common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cross. *Molecular Breeding*, 29(1): 71-88.
- Bozoğlu H., 1995. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksiyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bozoğlu H and Sözen Ö., 2007. Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31: 327-334.
- Bhushan KB., Jadli S., Verma O and Goswami AK., (2009) Plant characters correlation and path coefficient analysis of seed yield in exotic French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm. *International Journal of Agriculture and Forestry Science*, 4(2): 667-669.
- Ceyhan E., Önder M ve Kahraman A., 2009. Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(49): 67-73.
- Çiftçi CY ve Şehirli S., 1984. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıkların saptanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No:TB 4, Ankara.
- Çiftçi V., Şensoy S ve Kulaz H., 2012. Doğu Anadolu'nun Güneyinde Yetiştirilen Fasulye Gen Kaynaklarının Toplanması Ve Değerlendirilmesi, Tübitak 109O163 Nolu Proje Sonuç Raporu.
- Çiftçi V., Şensoy S ve Türkmen Ö., 2009. Van-Gevaş'ta Yaygın Olarak Yetiştirilen Yalancı Dermason Fasulye Populasyonunun Seleksiyon Yöntemiyle Islahı, TOVAG-106O346 Nolu Proje Sonuç Raporu.
- De La Fuente María., López-Pedrouso María., Alonso Jana., Santalla Marta., De Ron Antonio M., Álvarez Gonzalo and Zapata Carlos., 2012. In-depth characterization of the phaseolin protein diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) based on two-dimensional electrophoresis and mass spectrometry. *Food Technology and Biotechnology*, 50(3): 315-325.
- Demir I and Yanmaz R., 1994. Seed quality development in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during maturation. ISTA/ISHS Symposium, Technological Advances in Variety and Edd Research 31 May-3 June 1994, Wageningen, Netherlands.
- Dhiman KR., 1996. Path analysis in dry bean germplasm. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, 56(4): 439-446.
- Dursun A., 2007. Variability, heritability and correlation studies in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1): 12-16.
- Düzdemir O ve Akdağ C., 2001. Türkiye kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının karakterizasyonu. II: Verim ve diğer bazı özellikler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 101-105.
- Düzdemir O ve Ece A., 2010. Kuzey geçit bölgesinde bazı kuru fasulye genotiplerinin tanımlaması. *YYU 8. Tarım Sempozyumu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü*, 23-26 Haziran 2010, Van.
- Eberhart SA and Russel WA., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Elkoca E ve Kantar F., 2004. Erzurum ekolojik koşullarına uygun erkenci ve yüksek verimli kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4): 137-142.
- Elkoca E ve Çınar T., 2015. Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve hatlarının Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu, tarımsal ve kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (2), 141-153.
- FAO 2016. FAOSTAT, Statistic Database. <http://faostat.fao.org/>. [Erişim: 15 Aralık 2017].
- Fivawo NC and Msolla SN., 2011. The diversity of common bean landraces in Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Science*, 2: 337-351.
- Gentry HS., 1969. Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Economic Botany*, 23:55-69.
- Gepts P., 1998. Origin and Evolution of Common Bean: Past Events and Recent Trends, *Horticultural Science*, 33: 1124-1130.
- Gepts P and Debouck D., 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Van Schoonhoven A, Voysest O (eds) *Common Beans: Research for Crop Improvement*. CAB Int., Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia, pp. 7-53.

- Greenway PJ., 1945. Origin of some East African food plants. East African Agricultural and Forestry Journal, 10: 177-180.
- Kantar F ve Elkoca E., 2001. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin kardinal ve toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller, 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Güneş Z., 2011. Van-Gevaş'da ümitvar bulunan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hatlarında verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kantar F., Elkoca E., Eken C ve Dönmez F., 2010. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nde Yetiştirilen Kuru Fasulye Gen Kaynaklarının Toplanması ve Değerlendirilmesi, Tübitak 107O400 Nolu Proje Sonuç Raporu.
- Karakuş M., Çiftçi V., Toğay Y ve Toğay N., 2005. Van-Gevaş koşullarında farklı sıra aralıklarının fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1): 57-62.
- Karasu A and OZ M., 2011. A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(2): 203-211.
- Kumar A., Singh A., Singh P., Singh SB and Singh V., 2009. Relationship and path analysis for green pod yield and its contributing characters over environments in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Legume Research, 32(4): 270-273.
- Kurtar ES., Balkaya A and Uzun S., 2004. Modelling the effect of temperature on the germination power in some legume group. Journal Agronomy., 3(4): 311-314.
- Madakbas SY., Ellialtıoğlu S ve Ergin M., 2009. Fasulyede dölleme biyolojisi ve melezleme tekniği. Hasad Dergisi (Üretim), 24(284): 72-80.
- Madakbas SY., Ergin M ve Özcelik H., 2010. Çarsamba Ovası'ndan toplanmış eğri oturak taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının özelliklerinin tespiti üzerine araştırmalar. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 23-26 Haziran, Van.
- Madakbaş SY and Ergin M., 2011. Morphological and phenological characterization of Turkish bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes and their present variation states. African Journal of Agricultural Research, 6(28): 6155-6166.
- Madakbaş SY., Halima A and James K., 2014. Determination of phaseolin types in common bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties from Turkey. Greener Journal of Agricultural Sciences, 4(2): 39-45.
- Mamidi S., Rossi M., Annam D., Moghaddam S., Lee RK., Papa R and McClean P., 2011. Investigation of the domestication of common bean (*Phaseolus vulgaris*) using multilocus sequence data. Functional Plant Biology, 38: 953-967.
- McClean P., Gepts P and Kamir J., 2004. Genomics and Genetic Diversity in Common Bean. AOCS Press, USA.
- Nechifor B., Raluca F and Lizia S., 2011. Genetic variability, heritability and expected genetic advance as indices for yield components selection in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Scientific Papers, UASVM Bucharest Series A., 54: 332-337.
- Özbekmez Y., 2015. Determination of yield and components with seed and technological characteristics of some dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties and genotypes on in ecological conditions of Ordu. Master of Science Thesis, Ordu University Institute of Science and Technology, Ordu.
- Özcelik H and Gülümser A., 1988. Bazı bodur fasulye (*P. vulgaris* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğeleri üzerine bir araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 99-108.
- Park SO., Coyne DP., Jung G., Skroch PW., Arnaud-Santana E., Steadman JR., Ariyaratne HM and Nienhuis J., 2000. Mapping of QTL for seed size and shape traits in common bean. The Journal of the American Society for Horticultural Science, 125: 466-475.
- Pekşen E., 2005. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 88-95.
- Pooran-Chand., 1999. Character association and path analysis in rajmash. Madras Agricultural Journal, 85: 188-190.
- Rana PK., Kumar P., Singhal VK and Rana JC., 2014. Uses of local plant biodiversity among the tribal communities of Pangi Valley of district Chamba in cold desert Himalaya, India. Scientific World Journal, 2014: 753289.
- Rana JC., Sarma TR., Tyagi RK., Chahota RK., Gautam NK., Singh M., Sharma PN and Ojha SN., 2015. Characterization of 4274 accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm conserved in the Indian gene bank for phenological, morphological and agricultural traits. Euphytica, 205: 441-457.
- Rodrigo AD and Adams MW., 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Science, 12: 579-582.
- Roy SK., Karim MA., Islam AKAMA., Bari MN., Mian MAK and Tetsushi H., 2006. Relationship between and its component characters of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.). South Pacific Studies, 27(1): 12-23.
- Rai N., Yadav DS, Yadav RK and Patel RK., 2001. Variability, correlation and path-coefficient analysis in between seed

- morphology and seedling growth in French bean. Journal of Assam Science Society, 42: 40-43.
- Sehirali S., 1980. Bodur Fasulyede Ekim Sıklığının Verimle ilgili Bazı Karakterler Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve İncelemeler.
- Sehirali S., 2002. Tohumluk ve teknolojisi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
- Schmutz J., McClean PE., Mamidi S., Wu GA., Cannon S., Grimwood J., Jenkins J., Shu S., Song Q., Chavarro C., Torres-Torres M., Geffroy V., Moghaddam SM., Gao D., Abernathy B., Barry K., Blair M., Brick MA., Chovatia M., Gepts P., Goodstein DM., Gonzales M., Hellsten U., Hyten DL., Jia G., Kelly JD., Kudrna D., Lee R., Richard MM., Miklas PN., Osorno JM., Rodrigues J., Thareau V., Urrea CA., Wang M., Yu Y., Zhang M., Wing RA., Cregan PB., Rokhsar DS and Jackson SA., 2014. A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. Nature Genetics, 46: 707-713.
- Singh KP., Minakshi J and Minakshi B., 2007. Genetic variability in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Research on Crops, 8: 636-637.
- Sofi PA., Zargar MY., Debouck D and Graner A., 2011. Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) germplasm under temperate conditions of Kashmir Valley. Journal of Phytology, 3(8): 47-52.
- Sofi PA., Rana JC and Bhat NA., 2014. Pattern of variation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L) genetic resources of Jammu and Kashmir. Journal Food Legumes, 27(3): 197-201.
- Sözen Ö., 2012. Kelkit vadisi ve Artvin ili'nden toplanan yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarından tek sel seleksiyon metodu ile şeker tane tipinde çeşit geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tikka SBS., Yadavendra JP., Bordia PC and Kumar S., 1976. A correlation and path coefficient analysis of component of grain yield in *Phaseolus aconitifolius* Jacq. Genetica Agraria, 30(2): 241-248.
- Ülker M., 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ülker M and Ceyhan E., 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(46): 77-89.
- Varankaya S., 2011. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yeken MZ., 2017. Türkiye'nin Farklı bölgelerinden toplanan yerel fasulye genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Yılmaz N., Ozkorkmaz Atıcı F and Oner F., 2014. Determination of yield and yield components in some dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under, Giresun conditions. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 1.
- Wagenvoort WA and Van Opstal NA., 1979. The effect of constant and alternating temperatures, rinsing, stratification and fertilizer on germination of some weed species, Scientia Horticulturae, 10(1): 15-20.

Shoot-tip Cultivation and Cardenolide Content Analysis of Natural Populations of *Digitalis lanata* Ehrh. subsp. *lanata* (wooly foxglove) in Thrace Region

Bahtiyar Buhara Yücesan^{1*} İsmail Eker² Luiz Eduardo Santos Lazzarini³ Noreen Aslam²
Aliyu Mohammed² Jose Eduardo Brasil Pereira Pinto³ Wolfgang Kreis⁴ Ekrem Gürel²

¹Department of Seed Science and Tehnology, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

²Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Abant İzzet Baysal University, Bolu, Turkey

³Laboratory of Tissue Culture and Medicinal Plants, Department of Agriculture, Federal University of Lavras, Lavras, Brasil

⁴Department of Biology, Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Germany

Received: 05.02.2018

Accepted: 25.05.2018

Keywords:

Digitalis lanata, Woolly foxglove, Clonal propagation, Cardenolides, Thrace

Abstract. *Digitalis lanata*, due to the presence of cardenolides in the leaves, is widely used in drug industry for the treatments of congestive heart diseases. In this present study, natural populations of *D. lanata* in Thrace region were collected. Thereafter, cardiac glycoside analysis of *D. lanata* subsp. *lanata* grown in natural habitats and micropropagation from shoot tips were established as a model work for a consistent and a sustainable plant production. Of the cardenolides, Lan A (ranging between 24.8 and 300.4 mg 100 g⁻¹) and Lan C (42.1 and 258 mg 100 g⁻¹) were predominantly found in the samples as compared to lanatoside B, digoxin and digitoxin. After seed germination, shoot-tip cultivation was achieved after a subsequent shoot and root formation on MS medium. Indole-3-acetic acid (IAA) and indole-3-butyric acid (IBA) depending on their concentrations were found to be effective in shoot and root formation accordingly. Maximum two shoots from shoot tips were produced after 8 weeks of cultivation, and at the end of 12th weeks of cultivation each shoots produced an average number of 6.4 roots in 8.1 cm length. Acclimatization was also achieved successfully with a maximum survival rate (95 %) for 4 weeks. This study is the first report on cardenolide profiling of Thracian *D. lanata* at different locations, and shoot tip cultivation of the population selected under in vitro conditions.

*Corresponding author

buhara@ibu.edu.tr

Trakya'da Doğal Yayılış Gösteren *Digitalis lanata* Ehrh. subsp. *lanata*'nın (yünlü yüksükotu) Sürgün-Ucu Kültürü ve Kardenolit İçeriğinin Belirlenmesi

Anahtar kelimeler:

Digitalis lanata, Yünlü yüksükotu, Klonal çoğaltım, Kardenolitler, Trakya

Özet. Yapraklarındaki kardenolit içeriği nedeniyle *Digitalis lanata*, ilaç endüstrisinde konjestif kalp hastalığının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Trakya bölgesinde yayılış gösteren *D. lanata*'nın doğal popülasyonları toplanmıştır. Toplanan örneklerde kardenolit analizi ardından sürgün uçlarından mikroçoğaltım yöntemiyle, sürdürülebilir bir bitki üretimi için model olabilecek bir protokol oluşturulmuştur. İncelenen kardenolitler arasında, lanatosit B, digoksin ve digitoksin ile karşılaştırıldığında, numunelerde ağırlıklı olarak Lan A (24.8 ve 300.4 mg 100 g⁻¹ arasında değişen) ve Lan C (42.1 ve 258 mg 100 g⁻¹) bulunduğu tespit edilmiştir. Aseptik koşullarda çimlendirme işlemi ardından, sürgün-ucu kültürü, MS ortamında sürgün ve kök oluşumu ardından başarıyla tamamlanmıştır. İndol-3-asetik asit (IAA) ve indol-3-bütirik asit (IBA) konsantrasyonlarına bağlı olarak, sürgün ve kök oluşumunda etkili olduğu görülmüştür. Sürgün uçlarından en fazla iki sürgün, 8 haftalık kültür sonunda üretilmiş olup, 12. haftanın sonunda her sürgünün ortalama 8.1 cm uzunluğunda ortalama 6.4 kök ürettiği tespit edilmiştir. İklimlendirme aşaması ise 4 haftalık bir maksimum sağ kalma oranı (% 95) ile başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ilk defa Trakya'da yayılış gösteren yünlü yüksükotunun kardenolit içeriğinin belirlenmesi ve seçili popülasyonlardan sürgün-ucu kültürünün in vitro koşullarda gerçekleştirilmesini rapor etmektedir.

INTRODUCTION

Digitalis lanata Ehrh. subsp. *lanata* (wooly foxglove) is highly toxic to the mammals due to the presence of cardenolides in leaves. However, cardenolides are of great importance for the cardiac diseases, and *D. lanata* provides almost all commonly known major cardenolides used in drug industry, especially digoxin which has been sold in drugstores for the therapy of congestive heart diseases. In addition, cardenolides have been exploited to cure such cancer lines including prostate and breast cancer chemotherapies in last decades (Newman *et al.*, 2008). *Digitalis lanata* is mostly found in Balkan Peninsula, and distributed mainly in Thrace region having 25 % of Turkish floral richness (Asan and Yargıcı 1993). Since it is a biennial plant, micropropagation from shoot-tips might be available for the domestication of the selected population depending on cardenolide content in leaves. In literature, there are plenty of tissue culture protocols developed for almost all species of the genus *Digitalis* L. (Clemente *et al.*, 2011; Verma *et al.*, 2017). Due to the economic importance of *D. lanata*, different tissue culture studies including suspension, callus and shoot-tip cultures have been exploited largely in last three decades (Kreis 2017). In this study, after subsequent field excursions in Thrace, different locations of *D. lanata* subsp. *lanata* were determined, and cardenolide contents in leaves were determined by HPLC analysis accordingly. This study also reports for the first time, fluctuations of cardenolide spectra in leaf samples of woolly foxgloves grown naturally at six different locations. In this respect, for a sustainable and true-to-type plant production, a simple and efficient regeneration system from shoot tips of the seedlings germinated *in vitro* was established from selected *D. lanata* population. In order to achieve this, we aimed at shortening the cultivation process testing different auxins at different concentrations for one-step cultivation without an additional rooting stage *in vitro*.

MATERIALS AND METHODS

Sample Collection

Plant materials (leaves and seeds) were collected in July 2013 in following locations (L1 to L6) in Thrace: L1 (N40°10.11', E036°22.26', 24 m, Eker 3455), L2 (N40°18.87', E026°34.24', 26 m, Eker 3457), L3 (N41°51.89', E027°18.89', 493 m, Eker 3460), L4 (N41°55.63', E027°22.65', 441 m, Eker 3462), L5 (N41°55.55', E027°23.63', 465 m, Eker 3463), and L6 (N40°51.38', E027°27.35', 117 m, Eker 3473). Botanical descriptions were made according to Davis (1978) and

Eker *et al.*, (2016), and the voucher specimens (from Eker 3455 to 3472) were stored in Herbarium of Abant İzzet Baysal Üniversitesi (AIBU).

Chemical Disinfection and Germination of The Seeds

In this experiment, seeds were added into 100 mL 20 % (v/v) Domestos® [5 % (w/v) sodium hypochlorite] in a 500 mL beaker, and stirred at 400 rpm on a magnetic stirrer for 10 min. After rinsing the seeds at least 5 times, they immediately were inoculated in plastic disposable Petri plates containing 25 mL of MS medium (Murashige and Skoog 1962) containing 30 g L⁻¹ sucrose and 8 g L⁻¹ Plant agar at pH 5.7 prior to autoclaving at 121 °C for 15 min. The frequency of seed germination was scored every 3 days intervals for a period of three weeks in a plant growth chamber under full darkness or a 16 light photoperiod provided by cool-white fluorescent light (Philips Master, Poland) with irradiance of 27 µmol photons m⁻² s⁻¹, and at 70 % relative humidity. Additionally, establishment of seed germination was carried out using MS medium for 6 weeks under darkness in plant growth chamber. When cotyledonary leaves appeared, frequency of seed germination was scored in germination experiments.

Shoot Formation, Rooting and Acclimatization

For the establishment of *in vitro* shoot formation, shoot tips (0.5 cm) as explant source were excised from 3 weeks-old *in vitro* germinated seedlings. The explants were cultured on MS medium (described above) containing indole-3-acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA) or naphthylene acetic acid (NAA) at various concentrations (0.25, 0.50, 1.0 or 2.0 mg L⁻¹) in jars (volume size 330 mL with transparent lids). The mean number of shoots and the percentage (%) of shoots developing roots were recorded after 8- and 12 weeks of culture initiation, respectively. Following the root formation, all *in vitro*-plants were washed under tap water to clean the agar residues. Afterwards, they were subsequently transferred to plastic pots filled with autoclaved commercial compost containing a mixture of soil, manure, and sand at a 1:2:1 (w/w/w) ratio for 4 weeks. All the potted plantlets were covered with transparent lid to maintain high humidity for one week, and then all were moved to the greenhouse at 25 °C with a low relative humidity (20-35%).

To achieve shoot formation, five explants per Petri plates were sustained in their respective treatments with three replicates. For root formation, two shoots

per jar in 10 replicates were used. All regeneration experiments were carried out in a growth room as mentioned above, and the chemicals used in tissue culture studies were purchased from Duchefa Biochemie, the Netherlands.

Cardenolide Extraction and HPLC Analysis

Cardenolide extraction was established using heat-dried (40 °C) leaves collected from natural populations in different locations of Thrace. After powdering the leaves with mortar and pestle, 50 mg of powdered leaf material was added to 1 mL of 70 % (v/v) methanol in a 2 mL micro-centrifuge tube. After ultrasonication for 30 min at 55 °C, the extracts were cooled on ice for 2 min, and then centrifuged at 25°C for 10 min at 11,300×g (12,000 rpm). Afterwards, the supernatant was added to 250 µL of 15 % (w/v) lead acetate. After centrifugation, monosodium phosphate [500 µL of 4 % (w/v)] was mixed with the methanolic supernatant prior to centrifugation. The mixture was added to another micro-centrifuge tube (2 mL in size), and it was diluted using water to a final volume of 2 mL. Mixture was then rapidly vortexed for 30 sec. Finally, the supernatant phase was separated equally into two micro-centrifuges tubes (2 mL), each containing a mixture of 500 µL chloroform:isopropanol (3:2 [v/v]). After a quick vortexing, the mixture was centrifuged at for 10 min. As a final product in micro-centrifuge tube, two phases were appeared. Of these, the lower one was added into a new micro-centrifuge tube. The remaining solution was transferred into a chloroform:isopropanol mixture to repeat the extraction for the recovery. Consequently, both extracts were combined, and dried in vacuo for 1 h. Finally, each sample was dissolved in 1 mL methanol.

Thin-layer chromatography (TLC) for the qualitative analysis, was employed according to the protocols described by Yücesan *et al.* (2016) using TLC plates (10×20 cm silica gel 60 W, Merck, Darmstadt, Germany) with 30 µL extract. The development of TLC was done using a mobile phase mixture containing chloroform/methanol/water (80:18:2). In order to detect cardenolides, Jensen–Kny's reagent (Jork *et al.*, 1990) was sprayed on TLC plates. After heating the plates at 120°C for 5–10 min, cardenolides were visible with yellow, turquoise and blue bands referring to the respective derivatives of cardenolides.

HPLC analysis was employed using a similar protocol described by Yücesan *et al.* (2016). The flow rate of the system was 0.8 mL min⁻¹ with a binary pump (LPG 3400SD Thermo, Germany), operating at 220 nm (MWD-3100 UV–VIS Detector, Thermo, Germany), and an autosampler (WPS-3000-SL, Thermo, Germany)

with 10 µL injection volume. For the column preference, C18 column (Thermo, 150 × 4.6 mm) with 3 µm particle size was used, and it was maintained at 30°C in a column oven (TCC-3000SD, Thermo, Germany). Cardenolides were eluted in a gradient flow with acetonitrile (ACN) and water (80% ACN from 0–10 min and 50% ACN from 11–30 min). Cardenolides were identified using pure standards of lanatoside C, digoxin, and digitoxin (Sigma-Aldrich Chemie, Germany), lanatosides A and B were provided from Friedrich-Alexander University, Germany.

