



# AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

*Akdeniz University  
Journal of the Faculty of Agriculture*

# AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

## Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hakemli bilimsel ve süreli yayın organıdır.  
*The peer reviewed scientific journal of Akdeniz University Faculty of Agriculture*

Yılda iki kez yayımlanır: Haziran ve Aralık  
*Two issues are published per year in June and December*

Derginin kısaltması: Akdeniz Univ. Ziraat Fak. Derg.  
*Abbreviation of the journal: Akdeniz Univ. Ziraat Fak. Derg.*

**Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi adına Sahibi**  
*Owned on behalf of Akdeniz University, Faculty of Agriculture*

**Prof. Dr. Osman KARAGÜZEL**  
(Dekan/Dean)

**Yayın Yönetmeni/Publishing Manager**

**Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN**

**Sekreteryası/Secretary**

**Ayşe KUBİLAY**

**Yönetim Adresi/Administration Address**

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07070 Antalya, Türkiye  
Tel: +90 242 310 2411  
Faks: +90 242 227 4564  
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr  
**Web adresi (Web site):** www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

**Yayımcı/Publisher**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
07070 Antalya, Türkiye  
Tel.: +90 242 310 2412  
Faks: +90 242 227 4564

**Basım/Printing**

Antalya Kros Ofset Matbaa  
Tahıl pazarı Mah. Adnan Menderes Blv. No. 35/1, Antalya  
Tel: +90 242 248 3431

**Abone Koşulları/Subscription**

Yıllık abone bedeli 30 TL'dir.  
*Annual subscription price is US\$ 20.*

**Abone adresi/Subscription address**

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07070 Antalya, Türkiye  
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

**Ücretsiz internet erişimi/Online access free of charge**  
**www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr**

**Kapak tasarımı/Cover design: Süleyman ÖZDERİN**

Bu dergi uzun arşiv ömürlü kağıda (ISO 9706, ∞) basılmaktadır.  
*This journal is printed on acid free paper (ISO 9706, ∞).*

### AMAÇ VE KAPSAM

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırmaları Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlayarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımını amaçlamaktadır. Bu nedenle dergi ilişkili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergide öncelikli olarak bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri basılmakta ve sınırlı sayıda derlemeye yer verilmektedir.

### AIM AND SCOPE

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) aims to share knowledge at both national and international levels by publishing the results of research in agriculture and life sciences in both Turkish and English. Consequently this journal is a multidisciplinary platform for related scientific areas. The journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of reviews in the areas of agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

### TARANMA VE DİZİNLENME

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, **CABI** veri tabanları (**CAB Abstracts** ve **Global Health**), **VITIS** (Viticulture and Enology Abstracts), **TÜBİTAK-ULAKBİM** (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı) ve **THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

### ABSTRACTS AND INDEXING

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ is indexed and abstracted in **CABI** data bases (**CAB Abstracts** and **Global Health**), **VITIS** (Viticulture and Enology Abstracts), **TUBITAK-ULAKBIM** (National Data Bases-Data Base of Life Sciences) and **THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST** (Zoological Records).

### TELİF HAKLARI

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ'nde basılan makalelerin telif hakları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine aittir.

### © COPYRIGHTS

The copyrights of published articles in the AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ belong to the Akdeniz University Faculty of Agriculture.



ISSN 1301-2215

[www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr](http://www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr)

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
ZİRAAT FAKÜLTESİ  
DERGİSİ**

*Akdeniz University  
Journal of the Faculty of Agriculture*

**Cilt/Vol.: 25**

**Sayı/Number: 1**

**Yıl/Year: Haziran/June 2012**

### **Editörler Kurulu/Editorial Board**

#### **Baş Editör/Editor in Chief**

**Prof. Dr. M. Ziya FIRAT**

E-Posta (e-mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

#### **Yardımcı Editörler/Associate Editors**

**Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ**

E-Posta (e-mail): akurunc@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Davut KARAYEL**

E-Posta (e-mail): dkarayel@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Ersin POLAT**

E-Posta (e-mail): polat@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Nedim MUTLU**

E-Posta (e-mail): nedimmutlu@akdeniz.edu.tr

**Yrd. Doç. Dr. Süleyman KARAMAN**

E-Posta (e-mail): skaraman@akdeniz.edu.tr

**Prof. Dr. Bülent UZUN**

E-Posta (e-mail): bulentuzun@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Ayhan TOPUZ**

E-Posta (e-mail): atopuz@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. N. Kemal SÖNMEZ**

E-Posta (e-mail): nksönmez@akdeniz.edu.tr

**Doç. Dr. Meryem ATİK**

E-Posta (e-mail): meryematik@akdeniz.edu.tr

**Yrd. Doç. Dr. Mürsel ÇATAL**

E-Posta (e-mail): mcatal@akdeniz.edu.tr

### **Danışma Kurulu/Advisory Board**

**Assoc. Prof. Dr. Gerard C. ADAMS**

Michigan State University, United States

**Doç. Dr. Ali Ramazan ALAN**

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Vedat CEYHAN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mahmut ÇETİN**

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Anne FRARY**

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

**Prof. Dr. Jörg HINRICHS**

Hohenheim University, Germany

**Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ**

Ankara Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mathias KONDOLF**

University of California Berkeley, United States

**Assoc. Prof. Dr. Mosbah M. KUSHAD**

University of Illinois, United States

**Assist. Prof. Dr. Efstratios LOIZOU**

TEI of Western Macedonia, Greece

**Dr. Marcello MASTRORILLI**

CRA-Research Unit, Italy

**Prof. Dr. Andrew OGRAM**

University of Florida, United States

**Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT**

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Nihat ÖZEN**

Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Hakan ÖZER**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

**Dr. Sylvie SARRADELL**

Ecole Nationale de Formation Agronomique, France

**Prof. Dr. David L. THOMAS**

University of Wisconsin-Madison, United States

**Dr. Hari D. UPADHYAYA**

International Crops Research Institute, India

**Doç. Dr. Ertan YILDIRIM**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

## İçindekiler/Contents

### Bahçe Bitkileri/Horticulture

- Bazı altıntop (*Citrus paradisi*) ve şadoklarda (*Citrus maxima*) genetik akrabalık ve farklılıklarının SSR markırlarıyla tanımlanması**  
Identification of diversity and relationships of grapefruit (*Citrus paradisi*) and pummelo (*Citrus maxima*) accessions by using SSR molecular markers  
**İ. POLAT, E. TURGUTOĞLU** ..... 1-7
- Türkiye’de örtüaltı meyve yetiştiriciliği**  
Protected fruit cultivation in Turkey  
**G. ŞAHİN, B. KENDİRLİ** ..... 9-15

### Bitki Koruma/Plant Protection

- Antalya ve ilçelerinden toplanan *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populasyonlarının Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl ve Cypermethrin’e karşı duyarlılık düzeyleri**  
Susceptibility level of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populations collected from Antalya to Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl and Cypermethrin  
**Ş. ÜNAL BAŞŞİ, F. DAĞLI, C. İKTEN, H. GÖÇMEN** ..... 17-22
- Stem rust (ug99), seen as a threat globally**  
Kara pas (ug99), küresel bir tehdit olarak görülmektedir  
**M. AYDOĞDU, N. BOYRAZ** ..... 23-28

### Hayvancılık/Animal Science

- An investigation of mutations ( $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$ ) on BMP-15 gene in some local sheep breeds raised in Turkey**  
Türkiye’de yetiştirilen bazı yerel koyun ırklarında BMP-15 genindeki ( $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$ ) mutasyonların araştırılması  
**T. KARSLI, E. ŞAHİN, B. ARGUN KARSLI, S. ALKAN, M. S. BALCIOĞLU** ..... 29-33
- Japon Bildircim (*Coturnix coturnix japonica*) yumurtalarına uygulanan farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarına ve civciv çıkış ağırlığına etkileri**  
Effects of different turning frequencies on hatchability traits and hatching weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs  
**S. ALKAN, T. KARSLI, H. S. TUNA, M. ALTAN, M. G. EREN, H. İ. YOLCU** ..... 35-38

### Peyzaj ve Doğa Koruma/Landscape and Nature Conservation

- Yetiştirme ortamlarının *Alnus orientalis* fidanlarının büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içeriklerine etkileri**  
Effects of growing substrates on growth characteristics and leaf nutrient contents of *Alnus orientalis* seedlings  
**S. KÖSA, O. KARAGÜZEL** ..... 39-46

### **Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation**

**Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri**

The effect of salt (NaCl) stress on early seedling stage and germination of some silage sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties

**K. AYDINŞAKİR, C. ERDURMUŞ, D. BÜYÜKTAŞ, S. ÇAKMAKCI** ..... 47-52

### **Tarla Bitkileri/Field Crops**

**Spektral yansıma değerlerinin yem bezelyesinde (*Pisum sativum*) fosfor düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanımı**

Use of spectral reflectance values to determine phosphorus levels in field pea (*Pisum sativum*)

**Y. ÖZYİĞİT, M. BİLGİN** ..... 53-57

### **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition**

**Tuzlu sulama suyunun farklı tekstürdeki toprakların verimlilikleri üzerine etkileri**

Effects of saline irrigation water on productivity of different textured soils

**D. S. ÜRAS, S. SÖNMEZ** ..... 59-65

### **Düzeltilme/Correction**

**Exploring socio-economic structures of freshwater trout farms in Mediterranean region of Turkey. AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ [(2011) 24(2): 101-108].**

Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde tatlı suda alabalık çiftliklerinin sosyo-ekonomik yapısının araştırılması. AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ [(2011) 24(2): 101-108].

**Y. EMRE, C. SAYIN, M. N. MENCET, Y. TAŞÇIOĞLU, M. GÖNCÜ** ..... 67

## Bazı altıntop (*Citrus paradisi*) ve şadoklarda (*Citrus maxima*) genetik akrabalık ve farklılıklarının SSR markırlarıyla tanımlanması

### Identification of diversity and relationships of grapefruit (*Citrus paradisi*) and pummelo (*Citrus maxima*) accessions by using SSR molecular markers

İlknur POLAT, Ertuğrul TURGUTOĞLU

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 07100, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Polat, e-posta (e-mail): i\_polat@hotmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 09 Aralık 2011  
Düzeltilme tarihi 16 Nisan 2012  
Kabul tarihi 20 Nisan 2012

#### Anahtar Kelimeler:

*Citrus paradisi*  
*Citrus maxima*  
SSR,  
Genetik akrabalık  
Genetik farklılık

#### ÖZ

Seleksiyon ve introduksiyon yoluyla elde edilmiş 30 adet altıntop (*Citrus paradisi* Macf.), 1 adet *Citrus hassaku* ve 5 adet şadok [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.])'un genetik farklılığı ve birbiriyle olan genetik yakınlığını belirlemek amacıyla SSR (simple sequence repeat) moleküler markur tekniği kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 26 adet SSR primerinden 15 tanesi polimorfizm sağlamıştır. UPGMA (unweighted-pair group method arithmetic average) dendrogram ve PCA (principal component analysis) analizleri sonucu bireylerin birbirleriyle olan genetik yakınlıkları ve uzaklıkları belirlenmiştir. Dice (1945)'in benzerlik katsayısına göre benzerlik oranları 0,60-0,97 arasında değişim göstermiş, matrix korelosyonu (r) 0,88 olarak bulunmuştur. Değerlendirme sonucunda, Foster B 6/5 28-12 ile Ray Ruby altıntopu arasında incelenen primerlere göre % 97 oranında bir benzerlik olduğu saptanmış, Red Şadok ise % 60 oranıyla en uzak bireyi oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan tüm şadoklar bir grup içerisinde yer almıştır. Buna karşın şadok grubu içerisinde bazı altıntopların da yer aldığı belirlenmiştir. Bu durumun altıntopların şadok ile portakal melezi olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir. Bazı altıntoplarda ise genetik yakınlık oldukça fazladır. Düşük varyasyon göstermesinin sebebi, altıntopların mutasyon orijinli olmasından kaynaklanabilir.

#### ARTICLE INFO

Received 09 December 2011  
Received in revised form 16 April 2012  
Accepted 20 April 2012

#### Keywords:

*Citrus paradisi*  
*Citrus maxima*  
SSR  
Genetic relationship  
Genetic distinguish

#### ABSTRACT

In this study, genetic relationship and diversity were determined by SSR (simple sequence repeat) markers among thirty grapefruits (*Citrus paradisi* Macf.), one *Citrus hassaku* and five pummelo [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.] accessions derived from selections and introduction. Of the 26 SSR primers used produced fifteen polymorphic fragments. Genetic relationship and distance were determined by using UPGMA (unweighted-pair group method arithmetic average) dendrogram and PCA (principal component analysis) analysis. The Dice (1945)'s similarity coefficient among grapefruit and pummelo accessions ranged from 0.60 to 0.97 and matrix correlation (r) was 0.88. The analyses showed that there was 97% genetic similarity in terms of primers investigated between Foster B 6/5 28-12 and Ray Ruby grapefruit. On the contrary, Red Şadok with 60% of genetic similarity was the farthest among 36 accessions. All pummelos were took place within one group. But, some grapefruits also nested in the pummelos group. This result may be due to the grapefruits are natural hybrid between pummelo and sweet orange. Genetic variation was quite low in some grapefruit accessions. Similarity-based analyses supported the theory of grapefruits are of nucellar origin.

## 1. Giriş

Ülkemiz 2010 yılı verilerine göre altıntop 213,768 ton üretim rakamı ile toplam turuncgil üretiminin % 5,98'ini oluşturmaktadır (TUİK 2010). Ülkemizde üretilen altıntopun yaklaşık % 72,5'u ihraç edilmektedir (AKİB 2010).

Altıntopun (*Citrus paradisi* Macf.), şadok [*C. maxima* (Burm.) Merr.] ile portakalın (*C. sinensis* L.) doğal melezlenmesi sonucu elde edildiği bildirilmiştir (Barrett ve Rhodes 1976; Scora ve

ark. 1982; Nicolosi ve ark. 2000). Pek çok altıntop çeşidinin de, limonlarda olduğu gibi, melez altıntop ağacının somaklonal varyasyonu sonucunda ortaya çıktığı belirtilmiştir (Nicolosi ve ark. 2000).

Turuncgillerde genetik tanımlama çalışmaları yapmak oldukça zordur. Bunun sebepleri arasında türler hatta cinsler arası melezlenmeler, poliembrion, apomiksis oranının oldukça

yüksek olması yer almaktadır. Bununla birlikte, somatik mutasyonların vejetatif çoğaltmayla korunması, yüzyıllardır yapılan turuncgil kültürü ve buna bağlı olarak primitif turuncgil türlerinin kaybolmuş olmasından kaynaklanmaktadır. Tanımlama çalışmalarında, morfolojik ve bazı kimyasal özellikler ile çevre koşullarına ve ağacın gelişim dönemine göre değişiklik gösterebilmekte ve genotipler arasında karakterler bakımından varyasyon düşük olabilmektedir. Bu nedenle, genetik materyallerin toplanması, toplanan materyallerin morfolojik, pomolojik, fenolojik ve biyokimyasal özelliklerinin bilinmesinin yanında genetik özelliklerinin de bilinmesi çok büyük önem arz etmektedir (Nicolosi ve ark. 2000; Bretó ve ark. 2001; Corazza-Nunes ve ark. 2002; Barkley ve ark. 2006).

SSR (simple sequence repeats) markırlar, genomda bol olması, yüksek polimorfizm göstermesi, Mendel kalıtımına uygunluğu, kodominantlık ve farklı laboratuvarlarda tekrar üretilebilir olmasından dolayı taksonomik çalışmaları yürütmek, yakın akraba grupları içerisinde filogenetik sınıflandırmayı yapmak, parmakizi oluşturmak, gen kaynakları koleksiyonlarında genetik farklılıkları belirlemek amacıyla, özellikle turuncgillerde de son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. SSR'lar, 1-10 (genellikle 3-6) baz çifti arasında, kısa diziler halinde genomda rastgele dağılmış tekrar dizileridir (Barkley ve ark. 2006; Jiang ve ark. 2006; Novelli ve ark. 2006; Shanker ve ark. 2007; Tan ve ark. 2007).

Turuncgillerde genetik kaynaklarda bulunan bireylerde parmakizi oluşturmak, genetik farklılığı belirlemek ve filogenetik ilişkiyi tespit etmek amacıyla SSR markırlar kullanılmıştır. Mesela; Barkley ve ark. (2006) turuncgil gen kaynaklarında bulunan, 4 adet altıntop ve 13 adet şadok melezinin de yer aldığı 370 adet turuncgilin, moleküler tanımlamasını ve genetik farklılığını belirlemek, popülasyon yapısını tespit etmek amacıyla SSR markırlarını kullanmışlardır. Portakallarda genetik karakterizasyon çalışması yapmak amacıyla Novelli ve ark. (2006), SSR markırlarını kullanmışlardır. Jiang ve ark. (2006), portakal (*C. sinensis*), üçyapraklı [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] ve bazı turuncgil çeşitlerinde, Golein ve ark. (2006) limonlarda, karakterizasyon ve genetik tanımlama yapmak amacıyla SSR primeri kullanmışlardır. Uzun ve ark. (2010a), SRAP markırlarla birlikte SSR markırlar da kullanılarak, 45 limon (*C. limon* L.), 5 citron (*C. medica* L.), 4 kaba limon (*C. jambhiri* Lush.) ve 2 *C. volkameriana* (Tan. and Pasq.) arasında genetik tanımlama çalışması yapmışlardır. İncesu ve ark. (2011), seleksiyonla elde edilmiş 21 adet Satsuma mandarininde genetik tanımlama yapmak amacıyla 9 RAPD primeri ile birlikte 14 SSR primeri kullanmışlardır.

Altıntop ve şadoklarda moleküler tanımlama çalışmaları incelendiğinde az sayıda çalışma yapılmış olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan bir tanesinde, genetik varyabilitiyi belirlemek amacıyla, 38 altıntop (*C. paradisi*) ve 3 şadok (*C. maxima*) ele alınarak, 21 RAPD primeri ve 20 SSR primeri kullanılmıştır (Corazza-Nunes ve ark. 2002). Bir diğer çalışmada, Uzun ve ark. (2010b), Poorman dışında çalışmamızda da kullanmış olduğumuz 30 adet altıntop, 1 adet *C. hassaku* (Hort. ex Tanaka) ve 5 adet şadokun genetik tanımlamasını yapmak amacıyla ISSR markırlarını kullanmışlardır.

Bu çalışmada, seleksiyon ve introduksiyon yoluyla elde edilmiş 30 adet altıntop (*C. paradisi*), 1 adet *C. hassaku* ve 5 adet şadok (*C. maxima*)'un genetik farklılık ve birbiriyle olan genetik yakınlıkları SSR (simple sequence repeat) moleküler markır kullanılarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitki materyalleri

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi "Tuzcu Turuncgil Koleksiyonu"nda bulunan 30 adet altıntop (*C. paradisi*), 1 adet *C. hassaku* ve 5 adet şadok (*C. maxima*) kullanılmıştır. DNA örnekleri, TÜBİTAK tarafından desteklenen 106G049 nolu proje kapsamında, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Bu materyallerin isimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

### 2.2. Simple sequence repeats (SSRs) primerleri

SSR primerleri, Roose ve ekibi tarafından tespit edilmiş olan ve liste halinde sunulan internet sitesinden belirlenmiştir (Roose 2009). Çalışmada kullanılan 26 primerin ismi ve baz dizilimi Çizelge 2'de verilmiştir.

### 2.3. PCR reaksiyon ve amplifikasyon koşulları

Bütün PCR reaksiyonları 10 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyon koşulları, Polat (2009)'ın, Barkley ve ark. (2006)'nın mevcut çalışmalarından bir takım modifikasyonlar yaparak oluşturduğu yöntemle göre yapılmıştır. Kullanılan reaksiyon koşulu aşağıda verilmiştir. PCR bileşenleri olarak toplam hacim 10 µl olacak şekilde aşağıdaki bileşenlerden meydana gelmiştir. Reaksiyon koşulu 1,0 µl DNA (20 ng DNA), 1,0 µl dNTP (0,1 mM dNTPs), 1,0 µl MgCl<sub>2</sub> (2,5 mM MgCl<sub>2</sub>), 0,2 µl Taq (0,6 U Taq DNA polymerase), 1,0 µl her bir primer (0,3 µM her bir primer), 1,0 µl (1 X) PCR buffer ve 4,8 µl ddH<sub>2</sub>O şeklinde olmuştur.

PCR programlarında, Polat (2009)'ın Barkley ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmadan bir takım modifikasyonlar yaparak elde ettiği yöntem kullanılmıştır. Primerlerin çalışma durumlarına göre 2 farklı PCR protokolü oluşturulmuştur. I. PCR protokolü, 94°C'de 3 dk, ardından 35 döngü olacak şekilde, 94°C'de 30 sn, 50°C'de 30 sn, 72°C'de 1dk ve son olarak 72°C'de 10 dk şeklindedir. Bu protokolde, TAA1, CT21, AC01, CAG01, CAC19, TAA33, CAC39, CCT01, TAA45, CAC33, ATC09, CAT01, CAC23 ve TAA27 primeri çalışmıştır. II. PCR protokolünde yapışma (annealing) 40°C'dir ve TAA52, TAA15 ve cAGG9 primeri çalışmıştır.

PCR ürünleri % 2,5'lük high resolution agarose jelde (100-1200 bp'lık çözünürlükte) yürütülmüş ve bant büyüklüklerini belirlemek amacıyla 100 bp Ladder DNA kullanılmıştır. Jel, ethidium bromide ile boyanarak, Kodak GelLogic 200 sistemi ile görüntülenmiştir.

### 2.4. Verilerin analizi

Jel görüntüleme sistemi kullanılarak elde edilen görüntüler, bant varlığı durumunda (1), yokluğu durumunda (0) değerleri verilerek skor edilmiştir.

Herbir popülasyon için oluşturulan markır verileri NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) bilgisayar paket programında analiz edilmiştir (Rohlf 1993). Genotipler arasındaki benzerlikler, elde edilen dendrogramlara göre belirlenmiştir. Benzerlik indeksleri Dice (1945)'e göre hesaplanmıştır. Ayrıca, iki boyutlu grafik üzerinde genotipler arasındaki mesafeleri gösteren Temel Bileşenler Analizi (Principle Component Analyze = PCA) yapılmıştır.



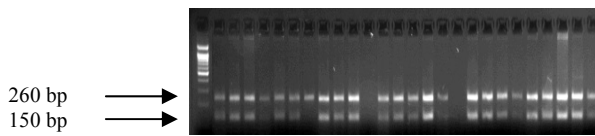
**Çizelge 1.** Genetik karakterizasyon çalışmasında kullanılan altıntop ve şadokların tür adı, çeşit adı, orijini veya elde edildiği ülke.

No	Tür Adı	Çeşit Adı	Orijini veya Elde Edildiği Ülke
1	<i>C. paradisi</i> Macf.	Cocktail	ABD
2	<i>C. paradisi</i> Macf.	Pernambuco B 6/4 (A,34)	İtalya
3	<i>C. paradisi</i> Macf.	Mc Carty B 6/7 29-9	ABD
4	<i>C. paradisi</i> Macf.	Altıntop SRA 640	Bilinmiyor
5	<i>C. paradisi</i> Macf.	Frost Marsh (1005 R)	ABD
6	<i>C. hassaku</i> Hort ex Tanaka	<i>Citrus hassaku</i>	Japonya
7	<i>C. paradisi</i> Macf.	Sweetie SRA 602 altıntopu	İsrail
8	<i>C. paradisi</i> Macf.	Oroblanco	ABD
9	<i>C. paradisi</i> Macf.	Davis Seedless (7291 T, N)	ABD
10	<i>C. paradisi</i> Macf.	Duncan B 6/6 30-5	ABD
11	<i>C. paradisi</i> Macf.	Flame altıntopu	ABD
12	<i>C. paradisi</i> Macf.	Foster B 6/5 28-12	Türkiye
13	<i>C. paradisi</i> Macf.	Foster B 6/5 28-16	Türkiye
14	<i>C. paradisi</i> Macf.	Foster B 6/5 29-16	Türkiye
15	<i>C. paradisi</i> Macf.	Henderson altıntopu - California (Özbek Özler)(1)	ABD
16	<i>C. paradisi</i> Macf.	Henderson altıntopu SRA 336	ABD
17	<i>C. paradisi</i> Macf.	Little River (7161 R)	ABD
18	<i>C. paradisi</i> Macf.	Frost Marsh (3190 R, N)	ABD
19	<i>C. paradisi</i> Macf.	J. B. C. 430 Marsh (10016 T)	ABD
20	<i>C. paradisi</i> Macf.	Marsh Seedless B 6/3 28-4	Türkiye
21	<i>C. paradisi</i> Macf.	Ray Ruby altıntopu (Paksoy A. Ş. - Adana)	Türkiye
22	<i>C. paradisi</i> Macf.	Redblush (3191 R, N) (CRC - 3)	ABD
23	<i>C. paradisi</i> Macf.	Red Blush	ABD
24	<i>C. paradisi</i> Macf.	Reed Grapefruit (6309 R)	ABD
25	<i>C. paradisi</i> Macf.	Rio Red altıntopu (Paksoy A. Ş. - Adana)	ABD
26	<i>C. paradisi</i> Macf.	Ruby altıntopu SRA 287	ABD
27	<i>C. paradisi</i> Macf.	Ruby altıntopu SRA 286	ABD
28	<i>C. paradisi</i> Macf.	Shambar altıntopu SRA 22	ABD
29	<i>C. paradisi</i> Macf.	Star Ruby (Özbek Özler Teksas)	ABD
30	<i>C. paradisi</i> Macf.	Whenny altıntopu GA - 338 - SRA	Avustralya
31	<i>C. paradisi</i> Macf.	Poorman	Avustralya
32	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Şadok Pink SRA 322	Bilinmiyor
33	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Şadok Kao Panne SRA 321	ABD
34	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Red Şadok	ABD
35	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Reinking Şadok (5292 T)	ABD
36	<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	Şadok WN	ABD

### 3. Bulgular

PCR çalışmaları sonucunda, 26 SSR primerinin 15 tanesinden (CT21, AC01, CAG01, CAC19, TAA33, CAC39, CCT01, TAA45, CAC33, ATC09, CAT01, TAA15, TAA52, CAC23 ve cAGG9) polimorfizm sağlanırken, 2 tanesinden (TAA1 ve TAA27) monomorfik bant elde edilmiştir. Bununla birlikte, TAA41, TAA3, CAC15, GT03 ve CT02 primerlerinden başarılı bir amplifikasyon elde edilememiştir (Çizelge 2).

Materyal olarak kullanılan 30 altıntop, 1 adet *C. hassaku* ve 5 şadokun primerlere göre sağlamış olduğu bant fragmentleri ve polimorfizm oranı Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, TAA45, TAA52, CAC19, CAC23, cAGG9, CAC33, CAC39, TAA33, CCT01, AC01, CAT01 polimorfizm oranı en yüksek (%100) primerleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte, TAA15 ve CAG01 polimorfizm oranı en düşük (% 33) primerler olarak tespit edilmiştir. CAC19, cAGG9 ve CAT01, dörder bant ile en fazla bant elde edilen primerleri oluşturmaktadır. Şekil 1'de CAC23 primerinin göstermiş olduğu bant deseni görülmektedir.



Şekil 1. CAC23 primerinin altıntoplarda göstermiş olduğu bant deseni.

UPGMA (unweighted-pair group method arithmetic average)

yöntemi ve Neighbor-Joining yöntemiyle elde edilen dendrogram (Şekil 2) ve PCA analizleri (Şekil 3) sonucu bireylerin birbirleriyle olan genetik yakınlık ve uzaklıkları belirlenmiştir. Dice (1945)'ın benzerlik katsayısına göre benzerlik oranları 0,60-0,97 arasında değişim göstermiş, matrix korelasyonu (r) 0,88 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda kullandığımız SSR primerlerine göre, benzerlik oranı en yüksek Foster B 6/5 28-12 ile Ray Ruby altıntopu (Paksoy A. Ş. - Adana) arasında ve % 97 oranında olduğu tespit edilmiştir. Red Şadok ise % 60 oranıyla en uzak bireyi oluşturmaktadır (Şekil 2). Çeşitlerin birbiriyle olan yakınlık ve uzaklık durumlarına göre düzlem üzerinde dağılımlarına baktığımızda da bu durum çok net bir şekilde görülmektedir. Neighbor-Joining sonucu (Şekil 2), birbiriyle yakın ve uzak bireyler daha net bir şekilde görülmektedir. Şadoklar aynı grup içerisinde yer almıştır. Bununla birlikte şadok kümesi içerisinde Poorman, Wenny, Red Şadok ve Coctail de yer almaktadır. Şadok ve altıntopların PCA analizleri sonucu göstermiş olduğu desen (Şekil 3) incelendiğinde, Red Şadok'un 36 birey içerisinde uzak noktada yer aldığı görülmektedir. Yine, şadokların farklı bir grup içerisinde yer aldığı ve greyfurtların birbirleri arasındaki yakınlığının oldukça fazla olduğu görülmektedir.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Şadok (*C. maxima* x *C. grandis*) ile portakalın (*C. sinensis*) doğal melezlenmesi sonucu ortaya çıktığı kabul edilen altıntop (*C. paradisi*) türü içinde, somaklonal varyasyonlar sonucunda mevcut birçok çeşit ortaya çıkmıştır. Mevcut bu çeşitler

**Çizelge 2.** Kullanılan primerler, baz dizilimleri, fragment uzunlukları, polimorfik fragmentler ve polimorfizm oranları.