Data Analysis

All data were analyzed statistically using SPSS, Version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Analysis of variance (One way-ANOVA) was performed to calculate statistical significance, and means ± standard error (SE) differing significantly were compared using Duncan's multiple range test at 0.05 level. HPLC data were expressed as percentage ± standard deviation (SD).

RESULTS

Cardenolide determination

Cardiac glycoside content of *D. lanata* subsp. *lanata* was determined in the leaf samples collected from natural habitats in Thrace (Figure 1).



Figure 1. Plant materials (leaves and seeds) were collected in July 2013 in following locations (L1 to L6) in Thrace: L1 (N40°10.11', E036°22.26', 24 m, Eker 3455), L2 (N40°18.87', E026°34.24', 26 m, Eker 3457), L3 (N41°51.89', E027°18.89', 493 m, Eker 3460), L4 (N41°55.63', E027°22.65', 441 m, Eker 3462), L5 (N41°55.55', E027°23.63', 465 m, Eker 3462), and L6 (N40°51.38', E027°27.35', 117 m, Eker 3473).

Şekil 1. Bitki materyallerinin (yapraklar ve tohumların) toplandığı 2013 yılı Temmuz ayına ilişkin Trakya'daki lokasyon bilgileri (L1'den L6'ya): L1 (N40°10.11', E036°22.26', 24 m, Eker 3455), L2 (N40°18.87', E026°34.24', 26 m, Eker 3457), L3 (N41°51.89', E027°18.89', 493 m, Eker 3460), L4 (N41°55.63', E027°22.65', 441 m, Eker 3462), L5 (N41°55.55', E027°23.63', 465 m, Eker 3462), ve L6 (N40°51.38', E027°27.35', 117 m, Eker 3473).

Of the cardenolides, Lan A (ranging between 24.8 and 300.4 mg 100⁻¹g) and Lan C (42.1 and 258 mg 100⁻¹g) were predominantly found in the samples as compared to Lan B, digoxin and digitoxin. Among the six locations, the least observed cardenolide was digitoxin (4.5 mg 100⁻¹g DW). This finding was followed by digoxin and Lan B contents (17.7 and 33.2 mg 100⁻¹g DW) in the leaves, respectively. Cardenolide spectra of the samples showed great fluctuations in one location to another. As seen in Table 1, L1 had the most of the cardenolides with an average content of 154.9 mg 100⁻¹g DW, while the least was L5 with 25.4 mg 100⁻¹g DW. Digitoxin content (44.1 mg 100⁻¹g DW) was the greatest in L1, while it was not detected in L3, L4, L5 and L6. On the other hand, digoxin content varied (3.3 to 82.3 mg 100⁻¹g DW) largely in their natural habitats (*i.e.*, compare L3 with L2 or L1). For the shoot-tip cultivation the seeds collected from L1 was used for the germination *in vitro*.

One-step cultivation and rooting

In vitro seed germination of the seeds collected from L1 was successful in full darkness for three weeks as compared to 16h/8h (light/dark) photoperiodism (data not provided). After germination (Figure 2a), shoot-tip cultivation resulted in subsequent shoot and root formation on the same regeneration medium without a subcultivation (Table 2). Of the auxin tested, both indole-3-acetic acid (IAA) and indole-3-butyric acid (IBA) depending on their concentrations were found to be effective in shoot and root formation.

Maximum two shoots from shoot tips were produced after 8 weeks of cultivation. IAA at 0.25 or 0.50, IBA at 0.25, 0.50 or 1.0, and NAA at 0.25 mg L⁻¹ were found to be effective on shoot formation producing 2 shoots per explant (Figure 2b, c). As seen in Table 2, NAA concentrations (more than 0.25 mg L⁻¹) produced more callus formation without shoot formation at all, while IAA or IBA (1.0 or 2.0 mg L⁻¹ IAA, or 2.0 mg L⁻¹ IBA) produced single shoot. In this study, the best regeneration medium was MS plus 0.25 mg L⁻¹ IAA, or plus 0.50 mg L⁻¹ IBA. MS medium containing 0.25 mg L⁻¹ IAA produced 6.4 roots in 8.1 cm length per shoot. When the concentration of IAA was doubled, the roots differed significantly in size (from 8.1 to 6.2 cm). However, this pattern was not observed when the concentration of IBA increased from 0.25 to 0.50. In this case, mean number of roots increased two-folds from 3.2 to 6.4 roots with an increase of root size in length. In addition to MS plus 0.25 mg L⁻¹ IAA, MS medium containing 0.50 mg L⁻¹ IBA was also effective producing 6.4 roots per shoot with 7.2 cm root in length (Figure 2d). In either medium composition wherein regenerants were produced, acclimatization was achieved successfully with a maximum survival rate (95 %) for 4 weeks (Table 2; Figure 2e). It was observed that the rise in the mean root number and root length per shoot affected the survival success of the regenerants. Due to the intervening callus formation, survival rate in NAA treatments was the lowest (0 or 5 %) as compared to IAA or IBA varied between 45 and 95 % under non-axenic conditions.

Table 1. Cardenolide content of *Digitalis lanata* subsp. *lanata* collected from different locations in Thrace (Lan: lanatoside; mg 100 g⁻¹ DW; ± Standard error; LOD: limit of detection).

Çizelge 1. Trakya bölgesinde farklı lokasyonlardan toplanan *Digitalis lanata* subsp. *lanata*'nın kardenolit içerikleri (Lan: lanatosit; mg 100 g⁻¹ KA; ± Standart hata).

Location*	Lan A	Lan B	Lan C	Digoxin	Digitoxin	Total
L1	300.4±12.3	89.4±2.1	258.0±10.4	82.3±4.7	44.3±3.6	154.9±17.3
L2	246.0±11.1	62.5±3.1	127.0±5.6	10.3±1.1	4.7±0.2	90.1±12.9
L3	32.5±2.3	4.4±2.1	60.4±4.3	3.2±0.0	LOD>	20.1±4.8
L4	79.9±2.9	11.2±0.5	42.1±1.9	3.3±0.1	LOD>	34.1±6.2
L5	47.8±2.1	13.1±1.1	63.1±2.3	3.2±0.1	LOD>	25.4±3.3
L6	24.8±2.0	18.7±2.8	165.7±9.8	3.9±0.8	LOD>	42.6±10.4
Total amount	121.9±8.1	33.2±4.3	119.4±9.9	17.7±3.2	4.5±2.1	

*(L1 to L6) in Thrace see Figure 1: L1 (N40°10.11', E036°22.26', 24 m, Eker 3455), L2 (N40°18.87', E026°34.24', 26 m, Eker 3457), L3 (N41°51.89', E027°18.89', 493 m, Eker 3460), L4 (N41°55.63', E027°22.65', 441 m, Eker 3462), L5 (N41°55.55', E027°23.63', 465 m, Eker 3462), and L6 (N40°51.38', E027°27.35', 117 m, Eker 3473).

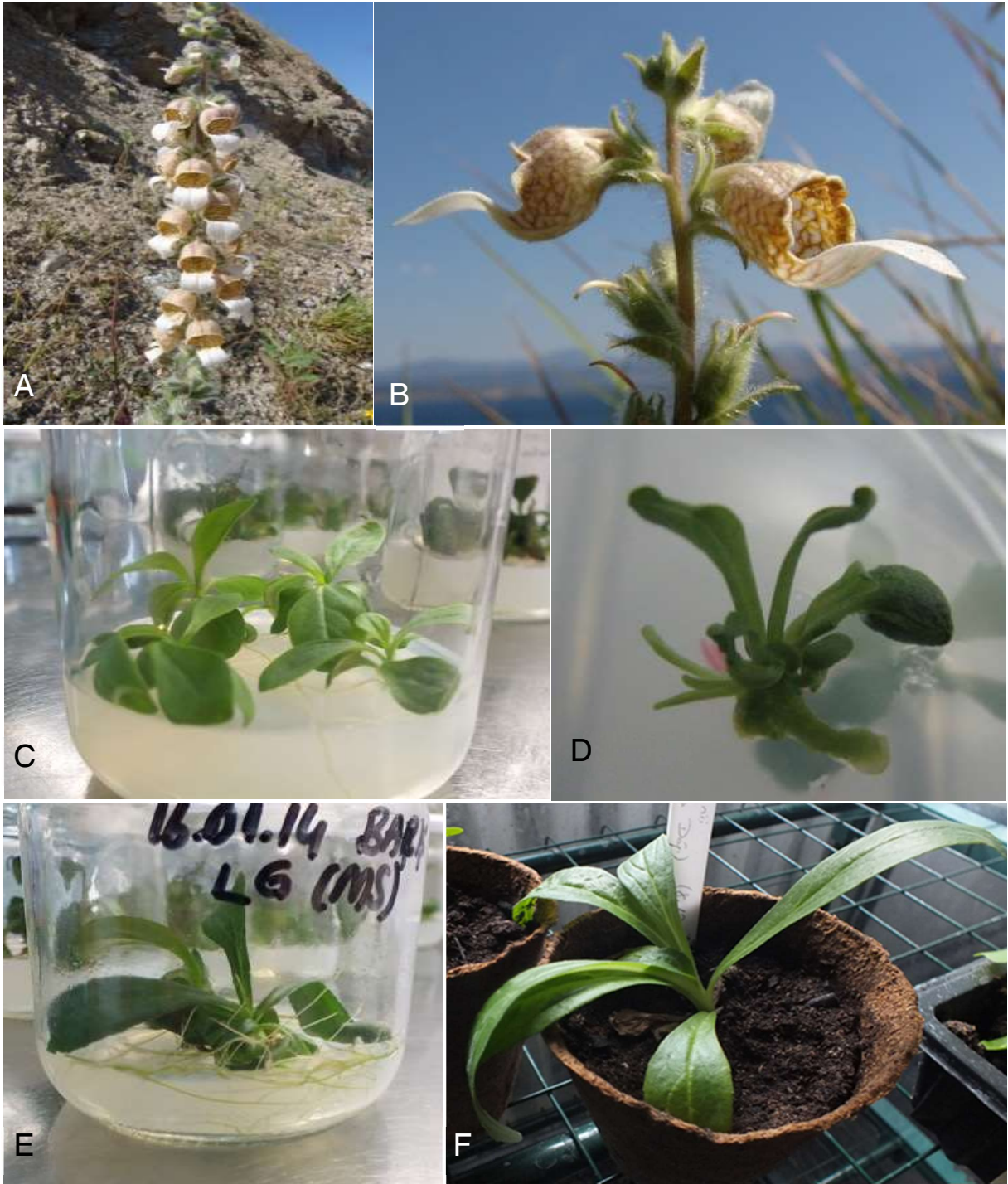


Figure 2. *Digitalis lanata* subs. *lanata* collected from natural habitats (L1 and L6) in Thrace (a and b), its *in vitro* regeneration and acclimatisation steps. Four weeks old seedlings germinated *in vitro* (c), shoot regeneration after 8 weeks- (d), and root formation on MS medium containing 0.25 mg L⁻¹ IAA after 12 weeks of culture initiation (e), acclimatisation step of regenerants in pots (f).

Şekil 2. *Digitalis lanata* subs. *lanata*'ın Trakya'da toplanan (L1 ve L6) doğal popülasyonları (a ve b), *in vitro* rejenerasyon ve iklimlendirme basamakları. *In vitro* çimlendirme ile elde edilen dört haftalık fideler (c), 8 hafta sonunda sürgün- (d) ve 12 hafta sonunda kök üretiminin MS besi ortamında 0.25 mg L⁻¹IAA içeren besi ortamında gerçekleştirilmesi (e), iklimlendirme aşaması için rejenerantların saksıya aktarılması

Table 2. Mean number of shoot and root number in *Digitalis lanata* subsp. *lanata* cultivated on different MS medium with or without IAA, IBA or NAA (at 0.25 or 0.50 mg L⁻¹), and survival rate of regenerants in pots during acclimatization for 4 weeks.

Çizelge 2. IAA, IBA veya NAA (0.25 veya 0.50 mg L⁻¹) içeren veya içermeyen MS besi ortamlarında kültüre alınan *Digitalis lanata* subsp. *lanata* explantlarının ortalama sürgün ve kök sayısı, beraberinde saksılara aktarılan rejenerantların 4 haftalık sürede hayatta kalma oranları.

Medium	Number of shoot/explant*	Number of root/shoot**	Mean root length (cm)	Survival rate (%)
No PGR	2.0±0.0 ^a	3.1±0.2 ^b	3.4±0.5	60
0.25 mg L ⁻¹ IAA	2.0±0.0 ^a	6.4±0.8 ^a	8.1±1.0 ^a	95
0.50 mg L ⁻¹ IAA	2.0±0.0 ^a	6.3±0.6 ^a	6.2±1.0 ^b	95
1.0 mg L ⁻¹ IAA	1.2±0.2 ^b	3.4±0.3 ^b	3.0±0.5 ^d	55
2.0 mg L ⁻¹ IAA	1.0±0.1 ^b	2.7±0.4 ^b	3.2±0.2 ^d	45
0.25 mg L ⁻¹ IBA	2.0±0.0 ^a	3.2±0.2 ^b	4.2±0.7 ^c	60
0.50 mg L ⁻¹ IBA	2.0±0.0 ^a	6.4±0.8 ^a	7.2±1.1 ^{ab}	95
1.0 mg L ⁻¹ IBA	2.0±0.0 ^a	3.3±0.2 ^b	2.1±0.2 ^e	55
2.0 mg L ⁻¹ IBA	1.0±0.1 ^b	2.4±0.1 ^b	2.0±0.0 ^e	45
0.25 mg L ⁻¹ NAA	2.0±0.0 ^b	1.0±0.0 ^b	4.2±0.7 ^c	5
0.50 mg L ⁻¹ NAA	0	0	0	0
1.0 mg L ⁻¹ NAA	0	0	0	0
2.0 mg L ⁻¹ NAA	0	0	0	0

Data were scored after 8 weeks^{*}, and 12 weeks^{**} of shoot-tip cultivation.

DISCUSSION

Cardenolides are of a great value in medicinal plants, especially in *D. lanata* subsp. *lanata*. In earlier studies, *D. lanata* subsp. *lanata* populations in natural habitats were monitored based on their value-added cardenolide spectra for the selection of suitable genotypes in agricultural practices. Since *D. lanata* subsp. *lanata* is a biennial plant, it forms rosette leaves in its first vegetation year, blooms with cauline leaves between May and June in the second year. It is also noteworthy to mention that rosette leaves contain more cardenolide than cauline leaves in *Digitalis* species. Therefore, a consistent plant propagation is needed to obtain more rosette leaves for a large scale production. To achieve this, micropropagation is a useful approach for true-to-type plant production. In literature, several tissue culture protocols have been developed in last two decades for the genus *Digitalis* including hairy root culture for cardenolide production (Pradel et al., 1997), shoot-tip culture (Luckner and Dietrich, 1992), somatic embryogenesis from callus cultures (Kuberski et al., 1984), haploid plant production (Dietrich et al., 2000), and clonal propagation in temporary immersion system and cardenolide production (Perez et al., 2012). Although *D. lanata* subsp. *lanata* contains more value-added cardenolides like digoxin, cell suspension cultures do not synthesize cardenolides de novo due to inefficiency of the tissues during cell differentiation (Kreis et al., 1998). However, Padua et al., (2012) pointed out that certain *D. lanata* lines are capable of biotransformation of steroidal reactions including

cardenolides in cell suspension cultures. In this manner, field excursions for natural habitats provides a new insight for understanding cardenolide profiles. Therefore, in this present contribution, cardiac glycoside analysis of *D. lanata* subsp. *lanata* grown in natural habitats and micropropagation from shoot tips were established for the assessments of natural sources in Thrace region as a sustainable production of value-added *D. lanata* species. Recently, vegetation patterns of Anatolian foxgloves have been published by our research group (Eker et al., 2016), and *D. lanata* subsp. *lanata* has been hypothesized as a common ancestor having entrance from Balkan Peninsula along with Thrace region towards the rest of Anatolia. Therefore, *D. lanata* subsp. *lanata* which might have a critical status for the speciation patterns on some Eastern *Digitalis* species (e.g., *D. lamarckii* Ivanina, *D. cariensis* Boiss. ex Benth., and *D. lanata* Ehrh. subsp. *trojana* (Ivanina) Yücesan & Eker), was investigated for their cardenolide spectra in Thrace where they were distributed. Since *D. lanata* subsp. *lanata* produce large amounts of digoxin as compared to the other *Digitalis* species, investigation of cardenolide contents might be useful in domestication purpose of the most appropriate population of this wild species. It was shown that total cardenolide content was the highest in L1, and those natural populations of foxgloves grown in L1 can be selected for a continuous production with respect to their value-added cardenolides (i.e. higher digoxin level than other locations). The great diversity of cardenolide content of the leaves in such locations, for example L1 and L3, L4 or L5, might have high hybridization pattern of

Digitalis species especially found in its section *Globiflorae* Benth. (Chene 2010;

Eker *et al.*, 2016). Therefore, determination cardenolide content as an alternative guideline for the natural populations might provide an understanding for the selection of the populations to be produced. Similarly, this study provides an insight for the selection of population as well as the cultivar development for a future effort with respect to their phytochemical constituents. To achieve this, we've been inspired from numerous studies under *in vitro* conditions (Clemente *et al.*, 2012, and references therein). Of those studies, there are two reports in which shoot-tip multiplication were studied by same research group (Dietrich *et al.*, 1989; Luckner 1992). They reported the influence of shoot-tip size on shoot formation success, and effects of different BAP concentrations (ranging from 1.3 to 4.1 mg L⁻¹) on mean number of shoot per explant. Their callus-mediated shoot regeneration was more effective (9 to 2 shoots per explant) than this present study in which no callus formation was aimed during *in vitro* cultivation. Instead, we aimed at shortening the cultivation process.

It was shown that survival rate of the regenerants was dependent on the treatments from where maximum mean number of roots and root length were produced. In this study, less than 6 roots per shoot resulted in a low survival (less than 60 %). this finding was also consistent with mean length of roots less than 4 cm. It was clearly shown that IAA at 0.25 mg L⁻¹ provided optimal rooting under *in vitro* conditions for 4 weeks. Alternatively, IBA can also be used at 0.5 mg L⁻¹ for root formation with a high survival rate. These findings were correlated with earlier studies on root induction studies of several *Digitalis* species (see the references in Clemente *et al.*, 2011 and Verma *et al.*, 2017). However, NAA was not effective for root induction, instead it produced massive callus at the cut edges of the explants in its every dosage. Acclimatization is one of the most critical step for tissue culture studies, since the period of adaptation to the non-axenic conditions of the greenhouse wherein the plants were not protected against bacteria and fungi. Moreover, for the success of the survival rate, Luckner (1992) reported the abnormality of the stomata developed under *in vitro* conditions can be eliminated by the replacement with the new leaves formed in the greenhouse. In addition to these findings, influence of root number and length on the success of acclimatization should be taken into consideration as reported in this present study.

In conclusion, natural populations of *D. lanata* grown in southeast European showed different cardenolide spectra depending on the locations where they distributed. This might be due to the high hybridization pattern of the species and/or genetic makeup which reflects different expression levels of the genes having role(s) in cardenolide metabolism. Even in both cases, cultivar selection and clonal propagation techniques together are challenging approaches for the value-added medicinal plants. This study reports an efficient shoot-tip cultivation with one-step regeneration system for 12 weeks without applying an additional rooting stage.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported financially by AIBU-BAP (Project number 2013.03.01.640), and Dr. Luiz Eduardo Lazzarini received a grant from an EU project of "Digitalis" under F7-PEOPLE- 2011-IRSES.

REFERENCES

- Asan A and Yargıcı C., 1993. Trakya'da botanik gezileri. Çevre Dergisi, 7: 26-29.
- Chene P., 2010. Etudes du genre *Digitalis*: Hybrides naturels. Bulletin de la Société Botanique de France, 50: 5-16.
- Clemente ES., Müller-Uri F., Nebauer SG., Segura J., Kreis W and Arrillaga I., 2011. *Digitalis*. In: Kole C (ed) Wild crop relatives: genomic and breeding resources, plantation and ornamental crops. Springer, Berlin, pp. 73-112.
- Davis PH. 1978. *Digitalis*. In: Davis P.H. (ed) Flora of Turkey and the east Aegean Islands, vol 6. Edinburg University Press, Edinburg, pp. 680-687.
- Dietrich B., Popov AS., Pfeiffer B., Neumann D., Butenko RG and Luckner M., 1982. Cryopreservation of *Digitalis lanata* cell cultures. Planta Medica, 46: 82-87.
- Dietrich B., Ernst S and Luckner M., 2000. Haploid plants regenerated from androgenic cell cultures of *Digitalis lanata*. Plant Medica, 66: 237-240.
- Eker İ., Yücesan B., Muhammad S., Wells W., Müller-Uri F., Gürel E and Kreis W., 2016. Phylogeny of Anatolian (Turkey) species in the *Digitalis* sect. *Globiflorae* (Plantaginaceae). Phytotaxa, 244(3): 263-282.
- Jork H., Funk W., Fischer W and Wimmer H., 1990. Thin-layer chromatography: reagent and detection methods. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- Kreis W and Reinhard E., 1989. The production of secondary metabolites by plant cells cultivated in bioreactors. Planta Medica, 55: 409-16.
- Kreis W., Hensel A and Stuhlemmer U., 1998. Cardenolide biosynthesis in foxglove. Planta Medica, 64: 491-499.