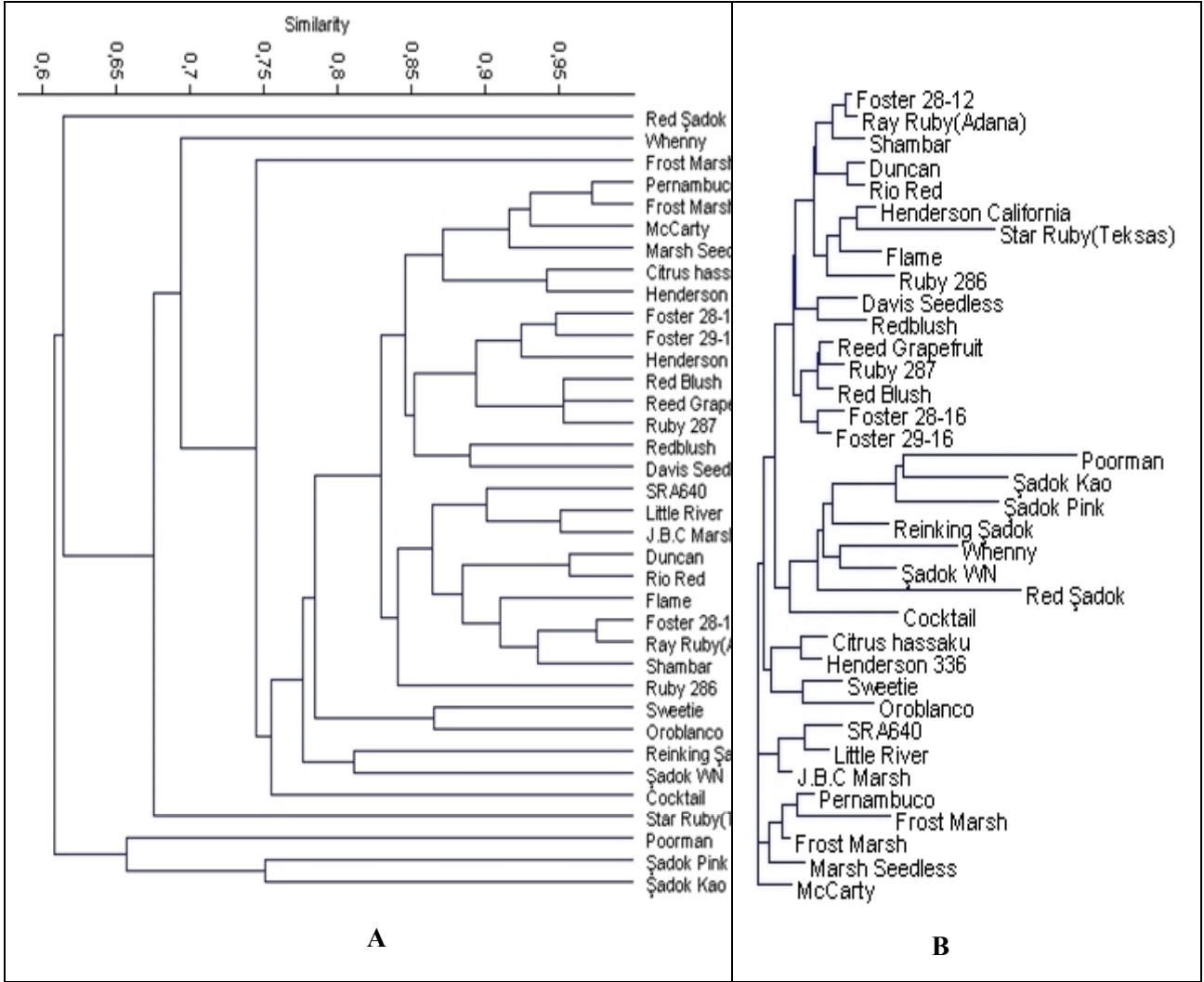
Primerler	F ve R Baz dizilimi	Tekrar Motif	Fragment Uzunlukları (bp)	Polimorfik Fragment (bp)	Polimorfizm Oranı (%)
TAA1	F-GACAACATCAACAACAGCAAGAGC R-AAGAAGAAGAGCCCCATTAGC	TAA	198	-	0
TAA45	F-GCACCTTTTATACCTGACTCGG R- TTCAGCATTTGAGTTGGTTACG	TAA	145	145	100
TAA52	F-GATCTTGAAGTGAAGTAAAG R-ATGTATTGTGTTGATAACG	TAA	110, 90	110, 90	100
CAC19	F-ACAACCTTCAACAAAACCTAGG R- AAGACTTGGTGCGACAGG	CAC	260, 240, 230, 200	260, 240, 230, 200	100
TAA15	F-GAAAGGGTACTTGACCAGGC R- CTCCAGCTGCACAAGC	TAA	200, 195, 185	200, 185	33
TAA27	F-GGATGAAAAATGCTCAAAAATG R- TAGTACCCACAGGGAAGAGAGC	TAA	200, 195	-	0
TAA41	F-AGGTCTACATTGGCATTGTC R- ACATGCAGTGCTATAATGAATG	TAA	-	-	-
CAC23	F-ATCACAATTACTAGCAGCGCC R- TTGCCATTGTAGCATGTTGG	CAC	260, 150	260,150	100
cAGG9	F-AATGCTGAAGATAATCCGCG R- TGCCTTGCTCTCCACTCC	AGG	390, 200, 110, 105	390, 200, 110, 105	100
TAA3	F-AGAGAAGAAACATTTGCGGAGC R- GAGATGGGACTTGGTTCATCACG	TAA	-	-	-
CAC15	F-TAAATCTCCACTCTGCAAAAAGC R- GATAGGAAGCGTCGTAGACCC	CAC	-	-	-
CAC33	F-GGTGATGCTGCTACTGATGC R- CAATGTGAATTTGTGATTCCG	CAC	240, 200, 150	240, 200, 150	100
CAC39	F-AGAAGCCATCTCTGCTGC R-AATTCAGTCCATTCCATTCC	CAC	195	195	100
TAA33	F-GGTACTGATAGTACTGCGGCG R-GCTAATCGCTACGTCTTCGC	TAA	180	180	100
CCT01	F-TCAACACCTCGAACAGAAGG R- CCCACATGCTAGCACAAAAGA	CCT	490, 210	490, 210	100
GT03	F-GCCTTCTTGATTTACCGGAC R- TGCTCCGAACCTTCATCATTG	GT	-	-	-
CT02	F-ACGGTGCGTTTTGAGGTAAG R- TGACTGTTGGATTGGGATG	CT	-	-	-
AC01	F-TTGACATCAACATAAAAACAAGAAA R- TTTTAAAATCCCTGACCAGA	AC	160, 150	160,150	100
CAG01	F-AACACTCGCACCAAATCCTC R- TAAATGGCAACCCAGCTTTG	CAG	350,170, 150	350, 170	33
CAT01	F-GCTTTCGATCCCTCCACATA R- GATCCCTACAATCCTTGGTCC	CAT	190, 180, 170, 120	190, 180, 170, 120	100
ATC09	F-TTCCTTATGTAATTGCTCTTTG R- TGTGAGTGTTTTGTGCGTGTG	ATC	210, 190	210	50
AG14	F-AAAGGGAAAGCCCTAATCTCA R- CTTCTCTTGCGGAGTGTTT	AG	-	-	-
CTT01	F-TCAGACATTGAGTTGCTCG R- TAACCACTTAGGCTTCGGCA	CTT	-	-	-
CT21	F-CGAACTCATTAAAAGCCGAAAC R- CAACAACCACTCTCACG	CT	160, 155	160, 155	100
TC26	F-CTTCTCTTGCGGAGTGTTT R- GAGGGAAAGCCCTAATCTCA	TC	-	-	-
CT19	F-CGCCAAGCTTACCACTCACTAC R- GCCACGATTTGTAGGGGATAG	CT	-	-	-

içerisinde varyasyon oldukça düşüktür. Dolayısıyla genetik yapıyı belirlemek daha zor olmaktadır. Bu çeşitlerin düşük varyasyon gösterdiği diğer çalışmalarda da görülmüştür (Fang ve Roose 1997; Corazza- Nunes ve ark. 2002).

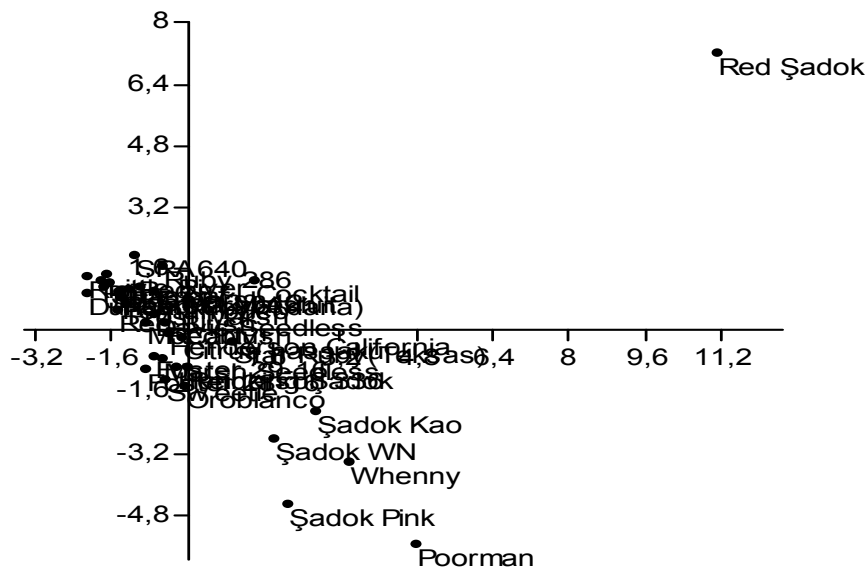
Corazza-Nunes ve ark. (2002) 38 altıntop (*C. paradisi*) ve 3 şadokda (*C. maxima*), genetik varyabilitiyi belirlemek amacıyla, 21 RAPD primeri ve 20 SSR primeri kullanmıştır. RAPD amplifikasyonu ve SSR lokus analizleri, altıntop kalıtım çalışmasında, düşük genetik polimorfizm sağlamıştır. Morfolojik olarak farklılıklar görülmesine rağmen, tür ve çeşitler genetik olarak birbirleriyle oldukça yakın bulunmuştur.

Royal, Triumph, Imperial ve Cannores arasında %100 genetik yakınlık tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, farklı çeşitlerin tek bireyden (klondan) mutasyon sonucu elde edilmeleri ya da moleküler markırların çeşitleri ayırt etmede yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Uzun ve ark. (2010b), ISSR markırları kullanarak, 30 adet altıntop, 1 adet *C. hassaku* ve 5 adet şadokun genetik tanımlamasını yapmışlardır. Çalışmada, altıntop ve şadoklar iki ayrı küme (cluster) oluşturmuştur. Bununla birlikte, bazı altıntoplar arasında yeterince ayırım sağlanamamıştır. Pernambuco, Rio Red ve Ruby SRA 286 altıntopları arasında



Şekil 2. Şadok ve altıntoplar arasındaki akrabalığı gösteren UPGMA (A) ve Neighbor-Joining (B) yöntemiyle elde edilmiş dendrogramlar.



Şekil 3 Şadok ve altıntopların principle component analizi (PCA) sonucu göstermiş olduğu dağılım deseni.

genetik farklılık bulunmamıştır. Bunun nedeni, mutasyon sonucu bir bireyden elde edilmeleri olarak açıklanmıştır. Bu çalışmada ise altıntoplarda tüm bireylerde genetik farklılık tespit edilmiştir. Birbirine en yakın bireyler % 97 oranıyla, Foster B 6/5 28-12 ile Ray Ruby altıntopu (Paksoy A. Ş. - Adana) olarak belirlenmiştir. Benzerlik oranı en yüksek bulunan çeşitlerden Foster altıntopu, Walters altıntopundan doğal mutasyon sonucu oluşmuş olup, Ray Ruby çeşidinin ise orijini bilinmemektedir (Hodgson 1967).

Sweetie ve Oroblonco birbirine yakın bireyler olarak tespit edilmiştir. Cottin (2002) Sweetie'nin Oroblonco'nun sinonimi olduğunu bildirmiştir. Oroblonco, CRC 2240 kodlu az asitli, diploid şadok (*C. grandis*) ile çekirdekli, beyaz, tetraploid Marsh altıntopun (*C. paradisi*) melezlenmesi sonucu elde edilmiş triploid bir çeşittir (Soost ve Cameron 1981).

Marsh çeşidi, Duncan ve portakallardan birisinin (*C. grandis* x *C. sinensis*) melezlenmesi sonucu elde edilmiştir. Flame, Henderson ve Rio Red ise Marsh'dan mutasyon sonucu oluşmuştur (Bowman ve Gmitter 1990). Dolayısıyla, çalışmamızda da Rio Red, Duncan ve Henderson (California) birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur.

Uzun ve ark. (2010b) çalışmalarında *C. hassaku* ile Cocktail'in aynı kümede, melezler içerisinde yer aldığını tespit etmiştir. Bu çalışmada da melezler içerisinde yer almıştır. Henderson 336 ile aynı kümededir. Aynı zamanda Cocktail ile yakın kümede bulunmaktadır. *C. hassaku*, Japonya orijindir, şadok ile mandarinin melezlenmesi sonucu elde edildiği tahmin edilmektedir (Hodgson 1967). Henderson'ın atası Marsh'tır ve Marsh'ta da portakal genleri mevcuttur (Bowman ve Gmitter 1990).

Marsh Seedless eski bir çeşit olup, birçok çeşidin elde edilmesini sağlamıştır. Beyaz meyve etli olan bu çeşit, yine eski çeşitlerden ve beyaz meyve etli olan McCarty ve Frost Marsh çeşitleri ile aynı kümede yer almıştır (Şekil 2).

Corazza-Nunes ve ark. (2002), çalışmalarında yer alan şadoklardan Pink, Kao Panne ve Red şadok aynı alt kümede yer alırken, Reinking ve Pummelo WN farklı bir alt grupta yer almıştır. Uzun ve ark. (2010b), ISSR markırları kullanarak, 30 adet altıntop, 1 adet *C. hassaku* ve 5 adet şadokun genetik tanımlamasını yapmışlardır. Çalışmada, altıntop ve şadoklar iki ayrı küme (cluster) oluşturmuştur. Şadok kümesindeki tüm şadoklar birbirinden net bir şekilde ayrılabilmelerine karşın, altıntop kümesindeki bazı bireyler birbirlerinden yeterince ayırım gösterememiştir. Bu durumun, altıntopun mutasyon orijini olmasından dolayı düşük varyasyonun görülmesinden olabileceği bildirilmiştir.

Çalışmamızda, genel olarak şadoklar ayrı bir kümede yer almıştır (Şekil 2). Reinking Şadok çeşidi bir şadok melezi, ebeveynleri Kao Phuang Şadoğu ile Shamouti portakalıdır (Morton 1987). Şadok WN çeşidinin de her ne kadar şadok özelliği gösterse de bir şadok melezi olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, Şadok kümesi içerisinde Poorman, Whenny ve Cocktail yer almıştır. Poorman çeşidinin orijini bilinmemesine karşın bir şadok melezi olabileceği belirtilmekte ve tohumlarının monoembriyonik olması bu görüşü desteklemektedir (Hodgson 1967). Yine, Whenny çeşidi her ne kadar altıntopla benzemekle birlikte, tohumlarının monoembriyonik olmasından dolayı şadok melezi olabilir (Hodgson 1967). Yine, Cocktail de melez bir çeşittir, Frua mandarini ve düşük asitli şadok arasında yapılan melezleme sonucu elde edilmiştir (Kahn ve ark. 2001).

Barkley ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada, 370 adet

farklı turunçgil gruplarına ait bireyleri SSR moleküler markır yardımıyla, populasyon yapısını ve genetik farklılığını başarılı bir şekilde tespit etmişlerdir. Çalışmada altıntop ve şadoklar diğer turunçgil gruplarına (*Citrus*) göre farklı bir grupta yer almıştır. SSR markırlar oldukça fazla informativdir ve kodominanttır. Dolayısıyla, genetik koleksiyonda genetik farklılığı belirlemede, parmakizi oluşturmada, akrabaları arasında filogenetik ilişkiyi belirlemede oldukça uygun markır sistemidir. Aynı şekilde, SSR'ların uygun bir markır sistemi olduğu, Gülşen ve Roose (2001)'un bazı akraba türler ve bazı ebeveyn olduğu söylenen şadok (*C. maxima*), ağaç kavunu (*C. medica*) ve mandarinde (*C. reticulata*), Jiang ve ark. (2006)'nın portakal (*C. sinensis*), üçyapraklı (*Poncirus trifoliata*) ve bazı turunçgil çeşitlerinde, Novelli ve ark. (2006)'nın portakallarda, Golein ve ark. (2006)'nın limonlarda, Uzun ve ark. (2010a)'nın limon (*C. limon* L.), citron (*C. medica* L.), kaba limon (*C. jambhiri*) ve *C. volkameriana*'da, Ghorabaie ve ark. (2010)'nın bazı turunçgillerde, Incesu ve ark. (2011)'nin Satsuma mandarininde, Biswas ve ark. (2011) ve Amar ve ark. (2011)'nin bazı turunçgil ve akrabalarında yapmış oldukları çalışmalarda da tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, moleküler markır sistemlerinden SSR'lar kullanılarak, seleksiyon ve introduksiyon yoluyla elde edilmiş 30 adet altıntop (*C. paradisi*), 1 adet *C. hassaku* ve 5 adet şadok (*C. maxima*)'un genetik farklılığı ve birbiriyle olan genetik yakınlığı genel olarak belirlenmiştir. Turunçgillerde mutasyon sonucu oluşan bireyleri moleküler olarak ayırt etmek oldukça zordur. Fakat, kodominant markır olan SSR'lar, altıntop ve şadokların tanımlanmasında kullanılabileceği bu çalışmayla da görülmüştür.