- Kreis W., 2017. The Foxgloves (*Digitalis*) Revisited, *Planta Medica* 83: 962-976.
- Kuberski C., Scheibner H., Steup C., Diettrich B and Luckner M., 1984. Embryogenesis and cardenolide formation in tissue cultures of *Digitalis lanata*. *Phytochemistry*, 23: 1407-1412.
- Luckner M and Diettrich B., 1992. Micropropagation of woolly foxglove (*Digitalis lanata*) by shoot culture. In: Bajaj YPS (ed) High-tech micropropagation III. Springer, Berlin, pp. 400-424.
- Murashige T and Skoog F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures, *Physiologia Plantarum*, 15: 473-505.
- Newman RA., Yang P., Pawlus AD and Block KI., 2008. Cardiac glycosides as novel cancer therapeutic agents. *Molecular Interventions* 8: 36-40.
- Pádua RM., Meitingner N., Dias de Souza JF., Waibel R., Gmeiner P., Braga FC and Kreis W., 2012. Biotransformation of 21-O-acetyl-deoxycorticosterone by cell suspension cultures of *Digitalis lanata* (strain W. 1.4). *Steroids*, 77: 1373-80.
- Pradel H., Dumke-Lehmann UD., Diettrich B and Luckner M., 1997. Hairy root cultures of *Digitalis lanata*. Secondary metabolism and plant regeneration. *Journal of Plant Physiology*, 151: 209-215.
- Verma SK., Das AK., Cingöz GS and Gurel E., 2016. In vitro culture of *Digitalis* L. (Foxglove) and the production of cardenolides: An up-to-date review. *Industrial Crops and Products*, 94: 20-51.
- Yücesan B., Mohammed A., Eker İ., Sameeullah M., Demir-Ordu Ö., Cihangir C., Şahbaz N., Kaya Ö., Mueller-Uri F., Kreis W and Gürel E., 2016. In vitro propagation and cardenolide profiling of *Digitalis ferruginea* subsp. *schischkini*, a medicinally important foxglove species with limited distribution in Northern Turkey. *In Vitro Cellular Developmental Biology–Plant*, 52(3): 322-329.

Doğru Taban Gübre Seçiminde İhmal Edilen Seçenek: 20.32.0.+15 (SO₃) + Zn Gübresi ve Toprak Analiz Desteği^a

Mustafa Kaplan* Ahmet Şafak Maltaş
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

Geliş tarihi (Received): 09.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 16.02.2018

Anahtar kelimeler:

Kimyasal gübreler, kompoze gübreler, 20.32.0 gübresi, toprak analiz desteklemesi

Özet. Öngörü çalışmalarının zenginliği, çoğu zaman, öngörü kalitesini artırır. Ancak Türkiye kimyasal gübre tüketimlerinin geleceğine yönelik çalışmalar azdır. Bu makaleyle, 1999 yılında önerilen ve 2004 yılından itibaren üretilmeye başlanan bir kompoze gübrenin, henüz tahmin edilen düzeyde tüketilmiyor olmasının neden ve sonuçları tartışılmıştır. Türkiye’de çiftçiler özellikle hububat üretiminde ekim öncesi veya ekimle gübrelemede çoğunlukla azot ve fosforu birlikte içeren kompoze gübreleri tercih etmektedirler. Bu tercih, çiftçileri DAP ve 20.20.0 kompoze gübrelerini yaygın olarak kullanmaya yönlendirmiştir. 1999 yılında önerdiğimiz, 2004 yılından bu yana üretilen 20.32.0. 15(SO₃)+Zn gübresi, bazı hububat alanları için çok daha uygun azot fosfor dengesi sağlayan doğru bir alternatiftir. Ancak bilinirliği çok sınırlıdır. Yıllık tüketim miktarının son 3 yıl ortalaması yaklaşık 19 bin ton düzeyindedir ve bu durum beklentilerimizin altındadır. Toprak analizine dayalı, nitelikli gübreleme tavsiyeleri sayısının artışı; bu ve bu gübredeki N/P₂O₅ dengesine yakın özellikte üretilecek gübrelere artan miktarlarda tüketim şansı verecektir. Olmasını beklediğimiz bu artış, dengesiz azot-fosfor kullanıma bağlı ekonomik kayıpları azaltabilecektir. Bilgi ve gözlemlerimizin hemen tamamı Türkiye’de toprak ve bitki analiz desteğinin çok özel bir değere sahip olduğuna işaret etmektedir. Kimyasal gübre tüketim desteğinden daha öncelikli olarak, toprak ve bitki analiz desteğinin uygulama kalitesi geliştirilmelidir. Bu yolla gübrelemelerin analiz sonuçlarına dayalı olarak yapılmasını gerçekleştirebilecektir. Sonuçta kimyasal gübre kullanım etkinliği artacaktır.

*Sorumlu yazar

mkaplan@akdeniz.edu.tr



The Neglected Option in Choosing the Right Fertilizer: 20.32.0+15 (SO₃)+Zn and Soil Analysis Support

Keywords:

Chemical fertilizers, compound fertilizers, 20.32.0+15 (SO₃)+Zn fertilizer, soil analysis support

Abstract. The prosperity of their forecasting studies often increase the quality of forecasting. This article discusses the causes and consequences of a compound fertilizer that has been recommended to be produced in 1999 and which has been produced since 2004, but not yet consumed at the estimated level. In Turkey, farmers especially prefer the compound fertilizer containing nitrogen and phosphorus in pre-sowing and sowing fertilization cereal production. This preference has led farmers to use DAP and 20.20.0. compound fertilizers extensively. The compound fertilizer (20.32.0+15 (SO₃)+Zn) we proposed in 1999 and produced since 2004 is a true alternative that provides a more favorable nitrogen/phosphorus (N/P₂O₅) for some cereal fields. But awareness is very limited. The average annual consumption for the last three years is around 19 thousand tons, which is below our expectation. Increased number of qualified fertilization recommendations based on soil analysis, this and the fertilizer that will be produced in the chose proximity to the N/P₂O₅ equilibrium will give the consumption chance in a increasing quantities. This increase we expect may reduce economic losses due to unbalanced nitrogen-phosphorus. Our knowledge and observations point to the fact that soil and plant analysis support in Turkey has a very special value. Prior to chemical fertilizer consumption support, the application quality of soil and plant analysis support should be improved. In this way, fertilization can be done based on the result of the analysis. As a result, chemical fertilizer use efficiency will increase.

ORCID ID (Yazar sırasına göre/By author order)

 0000-0002-8879-6271  0000-0001-7056-3771

^aBu makalenin bir bölümü Roma’da düzenlenen 3rd International Conference on Science, Ecology and Technology 2017 Kongresinde sunulmuştur.

GİRİŞ

Öngörü çalışmalarının zenginliği, çoğu zaman, öngörü kalitesini artırır. Ancak ülkemizde kimyasal gübre tüketimlerinin geleceğine yönelik çalışmalar azdır. Akademik çevrelerde bu türden çalışmalara biçilen değerler çok düşük olduğunu söylemek gerekir. Çalışmaların azlığı rekabet yetersizliğine ve kalite problemlerine neden olabilmekte; belki de bu sonuç, sektörün akademiden bu konuda olması gereken taleplerini çok sınırlamaktadır. Zaman zaman çalışmalar yaparak, öngörülerde bulunmak ve bir süre sonra öngörülerin gerçekleşme durumları ile birlikte nedensellik analiz sonuçlarını ortaya koymak, daha sonraki öngörüler için çok faydalı olabilir.

Bu makale ile yıllar önce önerilmiş ve daha sonra üretim aşamasına geçilmiş bir kompoze gübrenin tüketim yetersizliğine dikkat çekerek, bu ve benzeri gübre çeşitlerinin doğru arazilerde kullanılmalarını artırmak amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Makalede değerlendirilen gübrenin tüketim verileri, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Bitki Besleme ve Tarımsal Teknolojiler Daire Başkanlığı'ndan sağlanmış ve hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler literatürde yer alan konu ile ilgili makalelerde görüşler marifetiyle yorumlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye kimyasal gübre tüketimi içerisinde en yüksek miktarda kullanılan ve kullanılması gereken ikinci element fosfordur. Çok büyük ölçüde fosforun tamamı ekim-dikimden önce veya ekim-dikimle birlikte uygulanmaktadır. Taban gübrelemeleri olarak ifade edilen bu gübrelemelerde, tek başına fosfor uygulamasının üreticilerimiz tarafından tercih edilmediği görülmektedir. Hububatta azot ve fosforu ekimde uygulayanlar çok büyük oranda bu iki elementi birlikte içeren gübreleri tercih etmektedirler. Türkiye P₂O₅ tüketimi içerisinde TSP gübresi tüketimi 1986 yılında % 25.38 iken, bu oran 2014 yılında % 1.90'a düşmüştür (Çizelge 1). Nitekim bu eğilime yönelik değerlendirme ve öngörüler çok daha önceden bildirilmiştir (Kaplan 1987).

Ülkemizde taban gübre uygulamalarında DAP ve 20.20.0. bileşimli kompoze gübre en çok tercih edilen fosforlu gübrelerdir. Taban gübresi olarak sadece azot ve fosfor verilmek istendiğinde daha çok DAP tercih edilirken, ikinci sırada 20.20.0 kompoze gübre tercih edilmiştir. 1998 yılından sonra 20.20.0.+Zn gübresi de kullanılmaya başlanmış ve kullanımda payını

artırmıştır. Sadece azot ve fosfor içeren başka bazı kompoze gübreler üretilmiş olsa da, tüketimleri hem çok az olmuş, hem de süreklilik gösterememiştir (25.5.0, 26.13.0, 16.20.0). Bu sonuçlar üretilecek kompoze gübrelerin besin dengelerinin doğru tespitinin önemini ortaya koymaktadır. 2004 yılında üretime başlanarak gübre tüketicisine sunulan başka bir seçenek de 20.32.0.+15 (SO₃)+Zn kompoze gübresidir (Çizelge 1).

1999 yılında "yeni bir kompoze gübre üretim önerisi" başlığı altında gerekçelendirerek yazdığım makale ile yapılan öneri (Kaplan 1999), 2004 yılında Toros gübre tarafından 20.32.0.+15 (SO₃) +Zn gübresinin üretilmesi ile uygulanmış gözükmemektedir. Ancak bu gübrenin piyasaya sunumunun yüksek fiyatlandırma yapılarak başlatılması, gübrenin ulaşmasını öngördüğümüz tüketim düzeyine ulaşamamasına neden olmuştur. Daha çok kükürt ve çinko içeriğine odaklanılarak ve özel teşvik olmadığı için, biraz da yetersiz tanıtımla satışta kalmaya devam etmesi, günümüzde de fiyat dezavantajı bulunmasa bile yeterince yüksek miktarlarda tüketim seviyesine ulaşamamasına yol açtığı ifade edilebilir.

Bu makale ile; 20.32.0.+15(SO₃)+Zn gübresinin sahip olduğu farklı N/P₂O₅ oranına tekrar dikkat çekmek ve başta tahıl üretimi yapılan, orta düzeyde alınabilir fosfor (6-8 kg) içeren tarlalarda, özellikle de hububat tarımında kullanımını önermek amaçlanmıştır. 1999 makalesindeki gerekçelerin giderek güçlendiğini tahmin etmeme rağmen; bu gübrenin tüketim değerleri son 3 yıl ortalamasının (2014-2016) yaklaşık olarak yıllık 19 bin ton düzeyinde kalması, hala analiz sonuçlarına dayalı gübrelemede, yeterince başarılı olamadığımızı gösteren bir delil olarak göstermek yanlış olmaz. Çiftçinin analize dayalı gübrelemeyi tercih etmesi ve analiz sonucunda yapılan tavsiyelerin böyle bir gübre seçeneğinin farkında olması, bu gübrenin de tüketiciye yeterince ulaştırılabilmesi halinde, ülkemizdeki tüketiminin hızla artabileceğini öngörebilir, artması gerektiğini söyleyebiliriz. Çünkü topraklarımızda devam eden fosforlu gübrelemenin topraklarımızın yarayışlı fosfor içeriğini artırdığı, diğer bir ifade ile topraklarımızın yarayışlı fosfor durumunu iyileştirdiği (Çizelge 2) bildirilmiştir (Kaplan 1999).

Çünkü ülkemizde hububatta, özellikle buğdayda taban gübresi olarak dekara 3-6 kg azot tercih edilirken, çoğu zaman doğru fosfor miktarı DAP ve 20.20.0 kompoze ile sağlanamamaktadır. Gübrelemede fosfor esas alındığında da ilk azot uygulamasında yetersizlik ya da fazlalık olarak,

denge-sizlikler oluşmakta ve verim için olumsuz etkiler doğabilmektedir. Topraklarımızın killi bir tekstüre sahip olduğunu, gübrelemelere bağlı olarak fosforun zamanla toprakta yavaş da olsa birikebildiğini dikkate alarak, orta- uzun dönemde analize dayalı ve daha doğru gübrelemeye yöneldikçe DAP gübresinin taban gübre içerisindeki payının azalacağını, DAP gübresinin payının N/P₂O₅ dengesi daha düşük olan kompoze gübrelere doğru yönelebileceğini öngörebiliriz. Gübrelemede toprak analiz desteğinin bugünkü uygulamasının yetersizliklerine rağmen, doğru taban

gübresi seçimine yardım edebilme potansiyeli yüksektir. Ama bu henüz 2015 yılı itibariyle gerçekleştirilememiştir. Çünkü analiz sonuçlarına dayalı tavsiyelerde azot-fosfor dengesine bağlı çeşit seçiminde bu makalede anlatılmak istenen, N/P₂O₅ dengesi konusunda yeterli bilgilenmenin mevcut olmadığı görülmektedir. Bu konular yeterince tartışılarak, toprak analiz desteğinden beklenen faydaların sağlanabilmesi için bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Çizelge 1. Türkiye'de P₂O₅ tüketimi içerisinde N-P ve P içeren gübrelerin tüketim oranları.

Table 1. Consumption rates of fertilizers containing N-P and P in P₂O₅ consumption in Turkey.

Yıllar	TSP (%)	DAP-P ₂ O ₅ (%)	20.32.0+15 (SO ₃)+Zn (%)	20.20.0 (%)	20.20.0+Zn (%)	25.5.0 (%)	26.13.0 (%)	16.20.0 (%)	NSP (%)
1986	25.38	37.68	-	30.65	-	-	-	-	-
1987	19.84	37.05	-	36.42	-	-	-	-	-
1988	20.58	32.53	-	39.37	-	-	-	-	-
1989	14.98	42.07	-	33.86	-	-	-	-	-
1990	11.68	45.54	-	32.68	-	0.20	-	-	-
1991	10.23	52.83	-	29.11	-	0.74	-	-	-
1992	7.10	51.31	-	30.41	-	0.53	-	-	-
1993	9.24	51.60	-	24.76	-	0.02	-	-	-
1994	8.13	46.33	-	30.98	-	0.01	-	-	-
1995	6.71	44.47	-	32.29	-	0.06	-	-	-
1996	4.48	57.96	-	33.74	-	0.15	-	-	-
1997	5.98	47.17	-	35.22	-	0.13	0.02	-	-
1998	4.10	47.56	-	30.43	3.68	0.07	0.03	-	-
1999	3.24	45.55	-	33.03	4.99	-	0.02	-	-
2000	3.12	46.11	-	32.37	5.30	-	-	-	-
2001	2.72	42.17	-	34.99	4.97	-	-	0.02	-
2002	2.22	37.22	-	35.26	6.93	-	-	0.02	-
2003	3.07	42.46	-	32.58	7.62	-	-	0.01	-
2004	3.16	44.30	4.05	29.48	7.65	-	-	-	-
2005	4.13	47.52	1.56	24.57	8.05	-	-	0.01	0.62
2006	3.77	48.39	0.26	24.63	8.40	-	-	-	0.45
2007	3.36	38.13	0.21	27.82	11.49	-	-	-	0.32
2008	2.54	20.86	0.08	32.98	15.05	-	-	-	0.85
2009	1.72	52.68	0.06	24.22	8.30	-	-	-	0.18
2010	1.68	44.25	0.07	27.24	12.37	-	-	-	0.10
2011	2.56	36.27	0.14	27.73	14.17	-	-	-	0.25
2012	1.96	39.80	0.97	25.28	13.05	-	-	-	0.10
2013	1.81	45.48	1.52	23.53	10.65	-	-	-	0.05
2014	1.90	40.43	1.39	24.43	12.24	-	-	-	0.06
2015	2.80	35.39	0.91	25.83	13.80	-	-	-	-
2016	1.78	51.54	0.69	20.69	9.64	-	-	-	-

Çizelge 2. Türkiye topraklarının fosfor durumu (Kaplan 1999).

Table 2. Phosphorus state of Turkey's soils (Kaplan 1999).

Yıl	Toprak Sayısı	Fosfor kg P ₂ O ₅ dekar ⁻¹				
		3 Çok az	3-6 Az	6-9 Orta	9-15 Fazla	15 Çok fazla
1974'e kadar	31.441	44.30	30.30	11.30	7.10	6.80
1984'e kadar	65.008	33.30	32.80	18.00	8.70	7.20

Alınabilir fosfor içeriği bakımından Türkiye topraklarının gruplandırmasının yapıldığı çalışma sonuçlarına göre, orta düzeyde alınabilir fosfor içeren toprakların oranı % 17'dir (Tablo 3). Bu veriye bakılarak taban gübrelemede sadece azot ve fosforu birlikte tek gübre ile uygulamak isteyen çiftçilerin en az % 10 'u için bu gübrenin doğru bir seçim olabileceğini öngörebiliriz. Ancak gerçekleşmenin çok küçük olması, çiftçilerimizin hala doğru kompozisyonda gübre seçemediklerine işaret etmektedir. Nitekim gübre tüketim düzeyi yüksek olan Marmara Bölgemizde topraklarında alınabilir fosfor miktarı 12 kg P₂O₅ da⁻¹'dan fazla olan topraklarımızın oranının % 35.50'ye ulaşması doğru gübre seçimi konusundaki şüpheleri güçlendirmektedir (Çizelge 3). Marmara bölgesi topraklarının besin maddesi kapsamının belirlendiği bir başka çalışmada alınabilir fosfor kapsamı 12 kg da⁻¹ dan daha fazla olan toprakların oranı % 41.3 olarak bildirilmiştir (Taşova and Akın 2013). Ancak Marmara bölgemizde DAP tüketim oranının Türkiye ortalamasının çok altında bulunması da sevindirici ve olumlu bir sonuç olarak belirtilmelidir. Ancak 20.32.0.+15 (SO₃)+Zn bileşimli gübrenin tüketiminin bu bölgede de çok düşük olması gübre tanıtımının doğru ve yeterli yapılamadığını göstermektedir. Ancak kimyasal gübrelemelere bağlı olarak topraklarımızda fosforun zamanla artışının çiftçiler DAP yerine N/P₂O₅ dengesi daha yüksek gübrelere yönelteceğini öngörebiliriz. Marmara bölgemizdeki değişim de buna işaret etmektedir.

20.32.0.+15 (SO₃)+Zn bileşimli gübrenin çinko içermeyen çeşidi de üretilerek, çiftçi açısından seçenek zenginliği yaratılabilir ve daha doğru bir taban

gübrelemesi gerçekleştirilebilir. Ancak bütün bunların yeterli sayı ve doğrulukta toprak analiz sonucuyla gerçekleştirilebileceği açıktır. Bu noktada doğru bir toprak analiz sonucunun ne kadar kıymetli ve yüksek etki değerine sahip olabileceğine tekrar dikkat çekmek gerekir. Analiz desteğinin önceki uygulamasında karşılaşılan yanlışlık ve yetersizlikleri engellenerek, çok sağlıklı bir analiz desteğinin yeniden uygulamaya konulması; dengeli, doğru ve ekonomik getirisi yüksek bir gübreleme için zorunluluktur.

SONUÇ

Türkiye'de çiftçiler özellikle hububat üretiminde olmak üzere pek çok bitkinin yetiştiriciliğinde; ekim öncesi veya ekimle gübrelemede çoğunlukla azot ve fosforu birlikte içeren gübrelere tercih etmektedirler. Bu tercih, çiftçileri DAP ve 20.20.0 kompoze gübrelere yaygın olarak kullanmaya yönlendirmiştir. Ancak bu iki gübre yanında başka seçeneklerin sunulması etkin gübreleme için yararlıdır. Ancak gübrelemelerin istenilen düzeyde toprak analizine dayalı yapılmıyor olması yeni gübre seçeneklerinin kullanım gereğinin anlaşılmasının önünde bir engel olarak durmaktadır. Analize dayalı tavsiyelerde bile gerekli olduğu koşullarda ihmal ediliyor olması dikkat çekicidir. Toprak analizine desteğin verildiği dönemde bile bu seçenekler tavsiyelerde yer almamıştır. Ancak Türkiye topraklarının alınabilir fosfor durumu incelendiğinde 20.32.0.+15(SO₃)+Zn gübresinin teorik kullanım potansiyeli tüketim gerçekleşmesinin çok üstündedir. Çeşitli yollarla bu alternatiflerin tanıtımı yapılarak etkin gübreleme konusunda ilerlemeler gerçekleştirilebilir.

Çizelge 3. Türkiye topraklarının tarım bölgelerine göre alınabilir fosfor (P₂O₅ kg da⁻¹) dağılımı (Eyüpoğlu 1999).

Table 3. Phosphorus (P₂O₅ kg da⁻¹) distribution of Turkey's soils according to agricultural regions.

Bölgeler	<3 Çok Az	3-6 Az	6-9 Orta	9-12 Fazla	>12 Çok Fazla
Marmara	16.6	19.2	16.1	12.6	35.5
Karadeniz	34.8	23.9	11.3	7.3	22.7
Ortakuzey	24.7	33.6	19.4	9.2	13.2
Güneydoğu	39.5	34.1	15.4	6.8	4.2
Kuzeydoğu	34.3	27.8	15.5	9.8	12.6
Ege	19.7	27.6	20.6	11.1	21.0
Ortagüney	27.2	26.6	18.4	11.2	16.6
Akdeniz	15.6	24.6	20.3	12.6	26.9
Ortadoğu	48.4	27.8	12.5	5.1	6.2
Ortalama	28.5	26.7	17.2	9.6	18.0

KAYNAKLAR

- Kaplan M.,1999. Gübre desteklenmeli ama nasıl?. Türk-Kooperatifi. Ekin, 10: 18-20.
- Kaplan M. ve Aktaş M. 1987. Ülkemiz kompoze gübre tüketimindeki gelişmeler, sebep ve sonuçları. T.C. Ziraat Bankası Dergisi, 42: 8-10.
- Kaplan M., 1999. Yeni bir kompoze gübre üretim önerisi. Türk-Kooperatifi. Ekin, 8: 30-31.
- Taşova H Ve Akın A., 2013. Marmara bölgesi topraklarının besin maddesi topraklarının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. Toprak Su Dergisi, 2: 83-95.
- Eyüpoğlu F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No, 220, Ankara.

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Araştırma Alanları Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Ferit Sönmez^{1*} Füsün Gülser² Siyami Karaca² Tuğba Hasibe Gökkaya²

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Bolu

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

Geliş tarihi (Received): 16.01.2018

Kabul tarihi (Accepted): 12.02.2018

Anahtar kelimeler:

Toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprak analizi, besin elementi içeriği

Özet. Bu çalışmada Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesine ait Araştırma ve Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin elementi içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanında 0-20 cm ve 20-40 cm derinlikten alınan 30 adet toprak örneğinde yapılan analizler sonucunda toprakların büyük bir kısmının tınlı bünyeli olduğu, pH'larının hafif asidik ile hafif alkali arasında değiştiği, genel olarak tuzsuz, çok az kireçli ile çok fazla kireçli arasında kireç içeriklerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Organik madde içeriklerinin yüzey toprak örneklerinde orta ve yeter seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Toprakların yarıyıllı fosfor ve alınabilir potasyum bakımından çok fazla sınırında yer aldığı, mikro besin elementlerinden yarıyıllı çinko içeriklerinin noksan, diğer mikro besin elementlerinin yeter ve fazla sınır değerleri içerisinde yer aldıkları bulunmuştur.

*Sorumlu yazar

sonmezferit@ibu.edu.tr

Determination of Some Physical and Chemical Properties of Research Area Soils of Bolu Abant İzzet Baysal University

Keywords:

Physical and chemical properties of soil, soil analysis, nutrient contents

Abstract. In this study it was aimed that to determine some physical and chemical properties and nutrient contents of Research and Trial Fields soils of Bolu Abant İzzet Baysal University. According to the results, 30 soil samples taken from two depths in the research area it was determined that a large part of the soil texture has a loamy, the pH changed between slightly acidic and slightly alkaline, and generally it was unsalted, between very little calcareous and very calcareous. Organic matter content was determined to be moderate and adequate especially in surface soil samples. Available phosphorus and potassium contents of soils were in high level. Available zinc contents were found as inadequate while the other micronutrient contents were in adequate and high levels.

GİRİŞ

Tarım alanlarının kullanımında karşımıza çıkan sorunlar araziye ait verimlilik analizleri ve etüt çalışmaları yapılmadan tarımsal faaliyetlerin yapılması ve buna bağlı olarak başta toprak kaybı olmak üzere zamana bağlı olarak arazilerin verimsizleşerek elden çıkmasıdır.

Ülkemizde her yıl yaklaşık 500 milyon ton verimli toprak çeşitli faktörlerin etkisi ile kayba uğramaktadır. Arazi kullanım şekli, aşırı otlatma, yanlış gübreleme ve bilinçli veya bilinçsiz arazi yönetimi, ormansızlaştırma gibi dış etkenler ile kayba uğrayan toprak miktarını ya artırmakta ya da azaltmaktadır (Mater 2004; Tağıl 2009). Türkiye'nin yıllık toprak kaybı bir km²'lik alanda 800 ton iken, Avrupa, Amerika ve Asya'da sırasıyla 84 ton m⁻², 491 ton m⁻² ve 610 ton m⁻² olarak belirlenmiştir (Doğan 1995). FAO ve ITP'nin 2015 verilerine göre su erozyonu ile 20-30 Gt (Gigaton) yıl⁻¹, rüzgâr erozyonu ile 2 Gt yıl⁻¹ ve toprak işleme ile de 5 Gt yıl⁻¹ toprak kayba uğramaktadır. Su erozyonu ile tarım alanlarından her yıl 23-24 Mt (Megaton) azot ve 14.6-26.4 Mt P taşınmaktadır (Anonim 2015).

Genel olarak ülkemiz arazilerinin %63.2'sinde çok şiddetli ve şiddetli, %20'sinde orta ve %13.8'de ise hafif erozyon veya erozyon görülmektedir (Anonim 1978). Doğal yollarla meydana gelen erozyonun yanı sıra yanlış toprak işleme, pulluk altındaki eğimli arazilerde koruyucu önlemlerin alınmaması, aşırı otlatma (Durak ve Oğuz 1994) gibi tarımsal işlemler ile gerçekleşen hızlandırılmış erozyonun yanı sıra şehirleşmenin ve endüstrileşmenin getirdiği düzensiz büyüme, kirlilik gibi bazı faktörler var olan toprak varlığımızı tehdit etmektedir.

Bolu ili, yaklaşık 8276 km² yüzölçümü ile ülkemizin yüzölçümünün %1.015'lik bölümünü kaplar. İl arazisinin yaklaşık %18'in tarım alanları, %59'u Orman alanları, %15 Çayır ve mera ve %8 tarım dışı alanlardan oluşmaktadır (Anonim 2015).

Gülser (1992), Van gölü havzası topraklarının verimlilik durumunu ortaya koymak için yürütmüş olduğu çalışma sonunda havzanın genel olarak çinko noksanlığı gösterdiği, diğer elementlerce sorununun bulunmadığını bildirmiştir.

Şahin (1995) Burhaniye Yöresi topraklarının verimlilik ve diğer problemlerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışma sonucunda tekstür sınıflarının Kumlu ile Killi arasında değiştiği, tuzsuz topraklar olduğu, reaksiyon sınıflarının hafif-orta derecede alkali, kireç sınıflarının çok az, az ve orta düzeyde olduğunu belirlemiştir. Araştırma topraklarının organik madde sınıflarının çok değişkenlik gösterdiği ve toprakla ilgili diğer problemlerin de mevcut olduğunu belirlemiştir.

Taban ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada toprak örneklerinin 5'te 3'ünde azot, 4'te 1'inde P, 10'da 3'ünde Zn ve 10'da 9'unda da Mn noksanlığı belirlemişlerdir

Başar (2001), yaptığı çalışma sonunda toprakların tekstürlerinin orta bünyeli, tuzluluk bakımından tuzsuz sınır değerlerin altında olduğu, pH'larının hafif-kuvvetli alkalin reaksiyonlar arasında değiştiğini ve değişen oranlarda kireç kapsadığını bildirmiştir. Toprakların yarısından biraz fazlasında organik madde, 5'te 1'inde alınabilir P ve alınabilir K içeriklerinin noksan değerlerde olduğunu belirlemiştir.

Akgül ve Başayığit (2005), Süleyman Demirel Üniversitesi kampüs topraklarının detaylı toprak etüdü ve haritalaması ile ilgili yaptıkları çalışmada, kampüs topraklarının orta ve orta-ince bünyeli, toprak derinliğinin fazla olduğunu, oldukça kireçli, tuz bakımından sorun oluşturmadığı, toprak pH'sının hafif-orta derece alkalin karakterli olduklarını belirlemişler.

Turan ve ark (2010), yaptıkları çalışma sonucunda Bursa ili tarım topraklarının genel olarak orta bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu, az ve orta düzeyde kireç içerdiğini, organik madde, azot, fosfor, kükürt, çinko ve mangan bakımından önemli oranda noksan olduklarını bildirmişlerdir. Bunun yanında toprakların değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve bakır içeriklerinin yeterli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sönmez ve ark. (2013) Siirt ili ve bazı ilçelerinde alınan bağ alanlarının toprak örneklerinde yaptıkları analizler sonucunda örnekleme alanlarının kireç içeriklerinin ve pH'larının yüksek olduğu, fosfor (P), demir (Fe) ve çinko (Zn) içeriklerinin düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Akça ve ark. (2015), yaptıkları çalışma sonunda Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Araştırma ve Uygulama istasyonu topraklarının tekstür olarak genel itibari ile ağır bünyeli, pH bakımında hafif alkalin, tuz içeriği açısından tuzsuz, kireç bakımında orta kireçli ve organik madde içeriğinin orta düzeyde olduğunu belirlemişler. Ayrıca besin elementi içerikleri bakımından kimi elementlerde önemli düzeyde noksanlık belirlemişlerdir. Sonuç olarak bu alanda yapılacak çalışmalarda gübre programı uygulamalarının olmasını önermişlerdir.

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gököy kampüsü sınırları içerisinde yer alan araştırma ve deneme arazileri ile Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesine tahsis edilen şahıs arazisinin verimlilik durumları bu çalışmayla ortaya konularak araştırmacılar için gerekli

bazı önemli toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

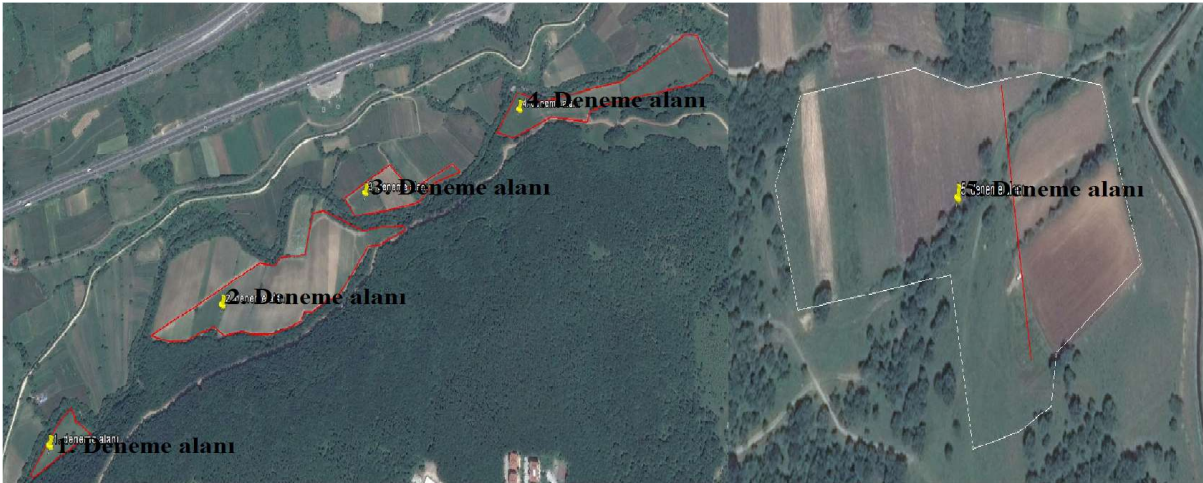
Araştırmanın yürütüldüğü alanlardan bir kısmı Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gölköy yerleşkesi sınırları içerisinde yer almakta, bir kısmı ise Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi kullanımına tahsis edilen şahıs arazisinden oluşmaktadır (Şekil 1 ve 2).

Toprak Örneklerin Alınması ve Analizler

Araştırma ve deneme alanlarının sahip oldukları büyüklük ve arazinin eğimi dikkate alınarak örnek sayıları belirlenmiştir. I. deneme alanından 2 örnekleme noktası, II. deneme alanında 3 örnekleme noktası, III. deneme alanında 2 örnekleme noktası, IV. deneme alanında 3 örnekleme noktası, V. deneme

alanında 4 örnekleme noktası ve VI. deneme alanında 1 örnekleme noktası olmak üzere toplam 15 örnekleme noktası belirlenmiş ve iki derinlikten (0-20 cm, 20-40 cm) örnekler alınmıştır.

Laboratuara getirilerek analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde yapılan analizler; tekstür, hidrometre yöntemi (Bouyoucos 1951); toprak pH'sı 1:2.5 toprak:su karışımında (Jackson, 1958); toplam tuz, elektriksel iletkenlik (EC Metre) ile (Richards, 1954); kireç, Schiebpler kalsimetre yöntemi ile (Hızalan ve Ünal 1966); organik madde, Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre (Jackson 1958); alınabilir fosfor (P), sodyum bikarbonat (Olsen *et al.*, 1954) ve Bray ve Kurtz No. 1 (Ülgen ve Ateşalp 1974) yöntemlerine göre; ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum, Thomas (1982)'a göre ve mikro



Şekil 1. AİBÜ Gölköy kampüsü araştırma ve deneme alanları.
Figure 1. AİBÜ Gölköy campus research and trial areas.



Şekil 2. Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesine tahsis edilen şahıs arazisi.
Figure 2. Personnel share out to the Faculty of Agriculture and Natural Sciences.

elementler dietilen triamin penta asetik asit ekstraksiyonu (DTPA; 0.005 M DTPA + 0.01 M kalsiyum klorür (CaCl₂) +0.1 M tri etanol amin (TEA), pH 7.3) (Lindsay and Norvel 1978) ile çalkalanıp süzükler elde edilmiş ve elde edilen süzüklerde element okumaları ICP-OES (Perkin Elmer Optima 8300DV ICP-OES) kullanılarak yapılmıştır. Deneme alanları topraklarına ait analiz sonuçları Çizelge 1'den yararlanılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma ve Deneme Alanlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma ve deneme alanlarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile korelasyon analiz değerleri Çizelge 2, 5 ve 6'da verilmiştir.

Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesine tahsis edilen deneme alanlarının pH değerlerinin 0-20 cm derinlikte 5.90 ve 8.00 arasında, 20-40 cm derinlikte ise 6.20 ile 8.21 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Toprak pH'sı sınıflandırmasına göre asit, hafif asit, nötr ve alkali sınıflarında değiştikleri belirlenmiştir (Çizelge 2). 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde yapılan korelasyon analiz sonuçlarına göre pH ile kireç (r:0.476**) ve Ca (r:0.700***) arasında pozitif, kil (r:-0.665***), Mg (r:-

0.601***), Na (r:-0.622***), Fe (r:-0.803***) ve Cu (r:-0.594***)) arasında negatif ilişki belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde yapılan korelasyon analizi sonucunda pH ile kireç (r:0.563**), silt (r:0.451*), organik madde (r:0.604***) ve Ca (r:0.793***)) arasında pozitif ilişki, kil (r:-0.778***), Mg (r:-0.505**), Fe (r:-0.688***)) ve Cu (r:-0.583***)) arasında ise negatif ilişki saptanmıştır (Çizelge 5 ve 6). Ülkemizde diğer bölgelerde yapılan çalışmalarda da benzer ilişkiler tespit edilmiştir (Tümsavaş ve Aksoy 2008; Bellitürk ve ark., 2009; Turan ve ark., 2010; Akça ve ark., 2015; Soba ve ark., 2015)

Kireç içerikleri bakımından en düşük değerler 0-20 cm derinlikte %0.22 ile ikinci deneme alanında, en yüksek değer ise %22.77 ile 5. deneme alanında belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde en düşük değerler %0.11 ile ikinci deneme alanının 1. ve 2. örnekleme alanlarında belirlenmiştir. En yüksek değer ise %30.44 ile beşinci deneme alanının 1. örnekleme mevkisinde belirlenmiştir. Genel olarak I., II., III., IV. ve VI. deneme alanlarının kireç içerikleri 0-20 cm derinlikte %0.22 ile %5.47 arasında, 20-40 cm derinlikte ise %0.11-7.41 arasında değiştiği belirlenmiştir. Beşinci deneme alanı gerek 0-20 cm'de (%11.62-22.77) gerekse 20-40 cm'de (%12.62-30.44)

Çizelge 1. Toprak analiz sonuçlarını değerlendirmede kullanılan sınır değerleri.

Table 1. Limit values used to evaluate soil analysis results.

Analizler	Yeterlilik sınıfı					Kaynak
	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla	
Yarayışlı P, mg kg ⁻¹	<3.0	3.0-6.0	6.0-10.0	10.0-15.0	>15.0	Aydeniz 1985
Alınabilir K, mg kg ⁻¹	<150	150-200	200-300	300-400	>400	
Alınabilir Mg, mg kg ⁻¹	Fakir	Orta	Yüksek	Çok yüksek		Çokuysal ve Erbaş 2004
	<80	80-160	160-350	>350		
Alınabilir Ca, mg kg ⁻¹	Çok fakir	Fakir	Orta	İyi	Fazla	Çok fazla
	<714	715-1428	1429-2143	2144-2857	2858-3571	>3571
Faydalı Fe, mg kg ⁻¹	Az	Orta	Yeterli			
	<2.5	2.5-4.5	>4.5			
Faydalı Zn, mg kg ⁻¹	Noksan	Noksanlık gözlenebilir			İyi	Lindsay ve Norwell 1978
	<0.5	0.5-1.0			>1.0	
Faydalı Cu, mg kg ⁻¹	Yetersiz	Yeterli				
	<0.2	>0.2				
Faydalı Mn, mg kg ⁻¹	<1.0	>1.0				
Kireç, %	Çok az kireçli	Az kireçli	Orta kireçli	Fazla kireçli	Çok fazla kireçli	Ülgen ve Yurtsever 1974
	<1.0	1.0-5.0	5.0-15.0	15.0-25.0	>25.0	
Organik madde, %	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek	Maas 1986
	<1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	>4.0	
EC, dS m ⁻¹	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Tuzlu		Richards 1954
	0-4	4-8	8-15	>15		
pH	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	

en yüksek kireç değerlerine ulaşılan yer olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 2). Kireç içeriği ile incelenen özellikler arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda 0-20 cm ve 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde sırasıyla silt ($r:0.767^{***}$ ve 0.848^{***}), K ($r:0.614^{***}$ ve 0.488^{**}) ve Ca ($r:0.737^{***}$ ve 0.811^{***}) arasında ise negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Taban ve ark. (2004), Alagöz ve ark. (2006), Soba ve ark. (2015) ve Akça ve ark. (2015) yaptıkları çalışmalarda benzer ilişkiler belirlemişlerdir. Kacar ve ark. (1998) tarım alanlarının kireç içeriğinin yüksek olmasının P ve Zn elementleri başta olmak üzere birçok elementin alımını güçleştirdiğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk bakımından tüm deneme alanlarının tuzsuz ($0-4 \text{ dS m}^{-1}$) sınır değerlerinin içinde yer aldığı belirlenmiştir. 0-20 cm derinlikte en yüksek tuz değeri 1.516 dS m^{-1} ile VI. deneme alanında, en düşük değer

ise 0.165 dS m^{-1} ile birinci deneme alanının 2. örnekleme noktasında belirlenmiştir. 20-40 cm derinliğinde en yüksek tuz değerine 0.739 dS m^{-1} ile beşinci deneme alanının 3. örnekleme noktasında, en düşük değer ise 0.104 dS m^{-1} ile birinci deneme alanının 1. örnekleme noktasında belirlenmiştir (Çizelge 2). Korelasyon analizi sonucunda 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde tuz ile kireç ($r:0.529^{**}$), silt ($r:0.632^{***}$), organik madde ($r:0.451^*$), P ($r:0.399^*$), K ($r:0.712^{***}$), Ca ($r:0.745^{***}$) ve Mn ($r:0.570^{**}$) arasında pozitif ilişki, kum ($r:-0.369^*$) ve kil ($r:-0.747^{***}$) ile negatif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve 6). Elde edilen sonuçlara göre bu alanlarda tarımsal üretim bakımından tuzluluk bakımından sorun olmadığı belirlenmiştir. Soba ve ark. (2015) ve Akça ve ark. (2015) yaptıkları çalışmalarda toprak tuzluluğu ile K, B, Fe, Zn, Cu ve Mn arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Araştırma alanları toprak örneklerinin analiz sonuçları.

Table 2. The soil of research areas samples.

Deneme alanları	Örnek noktası	Derinlik (cm)	Tuz		pH	Kireç	Kum	Kil	Silt	Bünye sınıfı	Organik madde %
			dS m^{-1}								
I	1	0-20	0.226	7.36	1.47	44	16	40	Tın	3.11	
		20-40	0.104	7.85	1.25	42	24	34	Tın	1.16	
	2	0-20	0.165	7.38	0.40	44	24	32	Tın	3.06	
		20-40	0.131	7.47	0.40	30	24	46	Tın	2.41	
II	1	0-20	0.644	6.20	0.44	44	26	30	Tın	1.67	
		20-40	0.285	6.21	0.11	40	28	32	Killi-Tın	1.38	
	2	0-20	0.467	6.17	0.22	38	32	30	Killi-Tın	1.64	
		20-40	0.207	6.20	0.11	38	32	30	Killi-Tın	1.59	
	3	0-20	0.244	5.90	0.22	36	30	34	Killi-Tın	1.94	
		20-40	0.258	6.20	0.33	46	24	30	Tın	1.53	
III	1	0-20	0.419	7.66	4.55	52	20	28	Kumlu-Kil-Tın	4.60	
		20-40	0.313	7.79	4.77	54	20	26	Kumlu-Kil-Tın	1.54	
	2	0-20	0.427	7.72	3.96	48	22	30	Tın	2.14	
		20-40	0.258	8.16	4.26	46	20	34	Tın	1.86	
IV	1	0-20	0.369	7.95	4.59	50	18	32	Tın	2.23	
		20-40	0.299	8.21	5.73	50	16	34	Tın	1.46	
	2	0-20	0.446	7.93	5.47	48	18	34	Tın	2.96	
		20-40	0.337	8.09	6.53	48	18	34	Tın	1.98	
	3	0-20	0.493	7.89	4.62	48	16	36	Tın	4.53	
		20-40	0.371	8.15	7.41	54	16	30	Kumlu Tın	2.68	
V	1	0-20	0.686	8.00	22.77	26	4	70	Siltli Tın	2.75	
		20-40	0.512	8.08	30.44	26	4	70	Siltli Tın	1.75	
	2	0-20	0.696	7.95	11.62	28	6	66	Siltli Tın	3.94	
		20-40	0.732	7.91	13.84	28	6	66	Siltli Tın	2.76	
	3	0-20	0.664	7.92	15.46	28	6	66	Siltli Tın	3.40	
		20-40	0.739	8.03	12.62	30	4	66	Siltli Tın	1.74	
	4	0-20	0.843	7.99	6.68	30	6	64	Siltli Tın	3.99	
		20-40	0.636	7.99	8.49	30	8	62	Siltli Tın	3.22	
VI	1	0-20	1.516	7.59	0.63	50	22	28	Tın	1.86	
		20-40	0.635	7.84	0.74	50	22	28	Tın	1.80	

Çizelge 3. Araştırma alanları örneklerinin yarıyıllı P ve değişebilir katyon içerikleri.