## Teşekkür

Yazarlar, çalışmaya 106 G 049 nolu proje kapsamında maddi destek sağlayan TÜBİTAK-KAMAG'a teşekkür eder.

## Kaynaklar

- AKİB (2010) Akdeniz İhracatçılar Birliği. 2009-2010 Ocak-Aralık Dönemi Turunçgil İhracat Kayıt Rakamları. www.akib.org.tr. Erişim tarihi: 4 Kasım 2011.
- Amar MH, Biswas MK, Zhang Z, Guo W-W (2011) Exploitation of SSR, SRAP and CAPS-SNP markers for genetic diversity of Citrus germplasm collection. Scientia Horticulturae 128: 220-227.
- Barkley NA, Roose ML, Krueger RR, Federici CT (2006) Assessing genetic diversity and population structure in a Citrus germplasm collection utilizing Simple Sequence Repeat Markers (SSRs). Theoretical and Applied Genetics 112: 1519-1531.
- Barrett HC, Rhodes AM (1976) A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated *Citrus* and its close relatives. Systematic Botany 1: 105-136.
- Biswas MK, Chai L, Amar MH, Zhang X, Deng XX (2011) Comparative analysis of genetic diversity in Citrus germplasm collection using AFLP, SSAP, SAMPL and SSR markers. Scientia Horticulturae 129: 798-803.
- Bretó MP, Ruiz C, Pina JA, Asins MJ (2001) The diversification of *Citrus clementina* Hort. ex Tan., a vegetatively propagated crop species. Molecular Phylogenetics and Evolution 21: 285-93.
- Bowman KD, Gmitter FG (1990) Caribbean forbidden fruit: Grapefruits missing link with the past and bridge to the future? Fruit Variety Journal 44: 41-44.
- Corazza-Nunes MJ, Machado MA, Nunes WMC, Cristofani M, Targon MLPN (2002) Assessment of genetic variability in grapefruits (*C. paradisi* Macf.) and pummelos (*C. Maxima* (Burm.) Merr.) using RAPD and SSRs markers. Euphytica 126: 169-76.

- Cottin R (2002) *Citrus of the World. A Citrus Directory. Version 2.* SRA INRA CIRAD, San Giuliano.
- Dice LR (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297-302.
- Fang DQ, Roose ML (1997) Identification of closely related *Citrus* cultivars with inter-simple sequence repeat markers. *Theoretical and Applied Genetics* 95: 408-417.
- Ghorabaie HRR, Ghazvini RF, Golein B, Nabipour AR (2010) Identification of some Citrus accessions in a Citrus germplasm utilizing Simple Sequence Repeat Markers (SSRs). *Horticulture Environment and Biotechnology* 51: 343-347.
- Golein B, Talaie A, Zamani Z, Moradi B (2006) Development and characterization of new microsatellite loci from Lemon (*Citrus limon*). *International Journal of Agriculture and Biology* 8: 172-174.
- Gülşen O, Roose ML (2001) Limonlarda genetik çeşitlilik, bazı turunçgillerle akrabalık derecelerinin DNA markirlarının kullanılarak belirlenmesi. *Bahçe* 30: 53 - 63
- Hodgson RW (1967) *Horticultural Varieties of Citrus. The Citrus Industry* (Edited by W., Webber, H.J. and Batchelor, L.D. (eds) The Citrus Industry, v 1. University of California Press, Berkeley, CA, USA, 431-591.
- Jiang D, Zhong GY, Hong QB (2006) Analysis of microsatellites in Citrus unigenes. *Acta Genetica Sinica* 33: 345-353.
- İncesu M, Tuzcu Ö, Yeşiloğlu T, Aka Kaçar Y, Yıldırım B, Boncuk M, Çimen B (2011) Molecular diversification and preliminary evaluations of some satsuma selections' performance under mediterranean conditions. *African Journal of Biotechnology* 10: 4347-4357.
- Kahn TL, Krueger RR, Gumpf DJ, Roose ML, Arpaia ML, Batkin TA, Bash JA, Bier OJ, Clegg MT, Cockerham S.T. *et al.* (2001) *Citrus* genetic resources in California: Analysis and recommendations for long-term conservation. Report No. 22. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis.
- Morton J (1987) *Fruits of warm climates.* Julia F. Morton, Miami, FL. (eds) Pummelo. p. 147-151.
- Nicolosi E, Deng ZN, Gentile A, La Malfa S, Continella G, Tribulato E (2000) Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics* 100:1155-1166.
- Novelli VM, Cristofan M, Souza AA, Marcos A, Machado MA (2006) Development and characterization of polymorphic microsatellite markers for the sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Genetics and Molecular Biology* 29: 90-96.
- Polat İ (2009) Üç Yapraklı (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) ve Üç Yapraklı melezleri grubu turunçgillerin genetik akrabalık ve farklılıklarının SSR moleküler markirlarla tanımlanması. *Derim* 26: 30-41
- Rohlf FJ (1993) NTSYS-PC, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 1.80. Exeter Software, Setauket, New York.
- Roose ML (2009) Use of molecular markers to understand phylogeny and genetic diversity of citrus. PCR primers for Citrus germplasm characterization. <http://www.plantbiology.ucr.edu/faculty/roose.html>. Accessed: 18 October 2009.
- Scora RW, Kumamoto J, Soost RK, Nauer EM (1982) Contribution to the origin of the Grapefruit, *Citrus paradisi* (Rutaceae). *Systematic Botany* 7: 170-177.
- Shanker A, Bhargava A, Bajpai R, Singh S, Srivastava S, Sharma V (2007) Bioinformatically mined simple sequence repeats in UniGene of *Citrus sinensis*. *Scientia Horticulturae* 113: 353-361.
- Soost RK, Cameron JW (1981) 'Oroblanco', a triploid pummelo-grapefruit hybrid. In: Matsumoto K (Ed), *Proceedings of the International Society of Citriculture Vol. 1*, pp. 59-60.
- Tan ML, Song JK, Deng XX (2007) Production of two mandarin trifoliolate orange hybrid populations via embryo rescue with verification by SSR analysis. *Euphytica* 157:155-160.
- TUİK (2010) Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). Erişim: 23 Kasım 2011.
- Uzun A, Yesiloglu T, Polat I, Aka-Kacar Y, Gulsen O, Yildirim B, Tuzcu O, Tepe S, Canan I, Anil S (2010a) Evaluation of genetic diversity in lemons and some of their relatives based on SRAP and SSR markers. *Plant Molecular Biology Reporter* 29: 693-701.
- Uzun A, Gulsen O, Yesiloglu T, Aka-Kacar Y, Tuzcu O (2010b) Distinguishing grapefruit and pummelo accessions using ISSR markers. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 46: 170-177.

## Türkiye’de örtüaltı meyve yetiştiriciliği

### Protected fruit cultivation in Turkey

Güven ŞAHİN<sup>1</sup>, Berna KENDİRLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, 34580, İstanbul

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 06110, Ankara

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): B. Kendirli, e-posta (*e-mail*): kendirli@ankara.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Alınış tarihi 27 Ekim 2011 Düzeltilme tarihi 01 Haziran 2012 Kabul tarihi 07 Haziran 2012</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Örtüaltı yetiştiriciliği Meyve Tarım coğrafyası İklim Türkiye</p>	<p>Dünyada hızlı nüfus artışı ve iklim değişikliği nedeniyle yaşanan felaketler, insanların yeterli çeşit ve miktarda, güvenilir gıda maddelerine erişimini güçleştirmektedir. Türkiye coğrafi konumu nedeniyle dünyadaki birçok ülkeden şanslı olmasına rağmen, nüfus artışı, tarım alanlarının amaç dışı kullanımı, birim alandan alınan ürün miktarı ve kalitesinin yeterli olmaması gibi nedenlerle ülkemizde tarımsal üretimde verimlilik giderek azalmaktadır. İklim koşullarının kontrol altında tutulması ile yıl boyunca üretimin gerçekleştirilebildiği örtüaltı tarım teknikleri verimlilik ve karlılığı artıran en önemli uygulamalardan birisidir. Türkiye’de yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgelerinde gerçekleştirilen örtüaltı yetiştiricilikte sebze üretimi ilk sırayı almakta, bunu süs bitkileri ve meyve üretimi izlemektedir. Ülkemizde örtüaltı meyve yetiştiriciliğinin geçmişi çok eski olmamakla beraber, özellikle son on yıllık dönemde büyük bir gelişme göstermiştir. Örtüaltında muz ve çilek başta olmak üzere üzüm, kayısı, bazı bodur meyve türleri, subtropik ve tropikal meyveler yetiştirilmektedir. Türkiye’nin coğrafi şartları, konumu ve bunların sonucu olarak da örtüaltı meyve yetiştiriciliğindeki yüksek potansiyeli göz önüne alındığında, gelecekte örtüaltı meyve üretiminin miktar ve çeşit açısından hızla artarak ihracatımızda önemli bir yer tutabileceği söylenebilir. Bu çalışmada, ülkemizde örtüaltı meyve yetiştiriciliğinin gelişimi, üretim alanları, dağılımı, yetiştirilen meyve türleri istatistiksel verilere dayanarak incelenmiş; gelecekte örtüaltı meyve üretiminde çeşit, miktar ve kalitenin artırılmasına yönelik olarak önerilerde bulunulmuştur.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 27 October 2011 Received in revised form 01 June 2012 Accepted 01 June 2012</p> <p><b>Keywords:</b> Protected cultivation Fruit Agricultural geography Climate Turkey</p>	<p>Rapid population growth and climate change make it difficult to access reliable foodstuffs in the world. Despite being lucky due to its geographical location, Turkey’s agricultural productivity is dwindling due to population growth, agricultural land use for their intended purposes, the product per unit area. One of the most important applications of protected production is that climatic conditions can be controlled year-around which would increase productivity and profitability. Vegetable production is followed by ornamental plants and fruit production in protected cultivation, which has shown a great improvement in the last decade mostly in the Mediterranean and Aegean regions of Turkey. Under the protected cultivation, mainly bananas and strawberries, apricot, subtropical and tropical fruits, and some dwarf type fruits are grown. Turkey’s geographical conditions, location, and high potential for protected fruit cultivation, greenhouse-grown fruit exports increased rapidly. In this study, development in protected cultivation of fruit, production areas, the distribution of fruit species grown were analyzed, and future perspective of fruit protected cultivation for variety, quantity and quality are discussed.</p>

### 1. Giriş

Dünyada ve Türkiye’de nüfusun her geçen gün artmasıyla birlikte, doğal kaynaklara ve özellikle tarımsal kaynaklara olan gereksinim ve mevcut kaynaklar üzerindeki baskı da katlanarak artmaktadır. Artan nüfusa karşılık gıda ihtiyacının karşılanabilmesi, ancak tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ile mümkündür. Bununla birlikte, tarımsal kaynakların dünya genelindeki dengesiz dağılımı, bir yandan yaşanan aşırı tüketim ve diğer yandan temel ihtiyaçlardan bile

mahrum olunması insan sağlığı ve gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Günümüzde tarım alanlarının arttırılmaması ve amaç dışı kullanılması ile birim alandan alınan ürün miktarı ve kalitesinin yeterli olmaması nedeniyle tarımsal üretimde karlılık giderek azalmaktadır. Bu nedenle birim alandan elde edilen karlılığı artıran uygulamaların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Bu açıdan iklim koşullarının kontrol altında tutulması ile yıl boyunca üretimin

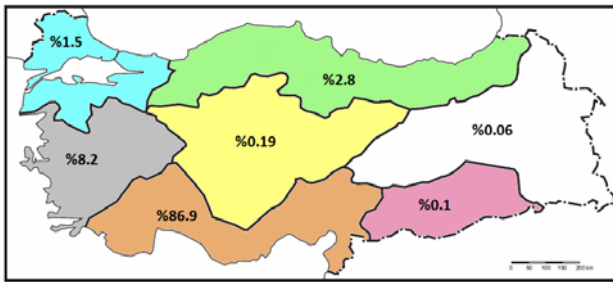
gerçekleştirilebildiği örtüaltı tarım teknikleri, karlılığı arttıran en önemli uygulamalardan biridir. Bu konuda yapılacak çalışmaların artırılması ve desteklenmesi ülke ekonomisine büyük katkıda bulunacaktır (Taşlıgil 2010).

Türkiye’de örtüaltı yetiştiricilik denildiğinde Akdeniz Bölgesi ilk sırayı almakta olup gerek sebze ve meyve, gerekse de kesme çiçek ile iç mekan süs bitkilerinin üretiminde, özellikle ilk olarak Antalya ili akla gelmektedir (Kendirli ve Çakmak 2007). Türkiye’deki örtüaltı meyve yetiştiriciliğinin büyük bir kısmı Akdeniz Bölgesinden elde edilmektedir. Örtüaltında en fazla muz ve çileğin yetiştirildiği ülkemizde, son yıllarda başta örtüaltı bağcılık kapsamında sofralık üzümler olmak üzere kayısı gibi yerel ürünlerle birlikte avokado ve pepino gibi tropikal bitkiler de yetiştirilmeye başlanmıştır.

## 2. Türkiye’de Örtüaltı Meyve Yetiştiriciliğinin Gelişimi

Türkiye’de genel olarak incelendiğinde örtüaltı yetiştiricilik faaliyetlerinin çok büyük bir kısmı Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi’nde gerçekleşmektedir. Şekil 1’de görüldüğü gibi örtüaltı yetiştiricilik alanlarının tamamına yakını Akdeniz Bölgesi’nde (% 86,9) bulunmakta olup, geri kalan bölgelerin payı ise oldukça düşüktür.

Örtüaltı yetiştiriciliğimizde miktar ve alan bakımından sebze ve çiçeklerden sonra üçüncü sırada meyveler yer almaktadır. 2009 yılı itibarıyla, örtüaltında toplam 5.257.311 tonluk sebze üretimine karşılık sadece 267.520 tonluk meyve üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK 2011). Türkiye’de örtüaltı meyve yetiştiriciliğini incelediğimizde ilk olarak 1999 yılında resmi verilerine rastladığımız bu yetiştiricilik faaliyetine sadece muz ve çilek dahil edilmiş olup yetiştirilen diğer tropikal meyveler henüz çok büyük miktarlara ulaşmadığından ve lokal olduğundan istatistiklere dahil edilmemiştir. Bununla birlikte, tropikal meyveler dışında son yıllarda örtüaltı bağcılık, örtüaltı kayısı ve bodur meyve yetiştiriciliği de adından söz ettirmeye başlamıştır (Şahin 2011). Bu kapsamda, örtüaltı bağcılık ve kayısı yetiştiriciliği ile ilgili resmi istatistikler ilk olarak 2010 yılında tahmini olarak açıklanmıştır. TÜİK verilerine göre 345 ton sofralık çekirdekli üzüm, 5 ton sofralık çekirdeksiz üzüm ve 1 ton da örtüaltı kayısı yetiştiriciliği gerçekleşmiştir.



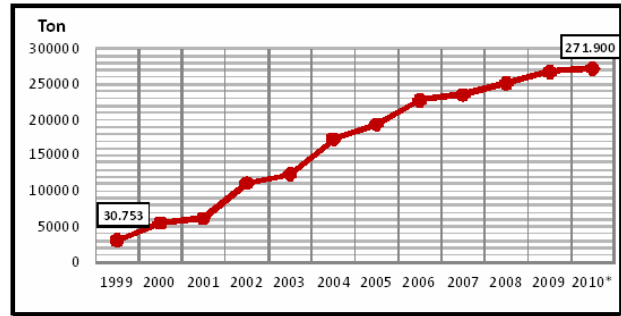
Şekil 1. Türkiye’de 2009 yılı örtüaltı meyve yetiştiricilik alanlarının yüzdelik dağılımı.