Table 3. Analyses of available P and available cation elements of the research area samples.

Deneme alanları	Örnek noktası	Derinlik (cm)	Fosfor	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Sodyum	
			mg kg ⁻¹					
I	1	0-20	25.2	256.3	4077	187.1	55.92	
		20-40	20.6	198.3	3346	254.0	58.60	
	2	0-20	23.4	261.5	3842	248.3	53.90	
		20-40	18.2	213.5	3648	272.3	55.33	
II	1	0-20	28.5	290.6	1369	162.1	69.01	
		20-40	17.6	270.2	1337	158.3	66.24	
	2	0-20	26.1	281.2	1890	289.1	67.93	
		20-40	14.3	256.6	2189	355.8	67.96	
	3	0-20	21.6	278.3	1871	296.4	58.58	
		20-40	15.1	256.7	2134	353.7	66.07	
III	1	0-20	24.6	241.3	5961	102.8	55.87	
		20-40	15.2	241.6	6172	110.1	51.25	
	2	0-20	27.1	245.0	6350	115.2	55.04	
		20-40	18.6	219.6	6516	120.6	52.54	
	IV	1	0-20	22.2	233.0	5785	85.69	52.46
			20-40	13.2	198.2	5865	92.83	52.68
2		0-20	26.7	275.6	5436	85.74	51.92	
		20-40	14.1	199.5	5779	91.47	53.39	
3		0-20	20.5	616.2	5674	114.6	50.15	
		20-40	15.3	440.2	5507	95.11	50.20	
V	1	0-20	26.1	388.4	9753	133.3	54.86	
		20-40	20.5	381.1	9123	123.6	55.92	
	2	0-20	22.5	434.8	10320	223.7	57.53	
		20-40	18.3	427.0	10690	212.6	57.48	
	3	0-20	24.3	470.9	10350	301.8	69.79	
		20-40	20.3	407.7	9804	297.7	69.98	
	4	0-20	26.9	368.6	10780	178.6	53.46	
		20-40	19.4	379.2	10560	173.6	55.25	
VI	1	0-20	31.5	273.3	4415	210.2	64.30	
		20-40	20.4	264.3	4446	213.9	67.42	

Deneme alanlarının %kum, %silt ve %kil içerikleri incelendiğinde, 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde sırasıyla %28-52, %28-66, ve %4-32 arasında değiştikleri, 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise sırasıyla %26-54, %26-70 ve %4-32 arasında değiştikleri tespit edilmiştir. Bünye sınıfı bakımından incelendiğinde, 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin sekiz örnekleme noktasının; Tın, iki örnekleme noktasının; Killi-Tın, bir örnekleme noktasının; Kumlu-Killi-Tın, dört örnekleme noktasının ise Siltli-Tın sınıfında olduğu 20-40 cm den alınan örneklerde ise yedi örnekleme noktasının; Tın, iki örnekleme noktasının; Killi-Tın, bir örnekleme noktasının; Kumlu-Killi-Tın, dört örnekleme noktasının; Siltli-Tın ve bir örnekleme noktasının ise Kumlu-Tın sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Korelasyon analizi sonuçlarına göre 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde kum ile kil (r:0.475***) arasında pozitif ilişki belirlenmişken silt (r:-0.877***), P (r:-0.559**), K (r:-0.438*), Ca (r:-0.465**), Mg (r:-0.366*) ve Fe (r:-0.416*) arasında negatif ilişkiler belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde kum ile kil (r:0.577***) ve

Zn (r:0.368*) arasında pozitif ilişki, silt (r:-0.891***), K (r:-0.428*), Ca (r:-0.578***), Mg (r:-0.524**) ve Fe (r:-0.499**) arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Taban ve ark. (1997), Tümsavaş (2003) ve Soba ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda benzer ilişkiler belirlenmiştir.

Organik madde içeriklerinin 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde %1.67-4.60 arasında, 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise %1.16-3.22 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin organik madde içerikleri Ülgen ve Yurtsever (1974)'in bildirdiği sınır değerleri ile kıyasladığımızda, organik madde içeriği bakımından iki örnekleme noktasının fazla (>%4), beş örnekleme noktasının yeter (%3-4), dört örnek noktasının orta (%2-3) ve dört örnekleme noktasının ise az (%1-2) sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise bir örnek noktasında yeter (%3-4), 3 örnek noktasında orta (%2-3) ve onbir örnek noktasında ise az sınıfında (%1-2) yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Korelasyon analiz sonuçlarına göre 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde organik

madde ile K (r:0.595^{***}) ve Ca (r:0.577^{***}) arasında pozitif ilişki, Na (r:-0.364^{*}) ile negatif ilişki belirlenmiştir. Alt toprak (20-40 cm) alınan örneklerde organik madde ile K (r:0.552^{**}) ve Ca (r:0.588^{***}) arasında pozitif ilişki, P (r:-0.443^{*}), Fe (r:-0.399^{*}) ve Cu (r:-0.437^{*}) arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Elde ettiğimiz bu sonuçlar yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile uyum içerisindedir (Parlak ve ark., 2008; Bellitürk ve ark., 2009; Soba ve ark., 2015). Özyazıcı ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada toprak organik maddesi ile tekstür bileşenleri arasında korelasyon olmadığını bildirmişlerdir. Toprakların organik madde içerikleri hem fiziksel özelliklerinin iyileşmesi bakımından hem de besin elementi kaynağı oluşturması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle organik madde içeriğinin düşük olduğu alanlara 2-3 ton/da ayrılmış çiftlik gübresi uygulaması yararlı olacaktır (Rosen *et al.*, 1999).

Araştırma Alanlarının Bitki Besin Elementi İçerikleri

Deneme alanlarının besin element analiz sonuçları ile korelasyon analiz değerleri Çizelge 3-4 ile Çizelge 5-6'da verilmiştir.

Deneme alanlarının yarıyıllı P içerikleri incelendiğinde, 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin tümünün çok fazla (15 mg kg⁻¹<) sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. En yüksek değerler 31.5 mg kg⁻¹ ile altıncı deneme alanında, en düşük değer ise 20.5 mg kg⁻¹ ile dördüncü deneme alanının 3. örnekleme noktasında tespit edilmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerin yarıyıllı P içeriklerinin fazla (10-15 mg kg⁻¹) ile çok fazla (15 mg kg⁻¹<) arasında değişmiş ve en yüksek P içeriği 20.6 mg kg⁻¹ ile birinci deneme alanının 1. örnekleme noktasında, en düşük değer ise 13.2 mg kg⁻¹ ile dördüncü deneme alanının 1. Örnekleme noktasında belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4. Araştırma alanları örneklerinin yarıyıllı mikro element içerikleri.

Table 4. Available microelement analysis results of research area samples.

Deneme alanları	Örnek noktası	Derinlik (cm)	Fe	Zn	Mn	Cu
			mg kg ⁻¹			
I	1	0-20	13.33	0.42	1.67	18.85
		20-40	14.26	0.12	1.68	20.40
	2	0-20	17.79	0.44	1.99	20.24
		20-40	17.37	0.19	2.38	18.38
II	1	0-20	49.80	0.58	2.24	39.18
		20-40	43.70	0.54	2.26	35.50
	2	0-20	39.20	0.41	2.22	40.04
		20-40	39.84	0.32	2.24	42.76
	3	0-20	47.96	0.50	2.26	43.84
		20-40	40.86	0.36	2.31	42.86
III	1	0-20	10.80	0.40	1.5F1	8.58
		20-40	10.80	0.40	1.53	9.71
	2	0-20	11.72	0.32	1.74	13.76
		20-40	11.60	0.30	1.75	14.06
IV	1	0-20	10.46	0.60	1.74	12.30
		20-40	11.34	0.14	2.04	11.82
	2	0-20	11.36	0.44	1.53	15.48
		20-40	11.84	0.16	1.90	10.81
	3	0-20	16.1	0.88	1.60	13.92
		20-40	11.60	0.51	1.52	12.41
V	1	0-20	24.76	0.21	2.24	12.58
		20-40	21.26	0.14	2.06	11.16
	2	0-20	17.94	0.38	2.26	11.95
		20-40	23.04	0.26	2.64	15.86
	3	0-20	46.28	0.56	3.22	11.420
		20-40	34.80	0.28	3.08	14.84
	4	0-20	24.30	0.36	2.44	52.12
		20-40	28.26	0.40	2.72	50.48
VI	1	0-20	16.62	2.42	4.66	42.90
		20-40	17.46	2.10	4.82	46.08

0-20 cm derinlikten alınan örneklerin korelasyon analiz sonuçlarına göre P ile Ca ($r:0.362^*$) ve Mn ($r:0.446^*$) arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise P ile Mn ($r:0.544^{**}$), Zn ($r:0.454^*$) ve Cu ($r:0.428^*$) arasında pozitif, K ($r:-0.401^*$) ile de negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Alınabilir fosfor ile diğer elementler arasındaki ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları yapılan benzer çalışmalar ile uyum göstermektedir (Taban ve ark. 1997; Çimrin ve Boysan 2006; Parlak ve ark. 2008, Soba ve ark. 2015; Akça ve ark. 2015).

Alınabilir K içerikleri bakımından deneme alanlarının dağılışı şu şekilde olmuştur. 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin on örnekleme noktasında yeterli ($200-300 \text{ mg kg}^{-1}$), iki örnekleme noktasında yüksek ($300-400 \text{ mg kg}^{-1}$) ve üç örnekleme noktasında çok yüksek ($400 \text{ mg kg}^{-1} <$) sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerin üç örnekleme noktasının düşük ($150-200 \text{ mg kg}^{-1}$), yedi örnekleme noktasının yeterli ($200-300 \text{ mg kg}^{-1}$), iki örnekleme noktasının yüksek ($300-400 \text{ mg kg}^{-1}$) ve üç örnekleme noktasının ise çok yüksek ($400 \text{ mg kg}^{-1} <$) sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Korelasyon analiz sonucuna göre K ile Ca arasında 0-20 cm ve 20-40 cm derinlikteki örneklerde ($r:0.646^{***}$ ve $r:0.492^*$) pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Soba ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada K ile B, Zn, Cu ve Mn arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Deneme alanlarının alınabilir Ca içerikleri incelendiğinde, 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin iki örnekleme noktasının orta ($1429-2143 \text{ mg kg}^{-1}$), bir örnekleme noktasının fazla ($2144-2857 \text{ mg kg}^{-1}$) ve oniki örnekleme noktasının çok fazla ($3571 \text{ mg kg}^{-1} <$) sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerin bir örnek noktası fakir ($715-1428 \text{ mg kg}^{-1}$), bir örnek noktasının orta ($1429-2143 \text{ mg kg}^{-1}$), bir örnek noktasının iyi ($2144-2857 \text{ mg kg}^{-1}$), bir örnek noktasının fazla ($2858-3571 \text{ mg kg}^{-1}$) ve onbir örnekleme noktasının çok fazla ($3572 \text{ mg kg}^{-1} <$) sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Korelasyon analiz sonucunda 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde Ca ile Cu ($r:-0.333^{***}$) arasında negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 6)

Deneme alanlarının alınabilir Mg içerikleri incelendiğinde, 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin altı örnekleme noktasında orta ($80-160 \text{ mg kg}^{-1}$) ve dokuz örnekleme noktasında ise yüksek ($161-350 \text{ mg kg}^{-1}$) sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerden yedi örnekleme noktasının orta ($80-160 \text{ mg kg}^{-1}$), altı örnekleme noktasının yüksek ($161-350 \text{ mg kg}^{-1}$) ve iki örnekleme noktasının çok yüksek ($351 \text{ mg kg}^{-1} <$) sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 3). 0-20 cm derinlikten

alınan örneklerin korelasyon analiz sonuçlarına göre Mg ile Na ($r:0.754^{***}$), Fe ($r:0.658^{***}$) ve Cu ($r:0.527^{**}$) arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise Mg ile Fe ($r:0.673^{***}$), Mn ($r:0.478^{**}$) ve Cu ($r:0.429^*$) arasında pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6).

Alınabilir Na içerikleri bakımından deneme alanlarının her iki derinliğinden alınan örneklerde sorun olmadığı belirlenmiştir. 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde en yüksek Na içeriği 69.79 mg kg^{-1} ile V. deneme alanında, en düşük 50.5 mg kg^{-1} ile IV. deneme alanında tespit edilmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde en yüksek Na içeriğine 69.98 mg kg^{-1} ile V. deneme alanında, en düşük 50.20 mg kg^{-1} ile IV. deneme alanında belirlenmiştir (Çizelge 3). 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde yapılan korelasyon analizi sonucu Na ile Fe ($r:0.799^{***}$), Mn ($r:0.608^{***}$), Cu ($r:0.378^*$) ve Zn ($r:0.604^{***}$) arasında pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6).

Yarayışlı mikro element içerikleri bakımından deneme alanlarının her iki derinlik için Zn elementi hariç diğer elementler genelde yeterli sınır değerlerinin çok üstünde oldukları belirlenmiştir. Yarayışlı Fe içerikleri incelendiğinde 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin 10.80 mg kg^{-1} ile 49.80 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. 20-40 cm derinliklerden alınan örneklerde ise 10.80 mg kg^{-1} ile 43.70 mg kg^{-1} arasında değiştikleri belirlenmiştir (Çizelge 4). 0-20 cm ve 20-40 cm'den alınan örneklerde yapılan korelasyon analizi sonucu Fe ile Cu arasında ($r:0.634^{***}$ ve 0.498^{**}) pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Benzer olarak Soba ve ark. (2015) ve Akça ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada Fe ile Zn, Cu, Mn ve K arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Altıncı deneme alanı hariç diğer deneme alanlarının hem 0-20 cm hemde 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde yarayışlı Zn içerikleri noksan değerler içerisinde yer aldığı ve genel bir Zn noksanlığı ile karşı karşıya olduğumuz sonucu ortaya çıkmıştır. 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin Zn içerikleri 0.21 mg kg^{-1} (V. deneme alanı, 1. örnekleme noktası) ile 0.88 mg kg^{-1} (IV. deneme alanı, 3. örnekleme noktası) arasında, 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise 0.12 mg kg^{-1} (I. deneme alanı, 2. örnekleme noktası) ile 0.54 mg kg^{-1} (II. deneme alanı, 1. örnekleme noktası) arasında değiştiği belirlenmiştir. Altıncı deneme alanında ise 0-20 cm derinlikte 2.42 mg kg^{-1} , 20-40 cm derinlikte ise 2.10 mg kg^{-1} olarak Zn değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4). Korelasyon analizi sonucu Zn'un yalnızca 0-20 cm derinlikteki örneklerde Cu ($r:0.498^{**}$) ile pozitif ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Benzer ilişkiler Tümsavaş (2003), Çimrin ve Boysan (2006), Turan ve ark. (2010) ve Soba ve ark. (2015) tarafından

Çizelge 5. Abant İzzet Baysal Üniversitesi araştırma alanları topraklarının 0-20 cm örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Table 5. Correlation coefficients between some physical and chemical properties of 0-20 cm samples of Abant İzzet Baysal University research areas.

0-20	pH	EC	Kireç	Kum	Kil	Silt	O.M.	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn
EC	0.351ns														
Kireç	0.476**	0.526**													
Kum	0.033	-0.369*	-0.513**												
Kil	-0.665***	-0.747***	-0.836***	0.475**											
Silt	0.313ns	0.632***	0.767***	-0.877***	-0.836***										
O.M.	0.349ns	0.451*	0.230	-0.339	-0.476**	0.462*									
P	0.261	0.399*	0.333	-0.559**	-0.381*	0.544**	0.121								
K	0.217	0.712***	0.614***	-0.438*	-0.708***	0.657***	0.595***	0.319							
Ca	0.700***	0.745***	0.737***	-0.465**	-0.943***	0.790***	0.577***	0.362*	0.646***						
Mg	-0.601***	-0.064	-0.321	-0.366*	0.295	0.096	-0.160	0.165	-0.022	-0.306					
Na	-0.622***	0.200	-0.223	-0.253	0.231	0.049	-0.364*	0.256	0.057	-0.302	0.754***				
Fe	-0.803***	0.121	-0.113	-0.416*	0.166	0.195	-0.129	0.057	0.217	-0.233	0.658***	0.799***			
Mn	-0.021	0.570**	-0.074	0.180	-0.105	0.170	0.119	0.446*	0.156	0.107	0.333	0.608***	0.244		
Zn	-0.031	0.323	-0.269	0.316	0.186	-0.302	0.003	0.258	0.019	-0.167	0.041	0.378*	-0.003	0.805***	
Cu	-0.594***	0.089	-0.422*	-0.095	0.361*	-0.117	0.089	0.126	-0.017	-0.308	0.527**	0.604***	0.634***	0.549**	0.498**

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001.

Çizelge 6. Abant İzzet Baysal Üniversitesi araştırma alanları topraklarının 20-40 cm örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Table 5. Correlation coefficients between some physical and chemical properties of 20-40 cm samples of Abant İzzet Baysal University research areas.

20-40	pH	EC	Kireç	Kum	Kil	Silt	O.M.	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn
EC	0.217														
Kireç	0.563**	0.178													
Kum	-0.033	-0.120	-												
			0.675***												
Kil	-0.778***	-0.263	-	0.577***											
			0.835***												
Silt	0.451*	0.214	0.848***	--0.891***	-0.885***										
O.M.	0.604***	-0.088	0.328ns	-0.108	-0.595***	0.391*									
P	-0.053	0.642***	-0.105	0.129	0.101	-0.131	-0.443*								
K	0.338	0.179	0.488**	-0.428*	-0.549**	0.549**	0.552**	-0.401*							
Ca	0.793***	0.281	0.811***	-0.578***	-0.940***	0.852***	0.588***	-0.098	0.492*						
Mg	-0.505**	0.043	-0.091	-0.524**	0.178	0.201	-0.245	-0.066	0.081	-0.128					
Na	-0.027	-0.235	-0.152	0.063	0.136	-0.112	0.023	-0.100	-0.117	-0.124	0.170				
Fe	-0.688***	0.029	0.018	-0.499**	0.216	0.164	-0.399*	0.032	0.142	-0.235	0.673***	-0.076			
Mn	-0.020	0.803***	0.060	-0.205	-0.073	0.158	-0.310ns	0.544**	0.064	0.101	0.478**	-0.051	0.292		
Zn	0.028	0.713***	-0.295	0.368*	0.184	-0.312	-0.232	0.454*	0.006	-0.204	0.082	-0.066	-0.097	0.781***	
Cu	-0.583***	0.355 ns	-0.463*	-0.131	0.380*	-0.137	-0.437*	0.428*	-0.198	-0.357ns	0.429*	-0.044	0.498**	0.454*	0.324ns

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001.

bildirilmiştir. Bulgulara göre deneme alanlarına Zn içeren gübrelerin uygulanması büyük fayda sağlayacaktır.

Deneme alanlarının yarıyıllı Mn ve Cu içeriklerinin yeter sınır değerlerinin çok üstünde oldukları tespit edilmiştir. 0-20 cm derinlikten alınan örneklerin Mn ve Cu içerikleri sırasıyla 1.51 mg kg⁻¹ ile 4.66 mg kg⁻¹, 8.58 mg kg⁻¹ ile 52.12 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde sırasıyla 1.52 mg kg⁻¹ ile 4.82 mg kg⁻¹, 9.71 mg kg⁻¹ ile 50.48 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Korelasyon analizi sonucunda Mn'in hem 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde hemde 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde Zn (r:0.805*** ve 0.549**) ve Cu (r:0.781*** ve r:0.454*) ile pozitif ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Benzer ilişkiler farklı araştırmacılar tarafından da yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir (Tümsavaş 2003; Çimrin ve Boysan 2006; Turan ve ark., 2010; Soba ve ark. 2015).

SONUÇ

Bu çalışma 2016 yılında AİBÜ Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesine tahsis edilen araştırma ve uygulama alanlarından iki derinlikten alınan (0-20 cm ve 20-40 cm) toplam 30 toprak örneğinde yürütülmüştür. Yapılan analizler sonucunda araştırma ve deneme alanlarının pH değerlerinin hafif asit ile hafif alkali arasında değiştiği, kireç içeriklerinin oldukça değişkenlik gösterdiği, tüm örneklerin tuzsuz sınıfında yer aldığı, V. deneme alanı hariç arazilerin lokasyonlarına bağlı olarak genelde kum içeriklerinin fazla olduğu ve tın bünye ağırlıklı olduğu, organik madde içeriklerinin, özellikle 0-20 cm derinlikten alınan örneklerde, çoğu yerde orta ve yeter değerler arasında değiştiği belirlenmiştir. Yarıyıllı fosfor ile alınabilir potasyum içerikleri bakımından herhangi bir noksanlık gözlenmezken, alınabilir kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin kimi bölgelerde orta seviyede oldukları belirlenmiştir. Araştırma ve deneme alanlarının mikro element durumları incelendiğinde çinko bakımından genel bir noksanlık belirlenmiş, diğer elementlerin fazla sınıfındaki değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu alanlarda yürütülecek bilimsel çalışmalarda özellikle çinko gübrelemesine ayrıca bir önem verilmesi ve kimi yerlerde de magnezyumlu ve kalsiyumlu gübre uygulamalarına ihtiyaç duyulabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi tarafından BAP-2016.10.04.1055 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akça MO., Türkmen F., Taşkın MB., Soba, MR ve Öztürk HS., 2015. Ankara Üniversitesi Kalecik Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 3(2): 54-63.
- Akgül M ve Başayığıt L., 2005. Süleyman Demirel Üniversitesi çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 54-63.
- Alagöz Z., Öktüren F ve Yılmaz E., 2006. Antalya bölgesinde karanfil yetiştirilen sera topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 123-129.
- Anonim, 1978. Türkiye'nin arazi varlığı. Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak Etütleri ve Haritalama Daire Başkanlığı, Ankara.
- Anonim, 2015. Bolu, 2015-2019 dönemi stratejik plan. Bolu Belediyesi Başkanlığı, Bolu.
- Aydeniz A., 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928, Ders Kitabı No: 263, Ankara.
- Başar H., 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15: 69-83.
- Bellitürk K., Danışman F ve Sözübek B., 2009. Tekirdağ yöresindeki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasındaki ilişkiler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 141-147.
- Bouyoucos GD., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Çimrin KM ve Boysan S., 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 16: 105-111.
- Çokuysal B ve Erbaş E., 2004. Bitkilerde Besin Maddeleri Noksanlıkları ve Toprak Tahlillerinin Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü: 65, İzmir.
- Doğan O., 1995. Türkiye'de toprak kaynakları, sorunları ve çözümler. Çevre, 5: 440-448.
- Durak A ve Oğuz İ., 1994. Toprak ve su muhafazası çalışmalarını planlamada toprak etüt ve haritalarından yararlanma imkanları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11: 190-202.
- FAO and ITPS. 2015. World's Soil Resources, Chapter 6: Global Soil Status Processes and Trends. Main Reports. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

- Gülser F., 1992. Van Gölü Havzası Büyük toprak Gruplarının Verimlilik Durumları. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Hızalan E ve Ünal E., 1966. Topraklarda Önemli Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın no: 278.
- Jackson M., 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Kacar B., Taban S., Alpaslan M and Fuleky G., 1998. Zinc phosphorus relationship in the dry matter yield and the uptake of Zn, P, Fe and Mn of rice plants (*Oryza sativa L.*) as affected by the total carbonate content of the soil. 2-3 October, Second International Zinc Symposium, Ankara, Turkey.
- Lindsay WL and Norvell WA., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Proceeding, 42: 421-428.
- Maas EV., 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1: 12-26.
- Mater B., 2004. Toprak Coğrafyası. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- Olsen SR., Cole V., Watanabe FS and Dean LA., 1954. Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate. United States Department of Agriculture, pp: 939-941.
- Özyazıcı MA., Sağlam M., Dengiz O ve Erkoçak A., 2014. Çay tarımı yapılan topraklara yönelik faktör analizi ve jeostatistik uygulamaları: Rize ili örneği. Toprak Su Dergisi, 3(1): 12-23.
- Parlak M., Fidan A., Kızılıçık İ ve Koparan H., 2008. Eceabat ilçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(4): 394-400.
- Richards LA., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook 60. United States Department of Agriculture.
- Rosen C., Becker R., Fritz V., Huthicson B., Percich J., Tong C and Wrigth J., 1999. Growing Garlic in Minnesota. Available:<http://www.Extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7.317-mulching.html>. [Access: Decemver 21, 2017].
- Soba MR., Türkmen F. Taşkın MB., Akça MO ve Öztürk HS., 2015. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarını incelenmesi. Toprak Su Dergisi, 4(1): 7-17.
- Sönmez F., Uyak C ve Tüfenkci Ş., 2013. Siirt ve ilçelerinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin beslenme sorunlarının yaprak ve toprak analizleri ile belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(3): 73-78.
- Şahin M., 1995. Burhaniye yöresi topraklarının verimlilik ve diğer problemleri üzerine bir araştırma. Pamukkale üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(2-3): 173-179.
- Taban S., Alpaslan M., Hasemi AG ve Eken D., 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendistik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(3): 457-466.
- Taban S., Çıkılı Y., Cebeci F., Taban N ve Sezer SM., 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. Tarım Bilimleri Dergisi, 10(3): 297-304.
- Tağıl Ş., 2009. Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında (Balıkesir) toprak kaybının mekânsal dağılışı ve etkileyen faktörler. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(22): 23-39.
- Thomas GW., 1982. Exchangeable cations. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monography, pp. 159-165.
- Turan MT., Katkat AV., Özsoy G ve Taban S., 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1): 115-130.
- Tümsavaş Z., 2003. Bursa ili Vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2): 9-21.
- Tümsavaş Z ve Aksoy E., 2008. Kahverengi Orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 43-54.
- Ülgen N ve Ateşalp M., 1974. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir P Tayini. Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Ankara.
- Ülgen N ve Yurtsever N., 1974.. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayınlar No: 28, Ankara.

Investigation of Temporal and Spatial Variation of Mammalian Predation in Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) Nests on Samandağ Beach, Eastern Mediterranean Turkey

Bektaş Sönmez*

Suşehri Timur Karabal Vocational School, Cumhuriyet University, Suşehri, Sivas, Turkey

Received: 02.03.2018

Accepted: 27.03.2018

Keywords:

Predation, *Canis aureus*, *Chelonia mydas*, Green sea turtle, Samandağ

Abstract. Nest predation is an important practical challenge for the protection of many endangered species of birds and reptiles, and has the potential to reduce hatching success and slow the recovery of the threatened populations. Estimating the temporal and spatial variation of the nest predation has the potential to optimize predation management. In this study, the temporal and spatial variation of mammalian predation was investigated in the green sea turtle (*Chelonia mydas*) nests on Samandağ beach, Eastern Mediterranean, Turkey. A total of 964 nests were examined between 2012 and 2017, which 733 of them were protected with screened metal grid and 231 of them unscreened control nests. The most effective nest predator was identified as the Jackal (*Canis aureus*). The protection of the nests with the screened metal grid has effectively increased the hatching success. The number of predated nests showed a positive trend over the years, but this trend was not statistically significant. The likelihood of predation increased towards the end of the incubation period, and did not change in the spatial variation according to the distance to the sea and vegetation. Also, the likelihood of the predation increased towards the end of the beach. Investigation of the likelihood of predation by nest density and nest depth in future studies is important. Also, the investigation of population ecology and status of the Jackals, which is predominant predators on the Samandağ beach, is important for the both species.

*Corresponding author

bektass@gmail.com

Samandağ Kumsalı Yeşil Deniz Kaplumbağası (*Chelonia mydas*) Yuvalarında Memeli Predasyonunun Zamansal ve Mekansal Değişiminin İncelenmesi

Anahtar kelimeler:

Predasyon, *Canis aureus*, *Chelonia mydas*, Yeşil deniz kaplumbağası, Samandağ

Özet. Yuva predasyonu, birçok nesli tükenmekte olan kuş ve sürüngen türünün korunması için önemli bir pratik zorluktur ve yavru başarısını azaltma ve tehdit altındaki popülasyonların iyileşmesini yavaşlatma potansiyeline sahiptir. Yuva predasyonunun zamansal ve mekansal değişiminin tahmin edilmesi predasyon yönetimini optimize etme potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada, Samandağ kumsalında yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*) yuvalarında memeli predasyonunun zamansal ve mekansal değişimleri araştırıldı. 2012 ve 2017 yılları arasında 733'ü metal ızgaralı kafes ile korunan, 231'i ise metal ızgara ile korumaya alınmamış kontrol yuvaları olan toplam 964 yuva araştırıldı. En etkili yuva predatörü Çakal olarak tespit edildi. Yuvaların metal ızgaralı kafes ile korunması yavru başarısını etkin bir şekilde arttırdı. Predasyona uğrayan yuva sayısı yıllara göre pozitif bir eğilim gösterdi, ancak bu eğilim istatistiksel olarak anlamlı değildi. Predasyon olasılığı kuluçka döneminin sonuna doğru arttı ve deniz ve bitki örtüsüne olan mesafeye göre mekansal değişimde farklılık ortaya çıkmadı. Ayrıca, kumsalın sonuna doğru predasyon olasılığı arttı. Yuva yoğunluğu ve yuva derinliklerine bağlı predasyon olma ihtimalinin ileride araştırılması önemlidir. Ayrıca Samandağ sahilinde baskın yırtıcı olan Çakalların popülasyon ekolojisi ve statüsünün araştırılması da her iki tür için de önemlidir.

INTRODUCTION

Turkey's Mediterranean coast have important nesting beaches for the green sea turtle (*Chelonia mydas*) and loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) (Canbolat 2004). Also, Samandağ beach is the most important nesting beach for the green sea turtle in the Eastern Mediterranean (Yalçın-Özdilek 2007). According to IUCN Red List criteria, the Mediterranean subpopulation of the green sea turtle is in the "Critical Endangered" (CR) status (Hilton-Taylor 2000), while the Mediterranean sub-population of the loggerhead sea turtle is in the "Least Concern" (LC) status (Casale 2015). Sea turtles, which typically have adapted to aquatic life, need coastal habitats for the nesting. Over the last 500 years, the consumption of sea turtles' flesh, eggs, shells, oil and skin has caused the generation of these species to face the danger of extinction (Ripple 1996). The main threats of sea turtles are dangers faced by nests in the coastal habitats. These threats can be biotic as predators (Başkale and Kaska 2005), and abiotic under the flood of beach, erosion, degradation of nesting beach (Sönmez and Yalçın Özdilek 2013).

Nest predation requires the application of practical and usable conservation methods for a number of endangered species of birds and reptiles (Stancyk 1982; Leighton *et al.*, 2011). Nest predators can be of various numbers, including mammals, birds, lizards, crabs, and insects (Stancyk 1982; Brown and Macdonald 1995; Yerli *et al.*, 1997; Kaska 2000; Özdemir *et al.*, 2004; Başkale and Kaska 2005). The nest predation by the mammals is perhaps the most important biotic problem for the sea turtles to successfully complete their incubation (Kurz *et al.*, 2011). It has been reported, however, that in some nesting beaches 97% of the nests are partially or totally predated by mammals (Hopkins and Murphy 1980; Talbert *et al.*, 1980; Schroeder 1981). Similar results were also reported in Mediterranean nesting beaches (Brown and Macdonald 1995; Yerli *et al.*, 1997; Kaska 2000; Başkale and Kaska 2005; Akçınar *et al.*, 2006). In addition, predation is an important reason of death for the eggs and hatchlings of endangered sea turtles (Stancyk 1982). It has been reported in the North Cyprus beaches that the hatching success is very low for the reason of mammalian predation (Kaska 2000). Although the populations of sea turtle in juvenile and adult period are very sensitive to the death, the nest predation may have adverse effects on future populations in the long term (Heppell *et al.*, 1996). In addition, experimental and theoretical research results have shown that it is important that

the their eggs and hatchlings survive in order to continue the future population. (Dutton *et al.*, 2005; Mazaris *et al.*, 2006). However, it is known that significant reductions in survival rates in the first year of their life cause their populations to decline more rapidly (Crouse *et al.*, 1987; Crowder *et al.*, 1994). For this reason, the protection of the nests against the predation is important for the future population's existence. Against predation; a number of conservation methods are proposed, such as predator removal, transfer the eggs to other beach or hatcheries, use of chemical pesticides and nest protection (Yerli *et al.*, 1997). It has been reported that the method of removing the predator is advised to be used for intensive and repetitive predation (Windberg and Knowlton 1988), and the chemical repellent method is inadequate as it provides little success in removing the predators (McMurtray 1986). It has been stated that the transport of the nests to more suitable beaches or hatcheries changes the sex ratio due to the nest temperature (McMurtray 1986) and negatively affects the morphology of the hatchlings (Sönmez *et al.*, 2011). When the costs and benefits of these approaches are analyzed, it turns out that nest protection is the most promising approach and has the advantage of causing minimum level of destructive and highly specific (Hopkins and Murphy 1983; McMurtray 1986).

The risk of exposure of the nest to predation may change temporarily during the season and during the incubation period, but research on these effects are limited (Leighton *et al.*, 2011). Several authors have suggested that the risk of exposure of the nests to predation could be variably through nesting season because it could be changes depending on learn of the predators (Stancyk 1982; Leighton *et al.*, 2009). However, it has been reported that nest predation is more frequent at the beginning of the incubation (Stancyk *et al.*, 1980; Nellis and Small 1983; Leighton *et al.*, 2009) or at the end of the incubation (Fowler 1979; Nellis and Small 1983). Furthermore, several studies have indicated that there is a relationship between the spatial location of the nests on the beach and the risk of exposure to predation (Leighton *et al.*, 2009; Leighton *et al.*, 2011). It was reported that the areas near the vegetation have a higher risk of predation, and predation reduction methods need to be concentrated in these areas (Leighton *et al.*, 2011). On the contrary, Brown and Macdonald (1995) reported that the spatial distributions of the nests on the Akyatan nesting beach was not influenced by the

likelihood of exposure to predation. In this study, the effectiveness of the nest protection activity with the screened metal grid was investigated against mammal predation on the Samandağ nesting beach, and also the temporal and spatial variation of mammal predation was examined.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out between 2012-2017 nesting seasons at the Samandağ beach (36° 07' N, 35° 55' E) in the Eastern Mediterranean, Turkey. Samandağ beach is 14 kms long, extending in the north-south direction, between Sabca Cape in the South and Çevlik Harbour in the North (Figure 1). Samandağ beach is divided into 3 sub-sections. These; Firstly Çevlik sub-section which is located between the Çevlik Harbour and the Şeyh-Hızır Tomb and it is the most northerly point of the beach and is about 5.5 km long. Secondly Şeyh-Hızır sub-section, which is located between the Şeyh-Hızır Tomb and Asi River and is about 4.1 km long, and finally, Meydan sub-section, located between Asi River and Sabca Cape 4.4 km long (Yalçın-Özdilek 2007). The most preferred sub-sections by the sea turtles for nesting are Şeyh-Hızır, Meydan and Çevlik sub-sections, respectively (Yalçın-Özdilek 2007). The study was carried out in Şeyh-Hızır and Çevlik sub-sections (between 0 and 10000 meters) where daily monitoring activities were carried out. In the study area, the port of Çevlik in North is defined as the reference point.

Daily monitoring was carried out by a team of five people between 1 June and 15 September on every nesting season. During the daily monitoring, the nesting and non-nesting emergences were recorded, and nest chambers were determined using reed sticks. Also, the all emergences tracks were removed after each examination to avoid duplication. Nest location was marked with the planting stick. After the nest has been determined, the distance from the nest to the sea (DFS) and vegetation (DFV) that is the vertical distribution of the nests was measured from the nest chamber with the tape meter. The distance to the reference point was recorded with the GPS (± 5 m, GARMIN) to find the horizontal distributions. The incubation duration of the nests is the time between the day when the egg was laid and the day when the first hatchlings was emergenced. The nest age was calculated as the time between the day when the eggs were laid by the turtle and the day when the nest predated by the mammals. Hatching success was calculated as a percentage of hatchlings in a clutch. The total number of eggs was calculated as the sum of the empty shell counts, dead embryo counts and

unfertilized egg counts. The nest protection under threat from the predators such as mammalian were screened with a metal grid (72 x 72 cm), with a 9 cm mesh placed above the nest at a depth of 20 cm from the surface above the center of the egg chamber, and galvanize metal grid were used for this protection (Kaska 2000; Başkale ve Kaska 2005). All nests under threat from the predators were not screened and some of them were left as a control group (unscreened nest).

The normality analysis of the data was carried out using Levene statistics. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to compare the DFS and DFV of the screened and unscreened nests. The non-parametric Mann-Whitney U test was used to compare the hatching success of the nests. Firstly, frequency distribution of the DFS, DFV, the nest age, horizontal location of all unscreened nests were separately obtained for each relationship test. No classification was made and it was assumed that all frequencies were raw data. The Pearson correlation test was performed for each data, and then Poisson regression analysis was subjected. Classical regression analysis is based on the assumption that the dependent variable

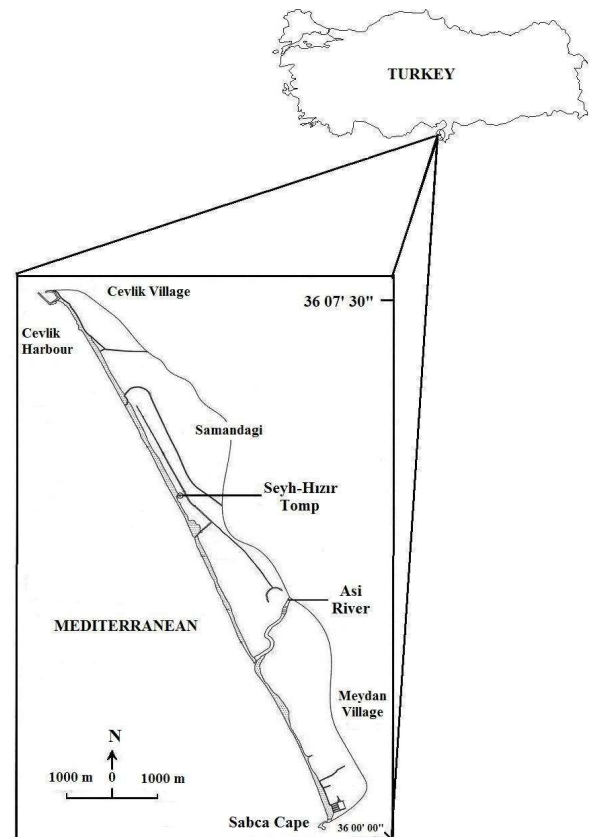


Figure 1. General view of the research area.
Şekil 1. Çalışma alanının genel görünümü.

is a continuous random variable. In addition, it is based on assumptions that it is established on the independent variable with the error term. If the dependent variable shows events occurring at a certain time interval, applying the Poisson regression gives more accurate results (Gardner *et al.*, 1995). In the Poisson regression model, a distribution model is constructed on the probability number of occurrences of a rare event, and general estimates of the regression process are performed using the most likelihood methods (Gardner *et al.*, 1995). In a standard Poisson model with the simplest count data model, it is assumed that the variance is equal to the mean, but the actual data often have larger variance than the mean, ie overdispersed (Gardner *et al.*, 1995). For this reason, the data set should not be overdispersed. In the overdispersed test, the null hypothesis assumes that the data set shows the Poisson distribution, that is the calculated p-value means that the level of significance is greater than $\alpha = 0.05$.

The frequency of predated nests over the years were performed by means of the nonparametric and nonseasonal Mann-Kendall Trend test (Hipel and McLeod 1994). In the trend analysis, the Theil-Sen regression was used to predict the regression constants based on the Mann-Kendall Trend test and the Kendall correlation coefficient (Sen 1968). The Mann-Kendall test is based on the calculation of Kendall's tau measure of association between two samples, which itself is based on the ranks with the samples. However, the existence of positive autocorrelation in the data increases the probability of detecting trends when actually none exists or vice versa. A modified non-parametric trend test which is suitable for autocorrelated data is proposed by Hamed and Rao (1998). They stated that the accuracy of the modified test in terms of its empirical significance level was found to be superior to that of the original Mann-Kendall trend test without any loss of power. The comparison of the screened and unscreened nests were performed with the SPSS 17.0 statistical package program, and also Mann-Kendall Trend, Pearson correlation, Poisson regression and overdispersion test were performed with the XLSTAT 2018 statistical package program.

RESULTS AND DISCUSSION

During the six nesting seasons, a total of 964 nests under the predation risk were examined. Of these, 733 were screened group and 231 were unscreened control group. The frequency distribution of the screened and unscreened control groups according to the years was shown in Figure 2.

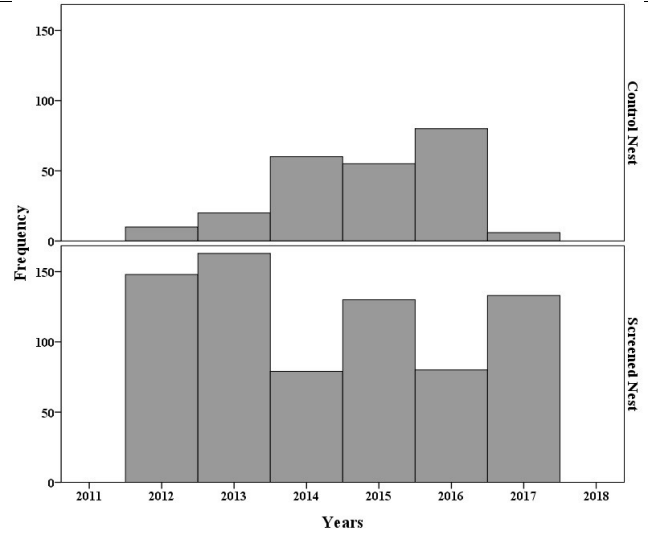


Figure 2. The frequency distribution of the nests according to the years.

Şekil 2. Yıllara göre yuvaların frekans dağılımı.

The mean DFS of screened nests is 37.64 ± 13.31 (10-99) meters while the mean DFS of unscreened nests is 35.98 ± 13.51 (8-79) meters. There were no significant differences between the screened and unscreened nests in terms of DFS ($F=2.712$, $df=1$, $P=0.100$). The mean DFV of screened nests is 11.12 ± 12.58 (0-66) meters while the mean DFV of unscreened nests is 12.35 ± 13.28 (0-55) meters. There were no significant differences between the screened and unscreened nests in terms of DFV ($F=1.557$, $df=1$, $P=0.212$). Out of 31 (4.2%) nests in screened groups, due to natural reasons, the incubation was unable to successfully completed, and at least 88% of the screened nests were predated by the mammals at least once. However; no damage was done to any nest due to being screened with metal grid. When the unsuccessful nests due to natural reason were included for hatching success, the average of the hatching success of screened nests was calculated as 76.85 ± 25.80 (0-100). All nests in the unscreened control group were destroyed by the predator and no hatchlings emergences from any nests. Moreover, all the eggs in the nests were completely destroyed when the first predation was done. A total of 19328 eggs was destroyed, of which 98% were jackals and 2% were domestic dogs. The screened and unscreened nests showed significant difference for the hatching success (Mann-Whitney U test, $Z=-22.164$, $P=0.0001$).

Protection of the nests under threat of mammalian predation with metal grid is an effective protection method. Although 88% of the protected nests were exposed to mammalian predation at least once, the nest protection effect with metal grid was 100% successful, and increased hatchling success. It was

reported that the nest protection with metal grid have achieved high success on the beach of Akyatan, which is an important nesting beach for the green sea turtle in the Eastern Mediterranean (Yılmaz *et al.*, 2009). A similar result was also reported for the loggerhead sea turtle on the Dalaman beach (Başkale and Kaska 2005). The nest protection method with grid cage was reported to be successful for many species of the sea turtles on the many beaches (Addison and Henricy 1994; Jordan, 1994; Kaska, 2000; Longo *et al.*, 2009; Kurz *et al.*, 2011). It was found that predominant predator species on the Samandağ beach was the Golden Jackal (*Canis aureus*). Golden Jackal was reported as a nest predator on many nesting beaches for the green sea turtle (Brown and Macdonald 1995; Akçınar *et al.*, 2006; Yılmaz *et al.*, 2009; Yılmaz *et al.*, 2015). However; the predators such as foxes, raccoons and domestic dogs were also reported for the same and different sea turtle species on the different beaches (Jordan 1994; Yerli *et al.*, 1997; Başkale and Kaska 2005; Akademi 2006).