Örtüaltı meyve yetiştiriciliğinin yıllar içindeki gelişimine baktığımızda oldukça olumlu bir gelişim yaşandığından bahsedebiliriz. 1999 yılından 2010 yılına kadar Türkiye’de örtüaltı yetiştiricilikten elde edilen meyvelerin miktarının her yıl düzenli olarak arttığı gözlenmiştir (Şekil 2). Bununla birlikte bu artış 2000’li yılların ilk yarısında oldukça hızlıyken ne yazık ki son yıllarda nispeten daha durağan bir seyir izlemektedir. Yine de örtüaltı meyve yetiştiriciliğimizdeki 12 yıllık bu süreçte

üretimin 9 kat artmış olması söz konusu tarımsal faaliyet açısından umut verici bir gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır. 2009 yılı itibarıyla toplam 271.900 tonluk üretimi sadece muz ve çilek oluşturmaktadır. Bu ürünlerin toplam üretim içerisindeki payları dengeli olup, üretimin % 54,4’ünü muz ve geri kalan % 45,5’ini de çilek oluşturmaktadır. Bununla birlikte, her ne kadar resmi istatistikleri henüz tutulmasa da ülkemizde başta avokado olmak üzere örtüaltı üzüm, pepino ve bazı sert çekirdekli meyve türleri (kayısı, erik, yenidoğru gibi) yetiştiriciliğinde de önemli gelişmeler gözlenmektedir (Küden ve ark. 2007; Şahin 2011).

Örtüaltı yetiştiriciliği yapılan meyvelerin toplam meyve üretimindeki payları da her geçen yıl artmaktadır. Örneğin Türkiye’de 2009 yılında 291.996 tonluk çilek üretiminin % 41,6’sı, 204.517 tonluk muz üretiminin ise % 71,2’si örtüaltında yetiştirilmiştir. Oysaki 2000 yılında bu oranlar çilekte % 15,1, muzda ise % 55,2 olarak kayıtlara geçmiştir (TÜİK 2011).

Örtüaltında meyve yetiştiriciliğinin Türkiye’deki dağılımını incelediğimizde gerek çilek gerekse muz üretiminin tamamının Ege ve Akdeniz Bölgelerinde gerçekleştiği görülmektedir. Söz konusu bu iki meyvenin örtüaltındaki yetiştiriciliği 12 ilimizde yapılmakta olup, bu iller arasında ilk sırayı Mersin almakta, onu Antalya ve Aydın izlemektedir.



\*TÜİK’in tahmini verisidir.

Şekil 2. Türkiye’de örtüaltı meyve üretim miktarındaki değişim.

### 2.1. Türkiye’de örtüaltı muz yetiştiriciliği

Muzgiller (Musaceae) familyasının *Musa* (L.) cinsinden olan muz (*İng.* Banana, *Alm.* Banane), 10 m.<sup>2</sup>’ye ulaşabilen boyuyla en büyük çiçekli otsul bitkidir. Günümüzde muzun (*Musa* spp.) 40 türü ve 250 kadar da çeşidi bulunmaktadır. Bunlar içerisinde ülkemizde yetiştirilenler Dwarf cavendish, Azman ve Grand Nain çeşitleridir (Pınar ve ark. 2011). Piyasalarda ise ‘Yerli muz’, ‘Anamur muz’, ‘Parmak muz’ olarak bilinen bodur muz çeşitlerimizle birlikte daha çok Erdemli’de yetiştirilen, diğer çeşitlere göre soğuğa daha dayanıklı olan ve halk arasında ‘Eşek muz’ olarak bilinen çeşitlerimiz bulunmaktadır. Esasında tropikal bir bitki olan muz, ekvator ile 30° güney ve kuzey enlemleri arasında doğal bir yayılış sergileyip, topografya ve özellikle de iklimin uygun olduğu mikroklima alanlarda da yetiştirilebilmektedir (Balci Akova 2002; Kozak 2003).

Tropikal bölgelerde muz yetiştiriciliği yapılan alanlarda aylık ortalama sıcaklık yaklaşık 19°C olup, gelişme döneminde sıcaklıklar 22° – 31°C arasında değişmektedir (Kozak 2003). Bununla birlikte, ideal yetiştirme alanlarının dışına çıktığında sağlıklı bir gelişim için muzun yetiştirilebileceği alanlarda kış mevsiminde ortalama sıcaklıkların 15° – 16°C’nin altına düşmemesi, aylık ortalama sıcaklıkların ise 26° – 27°C arasında olması gerekir. Sıcaklığın 10°C’nin altına düşmesiyle birlikte

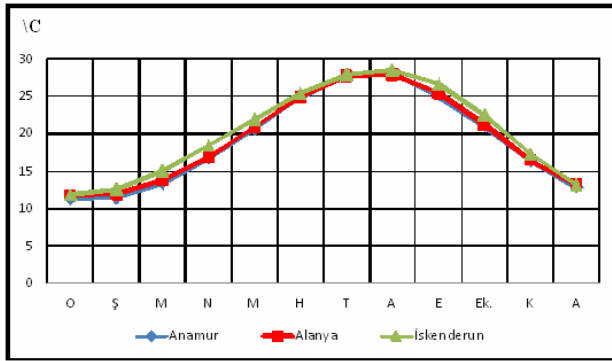
**Çizelge 1.** 1975 – 2010 arası ortalamalarına göre Anamur, Alanya ve İskenderun'a ait aylık ortalama yağış değerleri (kg m<sup>-2</sup>).

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek.	K	A	Toplam
Anamur	186,0	140,9	87,7	52,7	22,6	5,6	0,9	3,7	13,7	72,6	138,1	199,4	923,9
Alanya	199,6	148,7	98,6	65,5	33,7	9,9	10	5,7	19,1	98,6	186,7	231,5	1107,6
İskenderun	81,7	85,6	85,9	64,1	47	35,4	12,2	20,4	39,4	79,8	88,7	89,4	729,6

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.

gelişme yavaşlar ve meyve kalitesi de düşer. Bununla birlikte düşük sıcaklıklar kadar yüksek sıcaklıklar da muz için oldukça zararlıdır. Sıcaklığın 35°C'yi aşmaya başlamasıyla yaprakları oldukça geniş olan bu bitkide meydana gelecek şiddetli su kaybı sulamayla karşılanmazsa önemli zararlanmalar ortaya çıkabilir (Kozak 2003).

Muz yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlerdeki bu sıcaklık değerlerinden hareketle ülkemizde bu meyvenin yetiştirildiği üç farklı ilimizden söz konusu yetiştiriciliğin yaygın olarak yapıldığı ilçelere ait uzun yılların ortalama sıcaklık değerlerine baktığımızda, ilk göze çarpan husus ortalama sıcaklığın yılın hiçbir döneminde 10°C'nin altına düşmediğidir. Bu durum muz yetiştiriciliği için oldukça önemli ve hayatidir. Üç merkeze ait veriler incelendiğinde Mayıs ayından Kasım ayına kadar olan devrede, sıcaklıkların 20°C'nin üzerinde olduğu ve en düşük ortalama sıcaklığın Anamur'da Ocak ayında ölçüldüğü (11,3°C) görülmektedir (Şekil 3).

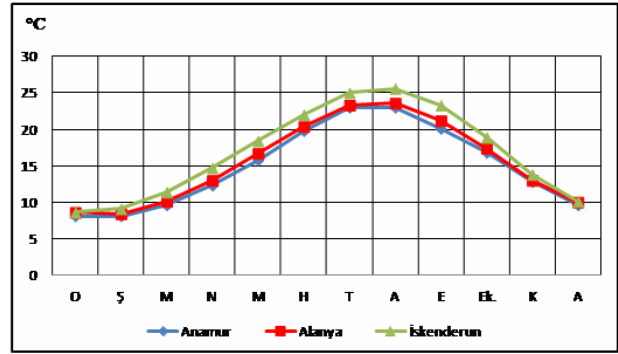


**Şekil 3.** 1975 – 2010 arası ortalamalarına göre Anamur, Alanya ve İskenderun'a ait ortalama sıcaklık değerleri (<http://www.dmi.gov.tr/>).

Ülkemiz muz yetiştiriciliğinde asıl sorun yüksek sıcaklıklardan çok düşük sıcaklıklar ile yaşanan don ve dolu olaylarıdır. Muz yetiştiriciliğinde öne çıkan üç ilçenin verileri incelendiğinde ortalama en düşük sıcaklıkların yıl içerisinde en fazla 8,1°C'ye kadar gerilediği (Anamur'da), nisan–ekim arasındaki devrede ise 15°C'nin altına düşmediği görülmektedir (Şekil 4). Yılın en sıcak dönemi olan Temmuz–Ağustos aylarında ise sıcaklık bu üç ilçemizde 23°C'nin altına inmemiştir. Bununla birlikte söz konusu bu sıcaklık değerleri verimli bir muz yetiştiriciliği için yeterli olmayıp, mutlak surette farklı uygulamaları zorunlu kılmaktadır. Bu uygulamalar arasında örtüaltı muz yetiştiriciliği başta olmak üzere, basit sobalarla muz bahçelerinin ısıtılması veya hevenkleri (Hevenk: Muz bitkisi üzerinde meyvenin daha hasat edilmeden önce bir bütün halindeki durumu başka bir ifadeyle muz salkımı) polietilen torbalara alınması sayılabilir.

Muz yetiştiriciliği için üzerinde durulması gereken bir diğer iklimsel faktör de yağış miktarıdır. Muz yetiştiriciliği yapılan tropikal bölgelerde aylık 100 mm'nin üzerinde ve yıllık 1500 – 2000 mm'yi bulan yağış miktarları uygundur (Kozak 2003). Mersin, Antalya ve Hatay'da muzun yaygın olarak yetiştirildiği ilçelerde yapılan ölçümler doğrultusunda hazırlanan Çizelge

1'de görüldüğü gibi yağış değerleri genellikle ideal muz yetiştiriciliği için yetersiz gözükmemektedir. Bu anlamda yıllık yağış miktarı en fazla olan Alanya'da bile 1107,6 kg m<sup>-2</sup>'lik yağış değeri yıl içerisinde sulama yapmayı zorunlu kılmakta, özellikle her üç merkezde de oldukça kurak geçen Haziran – Ağustos arasındaki devrede muz bahçelerinin mutlaka sulanması gerekmektedir. Açıkta yetiştiricilikte olduğu gibi örtüaltı muz yetiştiriciliğinde de sulama oldukça önemlidir. Günün belirli saatlerinde (12.00 – 15.00) buharlaşma şiddetini artırmasıyla birlikte ortaya çıkan aşırı sıcaklıklar bitkinin sağlıklı gelişmesini engelleyebilir. Damla sulama sistemi %50 – 70 oranında su tasarrufu sağlaması nedeniyle, örtüaltı muz yetiştiriciliği için en uygun sulama sistemidir.



**Şekil 4.** 1975 – 2010 arası ortalamalarına göre Anamur, Alanya ve İskenderun'a ait ortalama en düşük sıcaklık değerleri (<http://www.dmi.gov.tr/>).

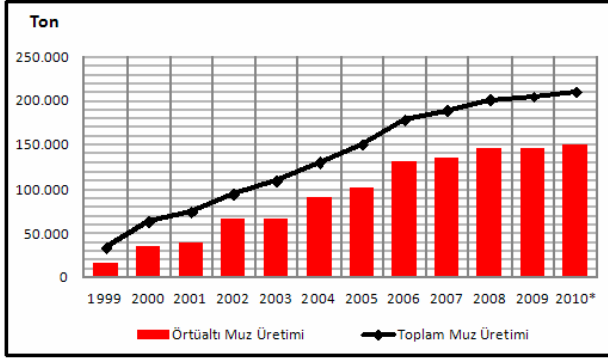
Muz yetiştiriciliği yapılan yörelerimizde, özellikle Aralık – Mart arasındaki devrede zaman zaman yaşanan don olayları (Anamur'da yıllık 0,6 gün, Alanya'da 0,5 yıllık gün) bu yetiştiriciliği örtüaltına yönlendirmede önemli bir etken olmuştur. Bununla birlikte örtüaltı muz yetiştiriciliğinde de birtakım iklim koşullarına bağlı sıkıntılar yaşanabilmektedir. Muz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ilçelerimizde zaman zaman yaşanan yüksek sıcaklıklar (Anamur 42°C, Alanya 40,8°C, İskenderun 40°C) bunlardan biridir. Bu amaçla özellikle Temmuz – Ağustos aylarında örtüaltı yapısı içerisindeki yüksek sıcaklıklara karşı havalandırma yapılmalıdır. Aşırı sıcaklardan korunmak amacıyla sera dış yüzeyinin çamurla sıvanması veya boyanması da bir diğer yöntemdir. Örtüaltı muz yetiştiriciliğinde diğer bir iklim sorunu da dolu olayıdır. Dolu her ne kadar cam seralarda çok daha fazla etkili olsa da, plastik seralarda da bazen yıkıcı etkileri olabilmektedir.

Muz yetiştirilen alanları topoğrafik açıdan incelediğimizde genellikle deniz seviyesi ile 50 m yükseklikteki alanlarda yayılış gösterdiği, bazı alanlarda 100 m'ye kadar çıkabildiği söylenebilir. Ülkemizde muz özellikle Toros Dağları ile kıyı çizgisi arasındaki sınırlı ve oldukça eğimli alanlarda yetiştirilmektedir (Balci Akova 2002). Açıkta muz yetiştiriciliği yapılacaksa, Alanya ve Gazipaşa'da olduğu gibi, eğimli sahalara teraslanarak (taracalanarak) muz bahçeleri kurulur. Bununla birlikte, başta Alanya olmak üzere eğimli alanlarda da örtüaltı muz yetiştiriciliği konusunda başarılı çalışmaların da olduğu gözlenmektedir. Anamur ve Bozyazı'da ise Toroslar ile kıyı



şeridi arasındaki düzlükler hem açıkta yetiştiricilik hem de örtüaltı muz yetiştiriciliği için oldukça uygundur.

Türkiye’de toplam muz yetiştiriciliği 1999 yılından günümüze kadar düzenli bir artış göstermiştir. Örtüaltı muz yetiştiriciliğinin de aynı şekilde 12 yıllık süreçte 2009 yılındaki küçük bir gerilemenin dışında düzenli bir artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 5). Günümüzde Türkiye’de yetiştirilen toplam muzun yarısından fazlası kapalı seradan sağlanmaktadır. 1999 yılındaki 15.995 tonluk muz üretimiyle toplam üretimin yaklaşık yarısı seralardan sağlanırken, ilerleyen yıllarda bu durum giderek artmış ve 2009 yılında toplam muz üretiminin % 71,2’si örtüaltında gerçekleştirilmiştir (TÜİK 2011).



Şekil 5. Türkiye’de toplam ve örtüaltı muz üretimindeki değişimler (TÜİK 2011).