The variation of the predated nests according to the years are shown in Figure 3a. Although the predated nests showing a positive upward change with respect to the years, this change is not significant in the Pearson correlation test ($r=0.271$, $P=0.603$). Furthermore, the number of predated nests was analyzed by the Mann-Kendall Trend test. According to the results of this test, there were no significant trend in the number of predated nests from 2012 to

2017 (Kendall's $\tau=0.200$, $P=0.707$, Sen's slope=10.00) (Figure 3b).

Although the number of predated nests has shown a positive trend in terms of the years, it did not show any significant difference. Aureggi *et al.* (2000) reported that the number of nest on the Akyatan beach during 1995- 1998 differs from year to year, but the number of predated nest is similar to the previous years. In contrast, Engeman *et al.* (2003) reported that the predation rate of 3 sea turtle species (loggerhead, green and leatherback) nest changed seasonally. However, it should not be forgotten that this difference will be related to the amount of food and population status of the predators (Fowler 1979).

The frequency distributions of the DFS, DFV, nest age and horizontal locations of the predated nests were shown in Figure 4. According to the distance to the sea, the frequency of predation showed a significant negative correlation ($r=-0.461$, $P=0.001$). As seen in the 95% confidence interval ellipsis graph in the relationship between the predation frequency and DFS, the probability of the predation decreases as the nests move away from the sea. (Figure 5a). It was found that DFS and the predation likelihood of the nests showed significance in the Poisson regression test (Table 1). However, DFS very weakly explained the probability of predation in the Poisson regression model (McFadden $R^2 = 0.054$)

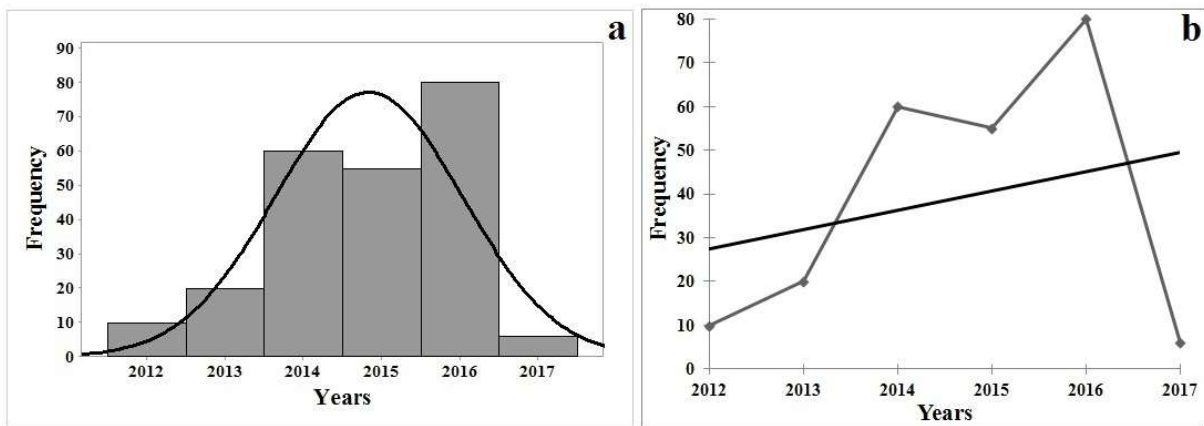


Figure 3. The variation of the predated nests according to the years (a), the temporal change of predated nest numbers and Theil-Sen Trend line (b).

Şekil 3. Predasyon olan yuvaların yıllara göre değişimi (a), predasyon olan yuva sayılarının zamansal değişimi ve Theil-Sen Eğim çizgisi (b).

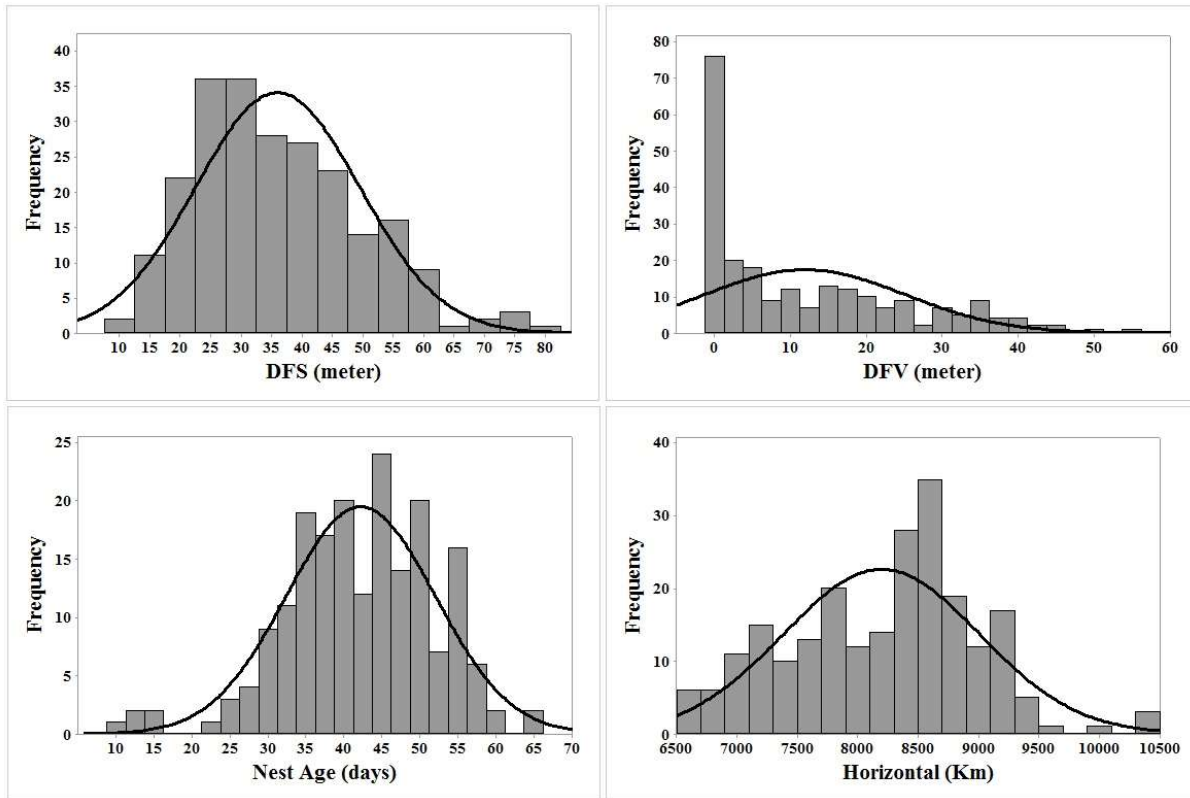


Figure 4. The frequency distributions of the DFS, DFV, nest age and horizontal locations of the predated nests (DFS: distance from sea, DFV: distance from vegetation).

Şekil 4. Predasyon olan yuvaların DFS, DFV, yuva yaşı ve yatay yerlerinin frekans dağılımları (DFS: denize uzaklık, DFV: bitki örtüsüne uzaklık).

In reference to the distance to the vegetation, the frequency of predation showed a significant negative correlation ($r = -0.400$, $P = 0.006$). As seen in the 95% confidence interval ellipsis graph in the relationship between the predation frequency and DFV, is less likely to probability of the predation as the nests move away from the vegetation (Figure 5a). However; it was found that DFV and the predation likelihood of the nests not showed significance in the Poisson regression test (Table 1). Furthermore, DFV very weakly explained the probability of predation in the Poisson regression model (McFadden $R^2 = 0.001$).

In response to the nest age, the frequency of predation showed a positive correlation. On the contrary, this positive correlation was not statistically significant ($r = 0.230$, $P = 0.154$). The relationship between predation frequency and nest age is shown in the 95% confidence interval ellipsis graph (Figure 5c). In contrast, it was found that the age of the nests and the likelihood of predation were significant in the Poisson regression test (Table 1). The nest age is weakly explained the probability of predation in the Poisson regression model (McFadden $R^2 = 0.216$). The location of the predated nests in the horizontal distance and the frequency of predation showed a positive correlation. However, this positive correlation

was not statistically significant ($r = 0.664$, $P = 0.151$). The relationship, which is not significant between the predation frequency and the horizontal distance of the predated nests, is shown in the 95% confidence interval ellipsis graph (Figure 5d). On the contrary, it was found that the horizontal distance and the predation likelihood of the nests showed significance in the Poisson regression test (Table 1). The horizontal distance location of nests strongly explained the probability of predation in the Poisson regression model (McFadden $R^2 = 0.944$).

The predation nests showed a significant correlation according to both the distance from the sea and the distance from the vegetation. In the Poisson regression test, the spatial variation of the nests did not affect the possibility of predation on the Samandağ beach. It was reported that the spatial variation of predated nests on the Akyatan beach did not affect the predation rate (Brown and Macdonald 1995). On the other hand, it was reported that the predation probability of *Eretmochelys imbricata* nests in the vegetation habitats is high, and the survival rate of the hatchlings is less than 50% (Leighton *et al.*, 2011). Vegetation on the beach, which uses as a habitat not only for mammalian predators, but also other predators such as invertebrata (Özdemir *et al.*,

Table 1. The model of predation probability of the nests according to the DFS, DFV, nest age and horizontal location in the Poisson Regression (DFS: distance from sea, DFV: distance from vegetation).

Çizelge 1 Poisson Regresyonunda DFS, DFV, yuva yaşı ve yatay konuma göre yuvaların predasyon olasılığının modeli (DFS: denize uzaklık, DFV: bitki örtüsüne uzaklık).

	Overdispersion		Poisson Regression (2 Log Likelihood)		
	T	P	Chi-square	Pr > Chi ²	R ² (McFadden)
DFS (m)	0.077	0.939	15.699	< 0.0001	0.054
DFV (m)	1.705	0.095	0.027	0.869	0.001
Nest Age (Days)	0.648	0.521	54.057	< 0.0001	0.216
Horizontal (Km)	2.168	0.082	799.534	< 0.0001	0.944

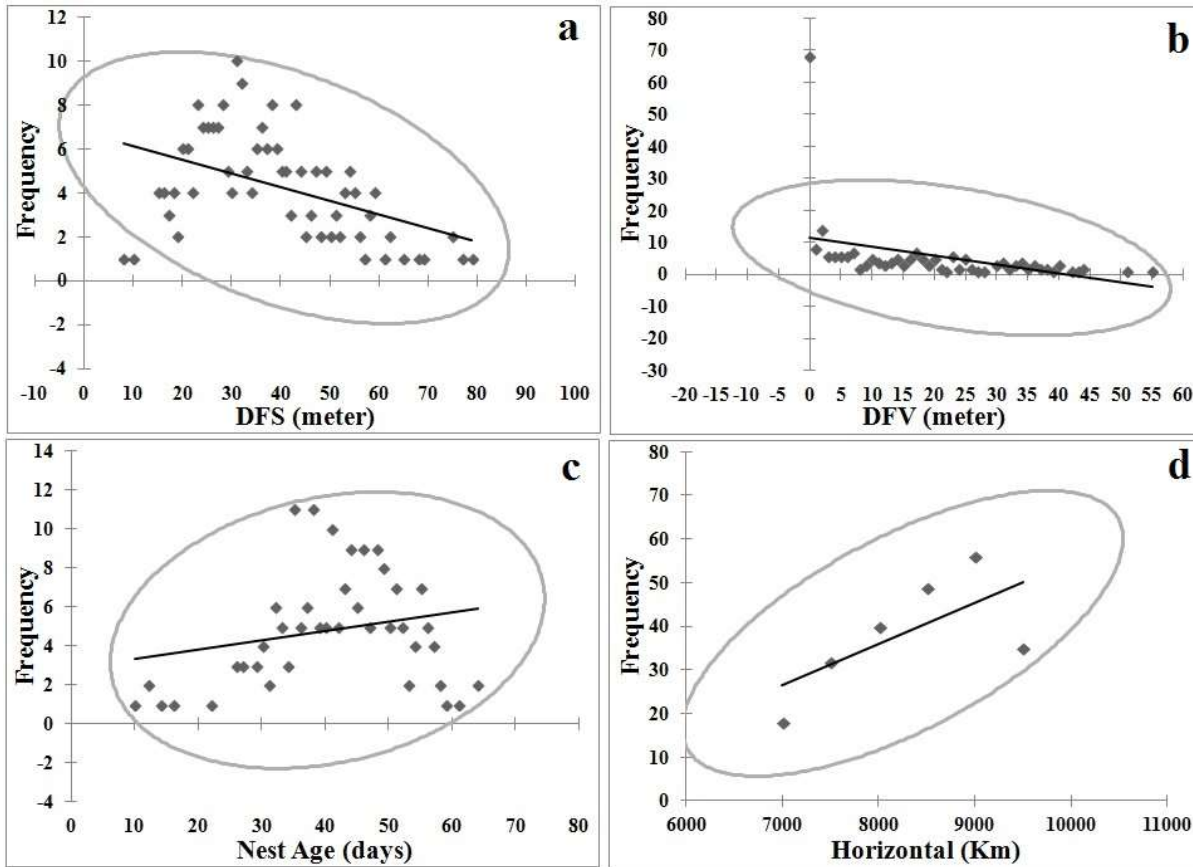


Figure 5. The relationships between the predation frequency and DFS (a), DFV (b), nest age (c) and horizontal location (d) in the 95% confidence interval ellipsis graph (DFS: distance from sea, DFV: distance from vegetation).

Şekil 5. %95 güven aralığı elips grafikte predasyon sıklığı ile DFS (a), DFV (b), yuva yaşı (c) ve yatay konum (d) arasındaki ilişkiler (DFS: denize uzaklık, DFV: bitki örtüsüne uzaklık).

2004; Wetterer *et al.*, 2007) are an important predictor for the predation. The nesting beaches of the sea turtles consists of a mixture of both vegetated and non-vegetated habitats. The beaches that are selected by sea turtles as a nesting area and selected as a habitat by the predators can reveal irregularities in the predation risk (Fowler 1979). In addition, the intensity of beach use by people also affects the risk of predation (Leighton *et al.*, 2011). In contrast, many predators, such as domestic dogs, jackals and foxes, can actively play a role in nest predation in all types of habitats and in all areas of the nesting beaches (Fowler

1979; Leighton *et al.*, 2011). The nest predation, which was destroyed by the jackals on the Samandağ beach, has emerged effectively both in the open area and in the vegetation area.

The predated nests assessed according to their horizontal position on the beach. There is a non-significant positive correlation between the horizontal distance position and the predation frequency of nests. However, in the Poisson regression test, the model, that is the nest position in the horizontal location, is strongly explain of the probability of predation. The likelihood of the predation is increasing

towards the end of the beach. Perhaps this relationship is also related to the nest density of the beach. This is due because the nest density on the Samandağ beach increases towards the end of the beach (Yalçın Özdilek 2007). Leighton *et al.* (2011) stated that there is a strong negative relationship between the nest density and the possibility of predation in the open area, but also there is no relationship between nest density and predation in the vegetation areas. Spatial accumulation of the nests in an area can be attractive to the predators, and can increase the per capita risk of the nests (Leighton *et al.*, 2011). However, in a study conducted for freshwater turtles, it was reported that the nest density did not affect the risk of predation (Burke *et al.*, 1998). A similar finding was also reported for sea turtles (Fowler 1979). These differences between the beaches may be related to the feeding ecologies and habitats of the predators. At the same time, it is important which area of each beach is open for human use.

In the Poisson regression test, the probability of predation is increasing towards to the end of incubation. It was reported that predation is increasing towards the end of the incubation of the green sea turtle nests in northern Cyprus (Kaska 2000). A similar result was also reported in Costa Rica green sea turtle nests (Fowler 1979). It was reported that predation on the Akyatan beach is more frequent after the fourth week of incubation (Brown and Macdonald 1995). However, some researchers report that in different species and on different beaches, the nests are predominantly predated in the early days of the their incubation (Stancyk *et al.*, 1980; Nellis and Small 1983; Leighton *et al.*, 2011). Kaska (2000) stated that there is predation risk for the loggerhead sea turtle nests throughout the incubation duration. It is suggested that because of changes depending on learning in predator, the predation probability must change throughout the nesting season (Stancyk 1982; Leighton *et al.*, 2009). Leighton *et al.* (2011) reported that the risk of predation may change temporarily during the incubation period. Since the predation risk is related to the availability and location of the nest (Fowler 1979), perhaps the nest depth of the green sea turtle has a negative impact on the availability of the nest. Leighton *et al.* (2009) stated that the shallow nests under the threat of mongoose predation in the *E. imbricata* should be primarily protected. The most of the predators are using smell to find the egg (Stancyk 1982), and nest depth may help remove the nest sense by hiding the smell cue (Leighton *et al.*, 2009). The smell resulting from an increased metabolic activity due to the growth of the embryo towards the

end of the incubation may increase the availability of the shallow nests. However; in this study, the relationship between probability of predation and nest depth is not investigated. In future studies, it is suggested to investigate relations between the depth of the nest and the probability of predation.

CONCLUSION

The protection of nests that are under threat mammalian predator by screened metal grid in the Samandağ beach effectively increases the hatching success. However, the galvanized metal grid used in nest protection have some negative effects on hatchlings orientation (Irwin *et al.*, 2004). For this reason, as well as increase the hatching success, the use of a grid made of plastic material can be an effective protection method without adverse effect on the orientation. While the probability of the predation were increasing towards the end of the incubation duration, the probability of the predation according to the spatial distance to the sea and vegetation had not changed. However, the probability of the predation towards the end of the beach, where the nest density was high, showed an increase. Investigation of the possibility of predation with nest density and nest depth in future studies, as well as the investigation of the population ecology and status of the Jackals, a predominant predator on the Samandağ beach, are important for future generations of both species.

ACKNOWLEDGMENTS

Data were collected within the framework of a protocol on sea turtle research and conservation between Hatay Nature Conservation and National Parks of Ministry of Forestry and Water Affair and Association for Samandağ Environmental Protection and Tourism. I would like to thank all the volunteer students (whose names cannot be mentioned here) for their support and Fatma Sönmez for her linguistic review of the text.

REFERENCES

- Addison DS and Henricy S., 1994. A comparison of galvanized wire mesh cages vs. flat chain-link screen in preventing *Procyon lotor* depredation of *Caretta caretta* nests. NOAA Technical Memorandum, 351, 74.
- Akademi ÇDT., 2006. Mersin ili Alata, Kazanlı ve Anamur kumsalı deniz kaplumbağası (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*) ve yumuşak kabuklu nil kaplumbağası (*Trionyx triunguis*) populasyonlarının araştırılması, izlenmesi ve korunması faaliyeti hizmet alım işi, Mersin İl Çevre ve Orman Müdürlüğü pp.113.

Sönmez, Investigation of Temporal and Spatial Variation of Mammalian Predation in Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) Nests on Samandağ Beach, Eastern Mediterranean Turkey

- Akçınar SC., Güçlü Ö., Taskavak E and Türkozan O., 2006. Golden jackal predation on marine turtles in Goksu Delta, Turkey. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (Frick M., Panagopoulou A., Rees AF and Williams K, compilers), p.120.
- Aureggi M., Gerosa G and Yerli SV., 2000. Five years of research at Akyatan Beach (Turkey): one of the main nesting site for green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean. The Journal of Integrative Biogeography, 21(1): 555-560.
- Başkale E and Kaska Y., 2005. Sea turtles nest consevation techniques on Southwestern Beaches in Turkey. Israel Journal of Zoology, 51: 13-26.
- Brown LJ and Macdonald DW., 1995. Predation on green turtle *Chelonia mydas* nests by wild canids at Akyatan beach, Turkey. Biological Conservation, 71: 55-60.
- Burke VJ., Rathbun SL., Bodie JR. and Gibbons JW., 1998. Effect of density on predation rate for turtle nests in a complex landscape. Oikos, 83: 3-11.
- Canbolat AF., 2004. A review of sea turtle nesting activity along the Mediterranean coast of Turkey. Biological Conservation, 116: 81-91.
- Casale P., 2015. *Caretta caretta* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2015.
- Crouse DT., Crowder LB and Caswell H., 1987. A stagebased population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. Ecology, 68: 1412-1423.
- Crowder LB., Crouse DT., Heppell SS and Martin TH., 1994. Predicting the impact of turtle excluder devices on loggerhead sea turtle populations. Ecological Applications, 4: 437-445.
- Dutton DL., Dutton PH., Chaloupka M and Boulon RH., 2005. Increase of a Caribbean leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting population linked to long-term nest protection. Biological Conservation, 126: 186-194.
- Engeman RM., Martin R.E., Constantin B., Noel R and Woolard J., 2003. Monitoring predators to optimize their management for marine turtle nest protection. Biological Conservation, 113: 171-178.
- Fowler LE., 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle, *Chelonia mydas*, at Tortuguero, Costa Rica. Ecology, 60: 946-955.
- Gardner W., Mulvey EP and Shaw EC., 1995. Regression analyses of counts and rates: Poisson, overdispersed Poisson, and negative binomial models. Psychological Bulletin, 118(3): 392-404.
- Hamed KH and Rao AR., 1998. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. Journal of Hydrology, 204: 182-196.
- Heppell SS., Limpus, CJ., Crouse DT., Frazer NB and Crowder LB., 1996. Population model analysis for the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in Queensland. Wildlife Research, 23: 143-159.
- Hilton-Taylor C., 2000. 2000 IUCN Red list of threatened species. IUCN, Gland.
- Hipel KW and McLeod AI., 1994. Time series modeling of water resources and environmental systems. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Hopkins SR and Murphy TM., 1980. Reproductive ecology of *Caretta caretta* in South Carolina. South Carolina Wildlife and Marine Resources Department, South Carolina, USA.
- Hopkins SR and Murphy TM., 1983. Management of loggerhead turtle nesting beaches in South Carolina. Study Completion Report E-1. No.v I-a2. Division of Wildlife and Freshwater Fisheries, USA.
- Irwin WP., Amy JH and Lohmann KJ., 2004. Magnetic field distortions produced by protective cages around sea turtle nests: unintended consequences for orientation and navigation? Biological Conservation, 118: 117-120.
- Jordan ER., 1994. Effects of a nest screening program on raccoon predation of sea turtle eggs at Canaveral national seashore. Proceedings of the 14th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (Eds., KA Bjorndal, AB Bolten, DA. Johnson and PJ Eliazar), pp. 66-67. NOAA Technical Memorandum NMFSSSEFC- 351, Miami, USA.
- Kaska Y., 2000. Predation pattern of loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean and its possible effect on sex ratio. Israel Journal of Zoology 46: 343-349.
- Kurz DJ., Straley KM., DeGregorio BA., 2011. Out-foxing the red fox: how to best protect the nests of the endangered loggerhead marine turtle *Caretta caretta* from mammalian predation? Oryx, 2011: 1-6.
- Leighton PA., Horrocks JA and Kramer DL., 2009. How depth alters detection and capture of buried prey: exploitation of sea turtle eggs by mongooses. Behavioral Ecology, 20: 1299-1306.
- Leighton PA., Horrocks JA and Kramer DL., 2011. Predicting nest survival in sea turtles: when and where are eggs most vulnerable to predation? Animal Conservation, 14(2): 186-195.
- Longo GO., Pazeto FD., De Abreu JAG and Floeter SR., 2009. Flags reduce sea turtle nest predation by foxes in NE Brazil. Marine Turtle Newsletter, 125: 1-3.
- Mazaris AD., Broder B and Matsinos YG., 2006. An individual based model of a sea turtle population to analyze effects of age dependent mortality. Ecological Modelling, 198: 174-182.
- McMurtray JD., 1986. Reduction of raccoon predation on sea turtle nests at Canaveral National Seashore, Florida. CPSU Tech. Rep., No. 20. National Park Service, USA.
- Nellis DW and Small V., 1983. Mongoose predation on sea turtle eggs and nests. Biotropica, 15: 159-160.