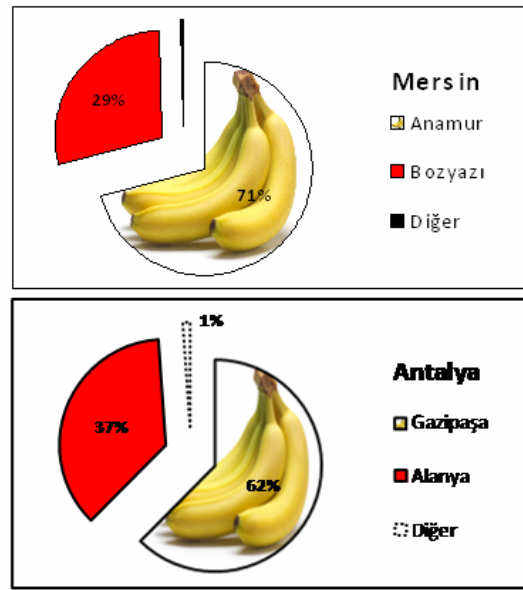
Örtüaltı muz yetiştiriciliğinde üretimin tamamına yakın bir kısmı (%99,8) plastik seralarda gerçekleşmekte olup, 2009 yılında sadece Antalya (Gazipaşa)’da 420 tonluk muz üretimi cam seralarda yapılmıştır. Örtüaltı muz yetiştiriciliğinde sera tasarımında en önemli unsur yüksekliktir. Örtüaltında ticari anlamda yetiştirilen bitkiler içerisinde en uzun boylu bitki muzdur. Üretilen muzların boyları ortalama 4 – 10 m arasında değişebildiğinden, çatı yüksekliği bitkinin bu özelliğine göre ayarlanması gerekir. Muzun tropikal bir bitki olması nedeniyle örtüaltı üretiminde iklim koşullarının oldukça titiz bir şekilde ayarlanıp kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu nedenle örtüaltı muz yetiştiriciliğinde iyi bir teknik donanımına sahip, ısıtma, sulama ve havalandırmanın ekonomik olarak yapıldığı seralara gereksinim duyulmaktadır. Ülkemizde örtüaltı muz yetiştiriciliğinin yapıldığı yerlerdeki seralarda teknik donanımın büyük ölçüde yeterli olduğu; sektörde önceleri cam seralar ağırlıklı iken son yıllarda büyük oranda plastik seralara eğilim olduğu görülmektedir (Şekil 6) (Şahin 2011).

Örtüaltı muz yetiştiriciliğimizin coğrafi dağılımına baktığımızda 2009 yılı itibarıyla sadece üç ilimizde bu faaliyet söz konusu olup 135.305 tonluk üretimiyle toplam örtüaltı muz üretiminin %92,6’sına sahip Mersin’in ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Mersin’i 10.285 tonluk üretimiyle Antalya izlemekte ve 198 tonluk üretimiyle Hatay son sırada yer almaktadır. Mersin’de örtüaltı muz yetiştiriciliğinin dağılımına baktığımızda bu ilimizin muz ile özdeşleşmiş olan ilçesi Anamur’un 96.000 tonluk üretimiyle ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu ilçemizi sırasıyla Bozyazı (39.000 ton) ve diğer ilçeler (Erdemli, Aydınçık ve Toroslar) izlemektedir (Şekil 7). Örtüaltı muz yetiştiriciliğindeki bir diğer önemli ilimiz olan Antalya’da, Gazipaşa 6.420 tonluk üretimiyle en fazla muz yetiştirilen ilçe olup, onu 3.750 tonla Alanya izlemekte, diğer ilçelerin (Kumluca, Manavgat) toplamı ise 115 ton (%1) olmaktadır (Şekil 7). Hatay ilimizde ise üretimin tamamının gerçekleştiği İskenderun’da plastik seralarda muz

yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK 2011).



Şekil 6. Yeni kurulmuş bir plastik serada muz dikimi.



Şekil 7. 2009 yılında Mersin ve Antalya’da örtüaltı muz yetiştiriciliğinin ilçelere göre dağılımı (TÜİK 2011).

## 2.2. Türkiye’de örtüaltı çilek yetiştiriciliği

Üzümsü meyveler grubundan olan çilek (*Fragaria L.*) gülgiller familyasından olup 20’den fazla türü bulunmaktadır. Ülkemizde Chandler, Sweet Charlie, Selva, Rapella, Oso Grande, Honeoye, Camarosa, Yalova ve Tioga çeşitleri yaygın olarak yetiştirilmektedir. Halk arasında ise söz konusu çilekler Frenk çileği, Amavutköy çileği, reçel ve marmelat yapımında tercih edilen Ereğli çileği, hoş kokusuyla Bursa Uludağ çileği ve örtüaltı yetiştiricilikten elde edilen Sera çileği olarak adlandırılmaktadır. Çilek, başta ABD olmak üzere İspanya’dan Güney Kore’ye, Rusya Federasyonu’ndan Meksika’ya kadar çok geniş bir alanda yetiştirilen bir meyve olup, Türkiye çilek üretiminde ABD, Rusya Federasyonu ve İspanya’dan sonra üretimde 4., ihracatta ise 12. sıradadır (Akdeniz İhracatçı Birlikleri 2009; FAO 2011).

Çilek ekvatorдан kuzey kutup dairesine yakın alanlara, deniz seviyesinden 3.500 m yükseklikteki alanlara kadar çok değişik ekosistemlerde yetişebilen bir meyvedir. Sıcaklıkların -45°C’ye kadar gerilediği soğuk bölgelerde ve sulamaya bağlı olarak çöllerde bile kültüre alınabilecek bir bitki olması nedeniyle oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Bununla birlikte çileğin gelişimi için en uygun sıcaklık değerlerinin 20 – 25°C

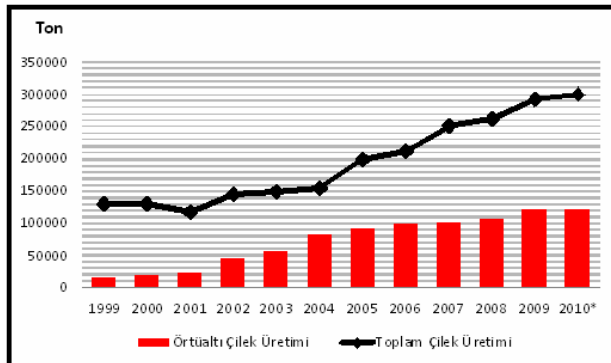
arasında olması, özellikle Ege ve Akdeniz kıyıları açısından oldukça uygun bir bitki olduğunu göstermektedir. Çilek yağışın 250 mm'nin altında olduğu alanlarda sulama yapılarak yetiştirilebilir ve yetiştirildiği alanın sıcaklığına göre damla sulama sisteminde sulama aralıkları ayarlanabilir.

Örtüaltında çilek yetiştiriciliği malçlamadan merdiven sistemine kadar çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Özellikle merdiven sisteminde yapılan yetiştiricilikte damla sulama sistemi de rahatlıkla uygulanabildiğinden son yıllarda kullanımı yaygınlaşan fertigasyon uygulamalarına da geçiş kolaylaşmıştır (Şekil 8). Ülkemizde yetiştirilen örtüaltı çileklerin yapılarına göre dağılımı üretimin %90'ının yüksek tünellerde (109.993 ton) gerçekleştiğini göstermektedir. Diğer örtüaltı yetiştiricilik yapılarının payları ise oldukça küçük olup sırasıyla alçak tüneller (10.486 ton), plastik seralar (1.003 ton) ve cam seralar (250 ton) gelmektedir.



Şekil 8. Plastik serada merdiven sistemi çilek yetiştiriciliği (Mersin).

Türkiye'de örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin yıllar itibarıyla gelişimine baktığımızda toplam üretimde 2001 yılındaki gerilemenin dışında genel olarak istikrarlı ve önemli artışların gerçekleştiği gözlenmektedir (Şekil 9). 1999 yılında Türkiye genelinde toplam 129.000 ton çilek üretilmişken, bu değer 2005 yılında 200.000 tona, 2009 yılında da 291.000 tona yükselmiştir (TÜİK 2011). Örtüaltı yetiştiricilikte ise düzenli olarak bir artışın yaşandığı, 2001 yılında toplam üretimde bir miktar gerileme yaşanmasına karşın, örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde 2 katına yakın bir artışın gerçekleştiği gözlenmektedir. Bundan da anlaşıldığı üzere üretimin her aşamasında yoğun insan müdahalesinin yaşandığı çilek yetiştiriciliğinde kapalı ortamda daha istikrarlı bir gelişimin yaşandığı ve henüz pek çok meyvenin olgunlaşmadığı dönemde piyasalara sürülmesinden



Şekil 9. Türkiye'de toplam ve örtüaltı çilek üretimindeki değişim (TÜİK 2011).

örtü üretici tarafından da ilgi görmesinin büyük payı vardır.

Türkiye'de örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin tarihsel süreçteki gelişimini incelediğimizde, 1999 yılında tutulan ilk resmi verilere göre 6.109 tonluk üretimle ilk sırada Aydın'ın yer aldığı bunu sırasıyla İzmir (3.494 ton), Mersin (3.392 ton) ve Antalya (1.429 ton) illerinin izlediği görülmektedir. Zaman içerisinde her ne kadar Aydın'da çilek üretimi artmış olsa da Mersin ve Antalya da üretimlerini 10 katından fazla arttırarak, 2009 yılı itibarıyla ilk sıralara yerleşmişlerdir (Çizelge 2). İllerin çilek üretimindeki bu değer artışı toplama da yansımış ve üretim 2009 yılına gelindiğinde 10 katından fazla artarak 121.782 tona ulaşmıştır (TÜİK 2011). Bununla birlikte, her ne kadar toplam örtüaltı çilek yetiştiriciliği artmış olsa da üretim belli başlı birkaç ilde yapılmaktadır.

Çizelge 2. Türkiye'de örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin illere göre dağılımı.

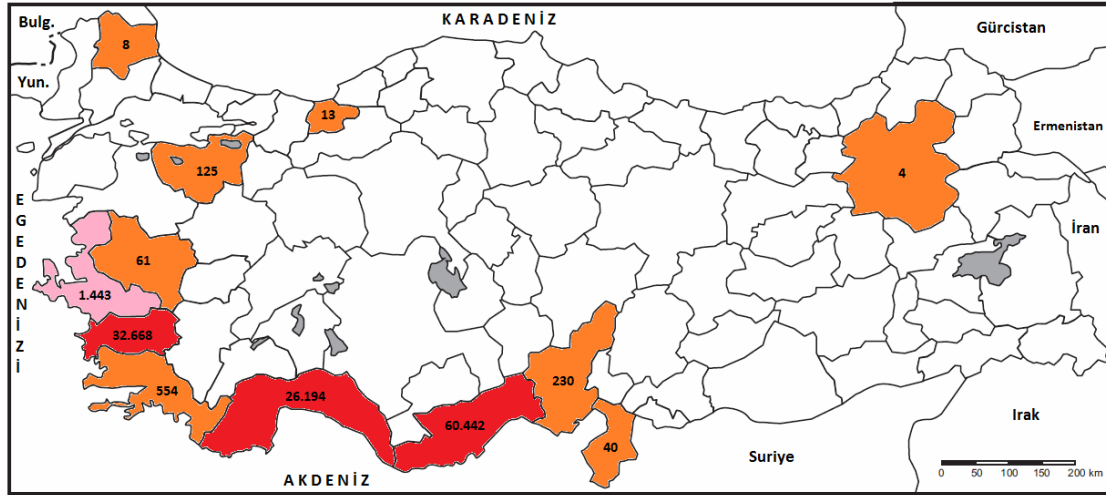
1999		2009	
İller	Ton	İller	Ton
Mersin	3.392	Mersin	60.442
Aydın	6.109	Aydın	32.668
Antalya	1.429	Antalya	26.194
İzmir	3.494	İzmir	1.443
Muğla	165	Muğla	554
Adana	160	Adana	230
Bursa	-	Bursa	125
Manisa	-	Manisa	61
Hatay	5	Hatay	40
Düzce	-	Düzce	13
Kırklareli	-	Kırklareli	8
Erzurum	-	Erzurum	4
Kastamonu	2	Kastamonu	-
Zonguldak	1	Zonguldak	-
Çorum	1	Çorum	-
<b>TOPLAM</b>	<b>14.758</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>121.782</b>

Kaynak: TÜİK 2011.

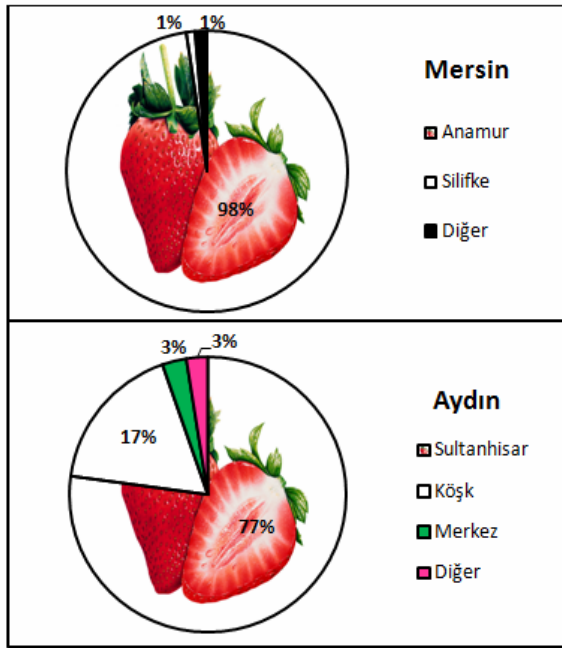
Örtüaltı meyve yetiştiriciliğinde üretim bakımından ikinci sırada yer alan çileğin Türkiye'deki coğrafi dağılımını inceleyecek olursak 60.442 tonluk üretimle toplam örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin %49,6'sına sahip olan Mersin'i sırasıyla Aydın (32.668 ton), Antalya (26.194 ton), İzmir (1.443 ton), Muğla (554 ton) ve diğer iller (Adana, Bursa, Manisa, Hatay, Düzce, Kırklareli ve Erzurum) izlemektedir (Şekil 10). Söz konusu bu iller içerisinde örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin en kuzey kesimini Kırklareli (8 ton) oluşturmada, iç bölgelerimizde ise sadece Erzurum'da 4 tonluk bir üretim söz konusu olmaktadır.

Örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde öne çıkan illerimizdeki dağılıma baktığımızda 2009 yılı itibarıyla Mersin'de üretimin tamamı Anamur'da (59.000 ton) yapılmakta olup geri kalan ilçelerin (Silifke 604 ton, Bozyazı 800 ton, Erdemli 20 ton, Tarsus 18 ton) payı yaklaşık olarak % 2'dir (Şekil 11). Mersin'in sadece Tarsus ilçesinde çilek yetiştiriciliği cam seralarda yapılmakta olup, diğer ilçelerinde üretim başta yüksek tüneller olmak üzere alçak tüneller ve plastik seralarda gerçekleştirilmektedir.

Mersin'den sonra örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde toplam 32.668 tonluk üretimle ikinci sırada yer alan Aydın'da bu yetiştiricilik faaliyetinin daha dağınık olduğu gözlenmektedir. 2009 yılında üretimin % 77'si Sultanhisar'da yapılmış olup, diğer ilçelerin üretim miktarı ise toplam üretimin yaklaşık ¼'üne karşılık gelmektedir (Köşk 5.720 ton, Merkez 928 ton, İncirliova 480 ton, Yenipazar 300 ton). Üçüncü sıradaki Antalya'da ise örtüaltı çilek üretiminin tamamı Gazipaşa'da (25.900 ton) gerçekleştirilmekte olup diğer ilçelerinin üretim



Şekil 10. 2009 yılı Türkiye örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin coğrafi dağılımı (Ton).



Şekil 11. 2009 yılında Mersin ve Aydın'da örtüaltı çilek yetiştiriciliğinin ilçelere göre dağılımı (TÜİK 2011).

miktarı ise oldukça düşüktür (Muratpaşa 228 ton, Serik 16 ton).

Sonuç olarak, çilek piyasalara sürüldüğünde henüz diğer meyvelerin fazlaca bulunmaması nedeniyle yoğun talep gören, bununla birlikte taze olarak tüketilebildiği gibi kurutulabilen, aynı zamanda da reçel, marmelat, dondurma, pasta, şekerleme, meyve suyu, jöle ve likör gibi çok çeşitli ürünlerinde elde edilmesinde kullanılan, insan sağlığı açısından oldukça yararlı bir meyvedir. Türkiye, özellikle örtüaltı çilek yetiştiriciliğinde son yıllarda önemli gelişmeler kaydetmiş bir ülkedir. Bu durum artan iç tüketimi karşılamanın yanı sıra ihracatta da kendini göstermekte olup Rusya Federasyonu başta olmak üzere Romanya, Polonya, Bulgaristan ve Almanya gibi ülkelere çilek satışı gerçekleştirilmektedir (Akdeniz İhracatçı Birlikleri 2009).

### 2.3. Türkiye'de örtüaltında yetiştirilen diğer meyve türleri

Son yıllarda özellikle örtüaltında başta tropikal meyveler

(Pepino, avokado gibi) olmak üzere üzüm ve kayısı, erik, yenidünya gibi bodur meyve yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Bunların çoğu henüz deneme aşamasında olup çok az bir kısmı ekonomiye kazandırılmaktadır.

Örtüaltı bağcılık, Türkiye'de ilk olarak 1980'li yıllarda Tarsus'ta başlamış ve seralarda yapılan çalışmalarda denenilen çeşitlere bağlı olarak 7 – 21 günlük erkencilik sağlandığı saptanmıştır (Polat 2006).

Bununla birlikte Malatya'da İnönü Üniversitesi Battalgazi Tacan Kampüsü'ndeki seralarda yetiştirilen pepino, Adana, Sakarya, Manisa, Antalya gibi illerimizde de olumlu sonuçların alınmasıyla hızla yaygınlaşmaya başlamıştır. Son olarak 2009'da Samsun (Terme)'de ilk pepino hasadı yapılmıştır (Ortalama bir pepino bitkisinden yaklaşık 5 kg ürün elde edilmektedir). Bir diğer tropikal meyve olan avokado yetiştiriciliği ise ilk olarak 1970'li yılların başında Kaliforniya'dan getirilen 4 ticari avokado çeşidinin Antalya ve Alanya'da denemeye alınmasıyla başlamıştır (Demirkol ve ark. 2004). Olumlu sonuçların alınmasıyla birlikte avokado ülkemizde hızla alanını genişletmeye başlamış ve 2010 yılında Alanya'da "Avokado Üreticileri Birliği" kurulmuştur. Birlikten elde edilen veriler günümüzde Alanya'da yaklaşık 500 dekarlık bir alanda yılda 1.500 tonluk avokado üretiminin gerçekleştiğini göstermektedir (Şahin 2011).

Bir diğer tropikal bitki olan ve günümüzde birkaç sera dışında üretimi yapılmayan ananas son yıllarda yeniden seralarda denemeye alınmıştır. Türkiye'de ilk olarak 1961 yılında bir girişimci tarafından 2 ananas fidesiyle Anamur'da üretim denemelerine başlanmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Alapınar 1964). Buna karşılık ülkemizde o tarihlerden günümüze ticari anlamda ananas yetiştiriciliği gerçekleştirilmemiştir.

### 3. Sonuç ve Öneriler

Türkiye'de örtüaltı meyve yetiştiriciliği son on yıllık dönemde gittikçe artan bir seyir izlemektedir. Ancak örtüaltı meyve yetiştiriciliği sebze yetiştiriciliğinin aksine çok daha lokal bir yayılışa sahiptir. Bu durum sadece iller bazında değil ilçeler bazında da çok net bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Meyve üretimi belirli illerin belirli ilçelerinde gerçekleştirilmekte, diğer ilçeler ise üretimde % 1'den az pay almaktadır. Bu durumun en önemli nedeni örtüaltında

yetiştirilen muz ve avokado gibi tropikal bitkilerin ülkemizde ekonomik anlamda yetiştirilme alanlarının büyük ölçüde netlik kazanmasıdır. Bu nedenle gerek çilek gerekse muz üretim alanları ve dağılımında gelecekte çok önemli değişimlerin yaşanabileceğini söylemek güçtür.

Ülkemizde son yıllarda örtüaltında tropikal meyveler başta olmak üzere asma, kayısı ve bodur meyve türleri de yetiştirilmektedir. Ancak bu üretimlerin çoğu deneme aşamasında olduğundan henüz ekonomik ve istatistiksel düzeyde öneme sahip değildir. Yakın gelecekte Türkiye'nin coğrafi ve tarımsal koşulları göz önüne alındığında, örtüaltı meyve üretiminin miktar ve çeşit açısından hızla artarak ihracatımızda önemli bir yer tutacağı söylenebilir.

Sonuç olarak Türkiye coğrafi konumu, koşulları ve bunların sonucu olarak örtüaltı meyve yetiştiriciliğindeki yüksek potansiyeliyle hem ürün çeşitliliğini önemli ölçüde arttırabilecek hem de dünya piyasalarında yüksek fiyattan alıcı bulan başta tropikal meyveler olmak üzere yerli meyvelerden iyi gelir sağlayabilecektir. Bu açıdan özellikle ülkemize adapte olabilecek değişik türlerin denenmesi ve yerli meyvelerimizin de örtüaltında yetiştiriciliğe uygun çeşitlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAPKO) tarafından desteklenmiştir. Araştırmada Marmara Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Nuran TAŞLIGİL yürütücü olarak, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Berna KENDİRLİ ise bilimsel danışman olarak yön vermişlerdir.

### Kaynaklar

- Akdeniz İhracatçı Birlikleri (2009) Dünya ve Türkiye Çilek Üretimi ve Ticareti. Araştırma Serisi 61, Antalya.
- Alapınar F (1964) Anamur'da ananas yetiştirme denemeleri. Ayrı baskı: Türk Biyoloji Dergisi 14: 24-25.
- Balcı Akova S (2002) Akdeniz Kıyılarında Coğrafi Araştırmalar. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Demirkol A, Bayram S, Baktır İ (2004) Adaptation and performance of 15 avocado cultivars grown in Antalya province in southern Turkey. Acta Horticulturae 632: 45-52.
- FAO (2011) Agriculture Statistics. Food and Agriculture Organizations Statistical Yearbook, Italy.
- Kendirli B, Çakmak B (2007) Economics of cut flower production in greenhouses: Case study from Turkey. Agricultural Journal 2: 499-502.
- Kozak B (2003) Muz Yetiştiriciliği. Genişletilmiş 2. Baskı, Burcu Ofset, Ankara.
- Küden A, Küden A, Bayazit S, Irmak B, Çömlekçioğlu S, Tümer MA (2007) Örtü altında sert çekirdekli meyve yetiştiriciliğinin erkencilik üzerine etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, s. 702 - 706.
- Pınar H, Türkay C, Denli N, Ünlü M, Bircan M (2011) Türkiye'de muz üretim potansiyeli. GAP VI. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, s.1-3.
- Polat İ (2006) Akdeniz Bölgesi'nde açık arazi ve örtüaltında bağcılık. Tarımın Sesi 12: 19-22.
- Şahin G (2011) Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Taşlıgil N (2010) Türkiye Ziraatının Problemleri, Çantay Kitabevi, İstanbul.

TÜİK (2011) Tarım istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim 26 Ağustos 2011.

Tüzel Y, Özçelik A (2004) Recent trends and developments of the protected cultivation in Turkey. International Workshop: The Production in the Greenhouse after the Era of the Methyl Bromide, Comiso - İtalya, pp. 167 - 175.

# Antalya ve ilçelerinden toplanan *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populasyonlarının Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl ve Cypermethrin'e karşı duyarlılık düzeyleri

## Susceptibility level of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populations collected from Antalya to Acetamiprid, Chlorpyrifos-ethyl and Cypermethrin

Şerife ÜNAL BAHŞI<sup>1</sup>, Fatih DAĞLI<sup>2</sup>, Cengiz İKTEN<sup>2</sup>, Hüseyin GÖÇMEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli Meslek Yüksek Okulu, Bahçe Tarımı Bölümü

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): Ş. Ünal Bahşı, e-posta (e-mail): serifeunal@akdeniz.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 19 Mart 2012  
Düzeltilme tarihi 25 Mayıs 2012  
Kabul tarihi 31 Mayıs 2012

### Anahtar Kelimeler:

*Bemisia tabaci*  
İnsektisid direnci  
Acetamiprid  
Chlorpyrifos-ethyl  
Cypermethrin

### ÖZ

Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) dünyada yaygın olan, önemli tarım zararlılarından biridir. Mücadelesinde insektisidler hala önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada 2007-2009 yıllarında Antalya ve ilçelerinden toplanan *B. tabaci* populasyonlarının neonikotinoid sınıftan acetamiprid; organik fosforlu sınıftan chlorpyrifos-ethyl ve piretroid sınıftan cypermethrin etkili maddelerine karşı direnç düzeyi ve direnç geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Populasyonların LC<sub>50</sub> değerleri yaprak daldırma biyoessayi kullanılarak belirlenmiştir. Populasyonların LC<sub>50</sub> değerleri nispeten duyarlı bir populasyon olan Koçarlı (Aydın) populasyonunun LC<sub>50</sub> değerine bölünerek direnç katları bulunmuştur. Populasyonlarda acetamiprid, chlorpyrifos ve cypermethrin için ortaya çıkan direnç düzeyleri sırasıyla 6-299; 2-16 ve 1-22 kat arasındadır. Ayrıca acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile seleksiyona tabi tutulan populasyonların direnç düzeylerinde sırasıyla 18 ve 4 katlık artışlar kaydedilmiştir. Bu sonuçlara göre, *B. tabaci* Antalya populasyonlarının acetamiprid, chlorpyrifos ve cypermethrin'e karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Bu yüzden, bu ilaçların kullanımının sınırlandırılması gereklidir.

### ARTICLE INFO

Received 19 March 2012  
Received in revised form 25 May 2012  
Accepted 31 May 2012

### Keywords:

*Bemisia tabaci*  
Insecticide resistance  
Acetamiprid  
Chlorpyrifos-ethyl  
Cypermethrin

### ABSTRACT

The cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) is one of the major pests in the world. Insecticides are still important option to control this pest. In this study, resistance level and resistance potential of *B. tabaci* populations from Antalya to (neonicotinoid) acetamiprid, (organophosphates) chlorpyrifos-ethyl and (pyrethroids) cypermethrin were investigated in 2007-2009. The LC<sub>50</sub> values of populations were determined by leaf-dip bioassay. Resistance ratios were calculated as LC<sub>50</sub> value of populations by dividing the LC<sub>50</sub> Koçarlı (Aydın) population known to be relatively susceptible. Resistance ratios of populations for acetamiprid, chlorpyrifos and cypermethrin were 6-299; 2-16 and 1-22 fold, respectively. Furthermore, resistance level increased to 18 and 4 fold in selected populations with acetamiprid and chlorpyrifos-ethyl, respectively. These results suggested that *B. tabaci* Antalya populations had developed high level of resistance to acetamiprid, chlorpyrifos and cypermethrin. Therefore, the use of these insecticides should be restricted.

## 1. Giriş

Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) ülkemizde ve dünyada yaygın en önemli tarım zararlılarından biridir. Zararlıının ergin ve larvaları bitki özsuğunu emerek bitkinin zayıf düşmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda beslenirken salgıladığı balımsı madde fumajine neden olarak ürünün kalitesini ve pazar değerini düşürmektedir. Bitkide oluşturduğu

doğrudan zararın yanı sıra, ekonomik öneme sahip bitki virüs hastalıklarının önemli bir vektörüdür. Bunların arasında bölgemizde domates üretimi için ciddi bir tehdit olan "tomato yellow leaf curl virus" (TYLCV) gibi önemli virüsler yer almaktadır. Domates, patlıcan, biber, hıyar vb sebze ve başta pamuk olmak üzere çok sayıda endüstri bitkisinde

beslenerek ciddi düzeyde ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Göçmen ve Özgür 1990; Hoddle 1999; Oliviera ve ark. 2001).

Gerek ülkemizde, gerekse diğer pek çok ülkede zararlının mücadelesinde sentetik kimyasallar tercih edilmektedir. Fakat geçmiş çalışmalarda söz konusu türün hemen tüm kimyasal sınıflardan çok sayıda insektiside önemli düzeylerde direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Dittrich ve ark.1990; Wool ve Greenberg 1990; Ahmad ve ark. 2002; Kranthi ve ark. 2002; Javed ve ark. 2003; Horowitz ve ark. 2004; Horowitz ve ark. 2005; Ishaaya ve ark. 2005; Nauen ve Denholm 2005; Roditakis ve ark. 2005; Göçmen ve ark. 2007; Erdoğan ve ark. 2008).

Insektisid direnç sorununun çözümü için direnç yönetim programlarının geliştirilmesi ve pestisitlerin bu programlar kapsamında kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Soderlund ve Bloomquist 1990). Bölgesel veya lokal düzeylerde direnç taraması yapılarak zararlıların direnç durumunun ortaya çıkarılması söz konusu programların ilk basamağını oluşturmaktadır (Croft 1990). Ayrıca etkili bir direnç yönetim programı için populasyonların direnç geliştirme potansiyeli, çapraz direnç spektrumu ve direnç mekanizmalarına ilişkin ayrıntılı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, pamuk beyazsineği, *B. tabaci*'nin Antalya populasyonlarının acetamiprid, chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin insektisidlerine karşı direnç durumu ve direnç geliştirme potansiyeli araştırılmıştır. Üç farklı kimyasal sınıf (neonikotinoid, organik fosforlu ve piretroid)'ta yer alan söz konusu ilaçlar uzun zaman boyunca söz konusu zararlının mücadelesi için ülkemizde kullanılmıştır. Acetamiprid 1996 yılında; chlorpyrifos-ethyl 1985 yılında ve cypermethrin 1988 yılında ruhsat almıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Böcek populasyonları

Aydın ili Koçarlı ilçesinde ilaç uygulanmayan pamuk tarlasından alınan bir *B. tabaci* populasyonu duyarlı populasyon olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *B. tabaci* populasyonlarının toplandıkları yer ve konukçularına ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Araziden toplanan *B. tabaci* populasyonları, iklim odalarında, hava alabilecek şekilde dizayn edilen plastik kafesler içerisinde, saksıda yetiştirilen patlıcan bitkileri üzerinde,  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık, 16:8h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğu ve % 40-70 oranlı nem koşullarında çoğaltılmıştır. Toplanan populasyonlar 2-3 generasyon laboratuvar şartlarında çoğaltıldıktan sonra biyoessey çalışmalarında kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Antalya ve ilçelerinden 2007-2009 yıllarında toplanan *Bemisia tabaci* populasyonları.

Populasyon adı	Konukçu	Yer
Aydın (Koçarlı)	Pamuk	Aydın (Koçarlı)
Antalya (Altınova)2007	Domates	Antalya merkez (Altınova)
Demre2007	Domates	Demre
Kumluca2007	Domates	Kumluca
Demre2009	Domates	Demre
Kumluca2009	Domates	Kumluca
Serik2009	Domates	Serik
Alanya2009	Domates	Alanya
Gazipaşa2009	Domates	Gazipaşa

### 2.2. İnsektisitler

Çalışmada kullanılan insektisidlerin etkili madde, ticari isimleri ve formülasyonları; Acetamiprid (Sumitoma, Mospilan-

20 SP); Chlorpyrifos-ethyl (DowAgro, Dursban-4 EC) ve Cypermethrin (Syngenta, Imperator 25 EC)'dir.

### 2.3. Bitki materyali

İklim odasında pamuk ve patlıcan tohumları ekilerek yetiştirilmiştir. İnsektisid testlerinde kullanılan yaprak diskleri pamuk bitkilerinin yapraklarından elde edilmiştir. Beyazsinek populasyonlarının üretiminde ise saksılarda yetiştirilen patlıcan bitkileri kullanılmıştır.