Sönmez, Investigation of Temporal and Spatial Variation of Mammalian Predation in Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) Nests on Samandağ Beach, Eastern Mediterranean Turkey

- Özdemir A., Türkozan O., Ilgaz Ç and Martin R., 2004. Nest site factors and invertebrate infestation of loggerhead turtle nests. *Israel Journal of Zoology*, 50: 333-340.
- Ripple J., 1996. *Sea Turtles*. Colin Baxter Photography Ltd. Grantown-on-spey, Scotland.
- Schroeder BA., 1981. Predation and nest success in two species of marine turtles (*Caretta caretta* and *Chelonia mydas*) at Merritt Island, Florida. *Florida Scientist*, 44: 35.
- Sen PK., 1968. Estimates of regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63: 1379-1389.
- Sönmez B., Turan C and Yalçın Özdilek Ş., 2011. The effect of relocation on the morphology of Green Turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), hatchlings on Samandağ beach, Turkey. *Zoology in the Middle East*, 52: 29-38.
- Sönmez B and Yalçın-Özdilek Ş., 2013. Conservation technique of green turtle (*Chelonia mydas* L. 1758) nest under the risk of tidal inundation with hatcheries, on Samandağ beach, Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 20: 19-26.
- Stancyk SE., Talbert OR and Dean JM., 1980. Nesting activity of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in South Carolina. II. Protection of nests from raccoon predation by transplantation. *Biological Conservation* 18: 289-298.
- Stancyk SE., 1982. Non-human predators of sea turtles and their control. *Biology and conservation of sea turtles: 139-152*. (Ed.Bjorndal, K.A. Washington: Smithsonian Institution Press. Switzerland.
- Talbert OR., Stancyk SE., Dean JM and Will JM., 1980. Nesting activity of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in South Carolina I: a rookery in transition. *Copeia*, 4: 709-719.
- Wetterer JK., Wood LD., Johnson C., Krahe H and Fitchett S., 2007. Predaceous ants, beach replenishment, and nest placement by sea turtles. *Environmental Entomology*, 36: 1084-1091.
- Windberg LA and Knowlton FF., 1988. Management implications of coyotes spacing patterns in southern Texas. *Journal of Wildlife Management*, 52: 632-640.
- Yalçın-Özdilek Ş., 2007. Status of sea turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) on Samandağ Beach, Turkey: Evaluation of five-year monitoring study. *Annales Zoologici Fennici*, 44(5): 333-347.
- Yerli SV., Canbolat AF., Brown LJ and Macdonald DW., 1997. Mesh grids protect loggerhead turtle *Caretta caretta* nests from red fox *Vulpes vulpes* predation. *Biological Conservation*, 82: 109-111.
- Yılmaz C., Türkozan O and Oruç A., 2009. Tuzla, Akyatan ve Yumurtalık milli parkları deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas* ve *Caretta caretta*) ve Yumuşak Kabuklu Nil kaplumbağası (*Trionyx triunguis*) populasyonlarının araştırılması, izlenmesi ve korunması çalışması. Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı, İstanbul, Türkiye.
- Yılmaz C., Oruç A and Türkozan O., 2015. Marine turtles (*Chelonia mydas* and *Caretta caretta*) nesting along the eastern Mediterranean coast of Turkey: results from six years of surveying. *Herpetological Journal*, 25(4): 197-204.

A Review on Organic Pistachio Growth and Development Opportunities in Turkey

Mikdat Şimşek¹ Ersin Gülsoy^{2*}

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Dicle University, Diyarbakır, Turkey

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Iğdır University, Iğdır, Turkey

Received: 14.12.2017

Accepted: 06.03.2018

Keywords:

Organic production, pistachio, Turkey

Abstract. Production of organic plants started the 1980s in Turkey, and organic fruits such as pistachio, almond, walnut, olive, and pomegranate have a short history in Anatolia. Many regions in our country have suitable ecological conditions for organic production of many fruit cultivars. Although organic agricultural production was realized to be 1.164.202 tons in Turkey in 2015, organic pistachio production was 1.141 tons. Turkey is not at the desired level when considering its potential and there is a need for maximizing to its potential. Therefore, organic pistachio production should be increased. Lack of knowledge of farmers on organic pistachio production, lack of research works and high costs production are the main problems in the organic production. The aim of this paper is to raise awareness of the organic pistachio potential and to encourage farmers on organic orcharding in our country.

*Corresponding author

ersin.gulsoy@igdir.edu.tr

Türkiye’de Organik Antepfıstığı Yetiştiriciliği ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Derleme

Anahtar kelimeler:

Organik üretim, Antep fıstığı, Türkiye

Özet. Türkiye de organik tarım 1980 lerde başlamıştır ve antep fıstığı, badem, ceviz, zeytin, nar gibi meyvelerin Anadolu da organik olarak üretilmesi kısa bir geçmişe sahiptir. Ülkemizdeki birçok bölge, çoğu meyve türünün organik üretimi için uygun ekolojik koşullara sahiptir. Türkiye de organik tarım üretimi 2015 yılında 1.164.022 ton gerçekleşmesine rağmen, organik antep fıstığı üretimi 1.141 ton da kalmıştır. Türkiye’nin organik tarım üretim potansiyeli göz önüne alındığında, üretimin istenilen seviyede olmadığı ve bu potansiyelin üst düzeye çıkarılması gerektiği söylenebilir. Bundan dolayı organik tarım üretimi arttırılmalıdır. Organik tarım üretiminde, araştırma sayısının az olması, çiftçilerin bilgi eksikliği ve üretimde maliyetlerin yüksek olması organik tarım üretimini sınırlamaktadır. Bu çalışmada organik antep fıstığı potansiyeli ortaya konularak bu konudaki farkındalığı arttırmak ve çiftçileri organik meyve bahçeleri kurmaya teşvik etmek amaçlanmaktadır.

INTRODUCTION

Organic farming is a method of crop and livestock production that involves much more than choosing not to use pesticides, fertilizers, genetically modified organisms, antibiotics and growth hormones. Organic production is a holistic system designed to optimize the productivity and fitness of diverse communities within the agro-ecosystem, including soil organisms, plants, livestock and people. The principal goal of organic production is to develop enterprises that are sustainable and harmonious with the environment (IOF 2018).

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is one of the most important nuts in the world due to its special organoleptic characteristics (Acena *et al.*, 2010; Tsantili *et al.*, 2010). This species has been used as a savory snack or as a major ingredient in many traditional desserts, pastries, fermented meats, and puddings throughout human history. Today, pistachios are cultivated as an important agricultural commodity in Iran, Turkey, the United States, Syria, Greece, Italy, and Spain (Rodriguez-Bencomo *et al.*, 2015). After Iran and USA, Turkey is the third biggest importer and exporter of pistachio nuts (FAO 2015).

Many fruit species were grown in Anatolia a few thousand years ago (Gerçekcioglu *et al.*, 2014; Şimşek 2015; Gülsoy *et al.*, 2016). In this context, Turkey is the motherland of many nuts, such as pistachio, walnut, hazelnut, chestnut, and almond (Sykes 1975; Soylu 1984; Köksal 2002; Akça 2009; Balık *et al.*, 2016).

All kinds of pistachio are conventionally produced in Anatolia (Satil *et al.*, 2003). In addition, grafted pistachio cultivars on wild Pistachio species are also grown in different regions of Turkey (Kaska 1995). Therefore, the production of pistachio in Turkey has increased in recent years. But, organic pistachio production was 1.141 tons in Anatolia. This fruit production is not at the desired level when considering its potential in Turkey. According to agricultural certificate, 30 Turkish Liras per decare for organic pistachio are given organic production support (RG, 2017). It is a system which is the guarantor for the consumer of the inspection and certification bodies certified by ISO 65 (EN45011) certification. The farmers who produce organic pistachios must produce in accordance with the principles of the certification body (OTKS 2018). Organic products have been more consuming by people in developed countries (Kaya 2003). However, organic pistachios are evaluated as fresh, salted, roasted, sweetened and in the industry. Some projects such as organic pistachio breeding and the

improvement of biological substructure in pistachio have been finalized. Pistachio cultivars such as Siirt, Uzun, Kirmizi and Ohadi and pistachio rootstocks such as buttum, menengic and atlantic sakizi are common. For example, vaccination of the Siirt variety on the Buttum mother can provide a good product. However, new rootstocks and varieties that can be used for different purposes in my country should be developed by working diligently on rootstock and variety breeding.

The soil should be selected according to the requirements of the organic pistachio. Organic pistachio seedlings must be intact, free of disease and harmful substances, and must be produced in clean areas. If cultivation area is affected by a certain disease and pest is common, using diversification on it will help to facilitate agricultural warfare in the future. In general, tillage, pruning, fertilization, irrigation, asthma and aggression must be cautious in the subject. In addition, if some of the live and inanimate materials with the following names using organic fruit clusters are needed, they can be evaluated in cultural measures in pistachio farming. These are: stable, compost, agricultural lime, leonardite, organic wastes, pit and peat, perlite, phosphate rock, potas rock, poultry waste, bordeaux slurry, arab soap, tobacco water, garlic water, milkweed water, raw milk, odor calcium polysulphite, potassium permanganate, azadirachtin, pyretherum, mineral oils, wax, thyme oil, rose essence, arabic soap, paraffin oils, pigment oils, light traps, food traps, visual traps, hunter insects, some copper compounds, sulfur, rock flour and bacillus thuringiensis (Şimşek 2015).

Stable fertilizer can be given 2-4 tons once every 2-3 years to soil of organic pistachio. Peat and Shrub soils area can evaluation for organic pistachio orcharding. Green manure such as alfalfa and kongkunga can be evaluated in organic pistachio fields. Microbial fertilizers are rich in nutrients that will increase production during the production of organic pistachios. Organomineral fertilizers contain both mineral nutrients and at least 15% organic matter and can be increase production during the production of organic pistachios. Microbiological fertilizer is useful for the improvement of organic pistachio soil. Bacteria, Actinomycetes, Mycorrhizae, Algae and Worms can be evaluated in organic pistachio farming (biological fertilization) (Şimşek 2013).

The use of compost can be achieved by using different methods and techniques from all kinds of vegetable and animal organic substances that we take

out of the system in various meanings, and by application in various forms in accordance with the purpose of the breeding technique and purpose. Thus, resources are gained by evaluating the waste materials and the contamination and deterioration of the natural resources formed by storing the organic garbage in inappropriate conditions is prevented (Şimşek 2013).

Pistachio is one of the most popular tree nuts in the World (Aldars-Garcia *et al.*, 2016). This fruit is the richest fatty-acids, metals and phytosterols, phenolic compounds (Dreher 2012). Because the pistachio is rich in nutrient content, this fruit must be produced more organically. Therefore, in this study, through presenting the existing status of organic pistachio production, it was aimed to increase the awareness and keep light to decision- makers in Anatolia.

ORGANIC PISTACHIO'S PRODUCTION IN TURKEY

The world has about 1.023.000 tons of total pistachio production. The largest producer of pistachio in the world is Iran with 480.000 tons. After Iran, USA, Turkey, China and Syria produce 240.000, 144.000, 80.000 and 57.000 tons annually, respectively (FAO 2015). In addition, about 20 pistachio cultivars are grown in Turkey. The names of these cultivars are Siirt, Uzun, Kırmızı, Halebi, Ohadi, Keten Gömleği, Beyaz Ben, Değirmi, Çakmak, Sultani, Vahidi, Mümtaz, Sefidi and Hacı Şerifi. Some pistachio cultivars are given in Figure 1; Siirt pistachio cultivar is given figure 2. Kırmızı pistachio cultivars is given in Figure 3, a pistachio tree is given Figure 4 and the map of provinces having organic pistachio growth in Turkey is given in Figure 5. The most popular pistachio cultivars in our country are Siirt, Kırmızı, Ohadi, Kellekoçi, Uzun and Halebi (Gezginç ve Duman 2004). The fruit appearances of Siirt and Kırmızı varieties are shown in figure 2 and 3. Although there are so many pistachio varieties and pistachio production, until now organic pistachio production is 1.141 tons (RTMFAL 2015) and this production amount is very small. But, the ecological conditions of many provinces in Anatolia are suitable for growing organic pistachios. Therefore, the production of organic pistachios should be increased.



Figure 1. Some pistachio cultivars (SPC 2017).
Şekil 1. Bazı antepfıstığı çeşitleri (SPC 2017).



Figure 2. Siirt pistachio (SP 2017).
Şekil 2. Siirt fıstığı (SP 2017).



Figure 3. Kırmızı pistachio cultivar (KPC 2017).
Şekil 3. Kırmızı antep fıstığı çeşidi (KPC 2017).



Figure 4. Pistachio Tree (PT 2017).
Şekil 4. Antep fıstığı ağacı (PT 2017).



Figure 5. Map of provinces having organic pistachio production in Turkey (MPOPP 2017).

Şekil 5. *Turkiyede organik antepfıstığı yetiştirilen illerin haritası (MPOPP 2017).*

ORGANIC PISTACHIO GROWTH OF OUR PROVINCES

The map of our provinces having organic pistachio production is given in Figure 5. Although pistachio growth is traditionally grown in 40 provinces of Turkey (TSI 2015), organic pistachio production is grown on 8 provinces of Turkey (RTMFAL 2015). Considering the provinces in Turkey, Gaziantep and Şanlıurfa rank first and second with 646 and 412 tons of pistachio productions respectively. After these provinces, Adıyaman, Kilis, Diyarbakır, Aydın and Çanakkale produce 38, 21, 12, 11 and 2 tons, respectively as Mersin province come last with a production of only 1 ton (RTMFAL 2015). This production amount is very small despite, the ecological conditions of these provinces are suitable for growing organic pistachios. Therefore, the production of organic pistachios should be increased in these provinces.

DEVELOPMENT OPPORTUNITIES OF PISTACHIO IN TURKEY

Organic pistachio growth in Turkey needs to develop policies to get the expected profit from shell nuts together with production plans for domestic consumption and exports. These producers need to make regular cultural processes to reduce profit inefficiency. Organic pistachio yield and quality will increase in case of more contribution to scientific research and will make a positive contribution to the economy. Organic pistachio's fruits are in the group of risky products in terms of Aflatoxin. Technical and scientific studies must be done to reduce input cost in organic pistachio production.

CONCLUSION

Pistachio growth and production potential are very important for Turkey. Although pistachio production is traditionally grown on fourty provinces in Turkey, organic pistachio production is grown in eight provinces. Organic pistachio production is very

small in Anatoli. Therefore, this nut producers should act in cooperation with other institutions and organizations, for example, agricultural faculties, and other colleges and the universities's institutes and Ministry of Food, Agriculture and Livestock. In provinces where organic pistachios grow, organic production and marketing strategies should urgently be developed. In addition, the programs supporting producers as making aware of the consumers for organic pistachio growth should be prepared and implemented. Because Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Kilis and Diyarbakır provinces are suitable for organic pistachio production.

REFERENCES

- Acena L., Vera L., Guasch J., Busto O and Mestres M., 2010. Comparative study of two extraction techniques to obtain representative aroma extracts for being analysed by gas chromatography-olfactometry application to roasted pistachio aroma. *Journal of Chromatography*, 1217(49): 7781-7787.
- Akça Y., 2009. *Ceviz Yetiştiriciliği. Anı Matbaası, Ankara.*
- Aldars-García L., Ramos AJ., Sanchis V and Marín S., 2016. Modelling the probability of growth and aflatoxin B1 production of *Aspergillus flavus* under changing temperature conditions in pistachio nuts. *Procedia Food Science*, 7: 76-79.
- Balık Hİ., Balık Kayalak S., Beyhan N ve Erdoğan V., 2016. *Fındık Çeşitleri. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık, Trabzon.*
- Dreher ML., 2012. Pistachio nuts: composition and potential health benefits. *Nutrition Review*, 70: 234-240.
- FAO 2015. Food and Agriculture Organization Pistachio production <http://faostat.fao.org/> [Access: June 1, 2017].
- Gerçekcioglu R., Bilgener S and Soylu A., 2014. *General Orchardng (Principles of Fruit Growing). Nobel Academic Publishing, Improved 4th Edition, İstanbul.*
- Gezginç Y ve Duman AD., 2004. Antep fıstığı işleme tekniği ve muhafazasının kalite üzerine etkisi. *Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) yayını*, 5: 239-244.
- Gülsoy E., Kaya T., Şimşek M and Pehlivan M., 2016. Selections of walnut (*Juglans regia* L.) in Iğdır district. *Iğdır University Journal Institute Science & Technology*, 6: 25-30.
- Kaska N., 1995. Pistachio nut growing in Turkey. *Acta Horticulturae*, 419: 161-164.
- Kaya GH., 2003. Dünya'da ve Türkiye'de organik tarımsal ürün ticareti ve tüketici reaksiyonları. www.bahce.biz.com.tr [Access: February 11, 2018].
- Köksal İ., 2002. *Türk Fındık Çeşitleri. Fındık Tanıtım Grubu Yayınları, Ankara.*

- KPC 2017. Kırmızı antep fıstığı çeşidi <http://www.fidandeposu.com/kirmizi-cesidi-antep-fistigi-fidani> [Access: December 15, 2017].
- IOF 2018. Introduction to Organic Farming (IOF). <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/09-077.htm> [Access: February 15, 2018].
- MPOPP 2017. Map of provinces having organic pistachio production. <https://www.google.com.tr/maps/@39.3243502,35.0595584,6.25z?hl=tr> [Access: June 1, 2017].
- OTKS 2018. OTKS, 2018. Organik tarımda kontrol ve sertifikasyon <http://bahce.bitkileri.cu.edu.tr/upload/nturemis/sertifikasyon.pdf> [Access: February 1, 2018].
- OTN 2017. Organik tarım nedir [OTN]. http://www.ekotar.com/TR/Icerik/Index/5/11/35/organik_tarim_nedir [Access: February 1, 2018].
- PT 2017. Antep fıstığı ağacı <https://www.fistik.gen.tr/antep-fistigi-agaci.html> [Access: December 15, 2017].
- RG 2017. Resmi Gazete [RG]. Organik, iyi tarım, tohumculuk ve fidan destekleri. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/2017-organik-iyi-tarim-tohumculuk-ve-fidan-destekleri/366181> [Access: February 11, 2018].
- Rodriguez-Bencomo JJ., Kelebek H., Sonmezdag AS., Rodriguez-Alcala LM., Fontecha J and Selli T., 2015. Characterization of the aroma-active, phenolic, and lipid profiles of the pistachio (*Pistacia vera* L.) nut as affected by the single and double roasting process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(35): 7830-7839.
- RTMFAL 2015. Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock. <http://www.tarim.gov.tr> [Access: June 1, 2017].
- Satil F., Azcan N and Baser KHC., 2003. Fatty acid composition of pistachio nuts in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(4).
- Soylu, 1984. Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 59, Yalova.
- SP 2017. Siirt fıstığı <http://www.fidandeposu.com/siirt-cesidi-antep-fistigi-fidani> [Access: December 15, 2017].
- SPC 2017. Bazı antep fıstığı çeşitleri <http://www.tadim.com.tr/bilgidetay/Antep-Fistigi/59> [Access: December 15, 2017].
- Sykes JT, 1975. The Influence of climate on the regional distribution of nut crops in Turkey. *Economic Botany*, 29(2): 108-115.
- Şimşek M., 2013. Gübreler ve Gübreleme Ders notları: [in Turkish].
- Şimşek M., 2015. A research on almond growing in Turkey and the state of selection studies. *Dicle University Journal of Institute of Natural and Applied Science*, 4: 95-100.
- Tsantili E., Takidelli C., Christopoulos MV., Lambrinea E., Louskas DR and Roussos A., 2010. Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistacia vera* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, 26: 562-568.
- TSI 2015. Turkish Statistical Institute (TSI). <http://www.turkstat.gov.tr/Start.do> [Access: June 1, 2017].