### 2.4. Biyoessey çalışmaları

Populasyonların lethal konsantrasyon (LC) değerlerinin tespitinde, Roditakis ve ark. (2005)'in benzer bir çalışma için kullandıkları yaprak daldırma metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde, populasyonlarda % 0-100 arasında ölüm dağılımı elde etmek için insektisidlerin 4-6 farklı dozu  $0,2 \text{ g L}^{-1}$  Triton X-100 içeren distile su içerisinde hazırlanmıştır. Kontrollü iklim odası şartlarında saksı içerisinde yetiştirilen pamuk yapraklarından elde edilen 48 mm çapındaki yaprak diskleri ilaç konsantrasyonlarına ve kontrol olarak sadece  $0,2 \text{ g L}^{-1}$  Triton X-100 içeren distile suya 5 sn süreyle daldırılmış ve takiben yaklaşık 2 saat kadar kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan diskler, zeminine % 1,5'lik agar dökülen 48 mm çapındaki petrilere yerleştirilmiştir. Bu şekilde biyoesseyler için hazır hale gelen petrilere içerisine populasyonlardan karışık yaşta 30-40 adet ergin bırakıldıktan sonra pamuklu ince bir örtüyle birlikte üst kapağı kapatılmıştır. Biyoesseyler 3 tekerürlü olarak düzenlenmiştir. Ölüm kontrolleri chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin için 2, acetamiprid için 3 gün sonra yapılmıştır.

### 2.5. Direnç potansiyelini belirlemek için seleksiyon

2007 yılında Demre ilçesindeki seralardan toplanan bir *B. tabaci* populasyonundan 3 ayrı ön kültür oluşturulmuştur ve 3 farklı sınıftan insektisid, acetamiprid (neonikotinoid), chlorpyrifos-ethyl (organik fosforlu) ve cypermethrin (piretroid) ile söz konusu kültürlerde seleksiyon işlemi başlatılmıştır. Seleksiyon çalışmasında söz konusu insektisidler farklı sublethal dozlarda seleksiyona tabi tutulan kültürlere püskürtülmüştür: Acetamiprid için tavsiye dozunun 1/20 katı (3 mg etkili madde/litre ( $\text{em L}^{-1}$ ), chlorpyrifos-ethyl için tavsiye dozunun 1/20 katı (48 mg  $\text{em L}^{-1}$ ) ve cypermethrin için tavsiye dozu olan 75 mg  $\text{em L}^{-1}$  uygulamaları yapılmıştır. Uygulamadan sonra canlı kalan bireylerden populasyonların belirli düzeyde çoğalmasına izin verilmiştir ve daha sonra tekrar ilaç uygulaması yapılmıştır. Söz konusu seleksiyon işlemi 15 kez tekrar edilmiştir. Seleksiyon yapılan populasyonlarda direnç düzeyleri, seleksiyona tabi tutulan populasyonun  $\text{LC}_{50}$  değerlerinin seleksiyon yapılmayan (orijinal) populasyonunun  $\text{LC}_{50}$  değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

### 2.6. Veri analizi

İnsektisid testlerinde her bir ilaç konsantrasyonuna karşılık gelen canlı-ölü böcek sayıları probit analizine tabi tutularak lethal konsantrasyon değerleri (LC), eğim ve güven sınırları elde edilmiştir. Probit analizi için LeOra Software, POLO-PC 1987 ve PoloPlus 2002-2009 programları kullanılmıştır. Direnç düzeyleri, arazi populasyonunun  $\text{LC}_{50}$  değerlerinin duyarlı populasyonunun  $\text{LC}_{50}$  değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Arazi popülasyonlarında direnç durumu

Arazi popülasyonları içerisinde acetamiprid için en düşük LC<sub>50</sub> değeri 4,5 mg em L<sup>-1</sup> (mg etkili madde/litre) olarak Demre2007 popülasyonu için elde edilirken, en yüksek değer 209,6 mg em L<sup>-1</sup> olarak Kumluca2009 popülasyonu için bulunmuştur (Çizelge 2). Duyarlı popülasyon Koçarlı'nın LC<sub>50</sub> değeri ise 0,7 mg em L<sup>-1</sup>'dir. Bu sonuç Antalya ilinden toplanan popülasyonların duyarlı popülasyona oranla 6-299 kat arasında acetamiprid direnç düzeyine sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 2).

Chlorpyrifos-ethyl ile yapılan biyoesseylerde en düşük LC<sub>50</sub> değeri 37,2 mg e.m./l ile duyarlı popülasyonda bulunmuştur. Arazi popülasyonları içerisinde en yüksek LC<sub>50</sub> değeri ise Demre2009 popülasyonunda 579,2 mg em L<sup>-1</sup> olarak bulunmuş

ve bu popülasyon duyarlı popülasyonla kıyaslandığında 16 katlık dirence sahip olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 3)

Cypermethrin için yapılan biyoesseylerde popülasyonların LC<sub>50</sub> değerleri 16-444 mg em L<sup>-1</sup>'dir (Çizelge 4). En düşük LC<sub>50</sub> değeri Alanya2009 popülasyonunda 16 mg em L<sup>-1</sup>, en yüksek LC<sub>50</sub> değeri ise Kumluca2007 popülasyonunda 444 mg em L<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Popülasyonların direnç düzeyleri ise 1-22 kat arasındadır (Çizelge 4).

#### 3.2. Seleksiyona tabi tutulan popülasyonlarda direnç durumu

Acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile seleksiyona tabi tutulan ve seleksiyona tabi tutulmayan (orijinal) popülasyonlarda LC<sub>50</sub> değerleri ve direnç düzeyleri Çizelge 5'de verilmiştir. Seleksiyon baskısı altında tutulan popülasyonlar ile tutulmayan popülasyonlar kıyaslandığında

**Çizelge 2.** *B. tabaci* Antalya popülasyonlarında acetamiprid için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

Popülasyonlar	n	Eğim±sem	LC <sub>50</sub> (mg em <sup>2</sup> L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	LC <sub>99</sub> (mg em L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	Tavsiye dozu (mg em L <sup>-1</sup> )	Direnç düzeyi
Duyarlı (Koçarlı)	380	1,1±0,1	<b>0,7</b> 0,1-2,2	<b>80,8</b> 14,8-14037,0	60	-
Altınova2007	277	1,4±0,2	<b>15,3</b> 5,6-37,8	<b>727,2</b> 165,6-80809,5	60	22
Demre2007	428	1,7±0,3	<b>4,5</b> 2,1-6,9	<b>113,1</b> 42,0-2210,5	60	6
Kumluca2007	414	2,0±0,3	<b>9,5</b> 4,6-16,9	<b>134,0</b> 54,4-1342,5	60	14
Demre2009	207	1,2±0,3	<b>15,8</b> 1,5-40,5	<b>1157,4</b> 263,4-485259,9	60	23
Kumluca2009	146	2,3±0,6	<b>209,6</b> 47,3-391,5	<b>2117,1</b> 908,6-61761,1	60	299
Serik2009	471	1,4±0,1	<b>23,5</b> 9,8-47,0	<b>1086,0</b> 343,3-13904,3	60	34
Alanya2009	368	8,8± 0,4	<b>46,9</b>	<b>86,2</b>	60	67
Gazipaşa2009	156	2,0±0,9	<b>34,6</b>	<b>481,1</b>	60	49

<sup>2</sup>: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi popülasyonu LC<sub>50</sub> değeri/duyarlı popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri.

**Çizelge 3.** *B. tabaci* Antalya popülasyonlarında chlorpyrifos-ethyl için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

Popülasyonlar	n	Eğim±sem	LC <sub>50</sub> (mg em <sup>2</sup> L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	LC <sub>99</sub> (mg em L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	Tavsiye dozu (mg em L <sup>-1</sup> )	Direnç düzeyi
Duyarlı (Koçarlı)	402	2,1±0,3	<b>37,2</b> 26,5-48,9	<b>492,0</b> 299,2-1095,8	960	-
Altınova2007	393	3,7±0,6	<b>287,2</b> 189,5-421,1	<b>1203,5</b> 758,5-2591,8	960	8
Demre2007	250	1,4±0,2	<b>120,1</b>	<b>6420,0</b>	960	3
Kumluca2007	461	1,9±0,2	<b>78,5</b> 53,9-109,1	<b>1401,4</b> 771,6-3627,5	960	2
Demre2009	220	2,6±1,3	<b>579,4</b>	<b>4498,0</b>	960	16
Kumluca2009	1043	2,1±0,2	<b>150,3</b> 95,8-223,7	<b>1832,8</b> 909,8-7327,9	960	4
Serik2009	860	1,1±0,1	<b>355,6</b> 148,5-889,8	<b>54967,4</b> 8539,8-16998950,3	960	10
Alanya2009	507	1,5±0,2	<b>164,7</b> 31,2-325,7	<b>5693,6</b> 1926,0-223333,8	960	4
Gazipaşa2009	831	1,4±0,1	<b>90,6</b> 41,1-166,8	<b>3868,0</b> 1427,1-27482,5	960	2

<sup>2</sup>: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi popülasyonu LC<sub>50</sub> değeri/duyarlı popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri.

**Çizelge 4.** *B. tabaci* Antalya populasyonlarında cypermethrin için belirlenen LC değerleri ve direnç düzeyleri.

Populasyonlar	n	Eğim±sem	LC <sub>50</sub>	LC <sub>99</sub>	Tavsiye dozu (mg em L <sup>-1</sup> )	Direnç düzeyi
			(mg em <sup>2</sup> L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	(mg em L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)		
Duyarlı(Koçarlı)	336	1,6±0,2	<b>20,3</b> 12,8-30,2	<b>549,5</b> 255,8-2083,9	75	-
Altınova2007	419	1,8±0,3	<b>277,7</b> 131,2-587,7	<b>5048,9</b> 1580,6-246123,8	75	14
Demre2007	448	1,4±0,2	<b>106,0</b> 56,8-205,9	<b>5472,8</b> 1474,1-130761,8	75	5
Kumluca2007	472	0,9±0,1	<b>443,8</b> 145,4-4801,6	<b>234689,4</b> 13260,1-2118034467,0	75	22
Demre2009	225	0,9±0,1	<b>23,0</b> 3,8-66,9	<b>10707,5</b> 2192,8-347721,7	75	1
Kumluca2009	196	0,9±0,2	<b>38,9</b>	<b>14013,0</b>	75	2
Serik2009	166	0,7±0,1	<b>34,6</b> 0,9-208,0	<b>72689,3</b> 4264,5-8113813714,1	75	2
Alanya2009	293	2,1±0,5	<b>15,9</b> 4,8-27,1	<b>198,7</b> 110,9-792,6	75	1
Gazipaşa2009	519	1,5±0,2	<b>32,6</b> 12,4-55,9	<b>1208,8</b> 435,2-17451,2	75	2

<sup>2</sup>: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Arazi populasyonu LC<sub>50</sub> değeri/duyarlı populasyonun LC<sub>50</sub> değeri.

**Çizelge 5.** Acetamidrid ve chlorpyrifos-ethyl ile Seleksiyona tabi tutulan *B. tabaci* populasyonlarında LC50 değerleri ve direnç düzeyleri.

Etkili madde	Populasyon	n	Eğim±sem	LC <sub>50</sub>	Direnç düzeyi
				(mg em <sup>2</sup> L <sup>-1</sup> ) Güven aralığı (% 95)	
Acetamidrid	Demre2007 (Original)	428	1,7±0,3	<b>4,5</b> 2,1-6,9	-
	Selekte	661	1,8±0,3	<b>80,2</b> 52,6-119,0	18
Chlorpyrifos-ethyl	Demre2007 (Original)	250	1,4±0,2	<b>120,1</b>	-
	Selekte	368	2,2±0,5	<b>523,5</b> 236,0-794,5	4

<sup>2</sup>: Etkili madde (em).

n: Denemede kullanılan böcek sayısı toplamı.

Direnç düzeyi: Selekte populasyonu LC<sub>50</sub> değeri/orijinal populasyonun LC<sub>50</sub> değeri.

acetamidrid ile selekte edilen populasyonda 18 kat, chlorpyrifos-ethyl ile selekte edilen populasyonda 4 kat direnç artışı meydana gelmiştir. Selekte populasyonlardan elde edilen veriler duyarlı populasyon ile karşılaştırıldığında direnç düzeylerinin acetamidrid için 115 kat, chlorpyrifos-ethyl için ise 14 kat düzeylerine ulaştığı görülmektedir. Cypermethrin ile seleksiyon çalışması yapılmış olmasına rağmen orijinal Demre2007 populasyonunun seleksiyon baskısı öncesinde bu ilaca karşı yüksek düzeyde dirençli olmasından dolayı anlamlı bir direnç artışı elde edilememiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada populasyonların direnç durumunu değerlendirmek için 2 parametre birlikte göz önünde tutulmuştur. Birincisi, populasyonların LC<sub>50</sub> değerleri nispeten duyarlı bulunan Koçarlı populasyonunun LC<sub>50</sub> değerlerine bölünerek direnç katları tespit edilmiştir. Ancak, Koçarlı populasyonu, acetamidrid ve cypermethrin için yeterince duyarlı görünmemektedir. Bu nedenle yalnızca direnç katları dikkate alınarak direnç durumu hakkında kesin yorum yapmak yanıltıcı olabilir. Bununla birlikte, ikinci parametre olarak populasyonların LC<sub>99</sub> doz değerleri ile söz konusu ilaçların arazideki tavsiye dozları kıyaslanması gereklidir. Söz konusu 2

parametre birlikte dikkate alındığında hem populasyonların direnç durumu hakkında, hem de ilaçların arazideki başarı düzeylerinin tahmin edilmesinde daha güvenilir bilgi sunmaktadır.

Yapılan çalışmada toplanan arazi populasyonlarında neonikotinoid sınıftan acetamidrid'e direnç 6-299 kat arasında bulunmuştur. Kumluca2009 populasyonunda acetamidrid direnci 299 kata varmaktadır. Ayrıca populasyonlarda acetamidrid için elde edilen LC<sub>99</sub> doz değerleri söz konusu ilacın arazide kullanılan tavsiye dozundan daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 2). Duyarlı populasyon olarak dikkate alınan Koçarlı populasyonunun acetamidrid için LC<sub>99</sub> değeri de tavsiye dozu değerine yakın bulunmuştur. Bu durum hassas populasyonun arazi şartlarında halen kontrolünün sağlanabileceğini, ancak Kumluca2009 gibi LC<sub>99</sub> doz değerleri yüksek populasyonlarda kontrolün zor olacağına işaret etmektedir.

Populasyonlarda organik fosforlu sınıftan chlorpyrifos-ethyl'e direnç 2-16 kat arasındadır. Bu ilaca karşı en yüksek direnç Demre2009 populasyonunda kaydedilmiştir. Söz konusu ilaç için elde edilen LC<sub>99</sub> doz değerleri duyarlı populasyon dışındaki bütün populasyonlarda arazide kullanılan tavsiye dozunun üzerindedir (Çizelge 3). Bu sonuçlar, arazi şartlarında



chlorpyrifos-ethyl etkinliğinin zor olabileceğini göstermektedir.

Piretroid sınıftan cypermethrin'e 1-22 kat gibi orta düzeylerde bir direnç ortaya çıkmıştır. Fakat burada duyarlı populasyon olarak kullanılan Koçarlı populasyonunun söz konusu ilaca karşı yeterince duyarlı olmadığı ve bu yüzden elde edilen direnç düzeylerinin olması gerektiğinden daha düşük düzeylerde çıktığı düşünülmelidir. Nitekim, Koçarlı populasyonu için cypermethrin LC<sub>99</sub> değeri arazi tavsiye dozunun bir hayli üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4). Buna rağmen söz konusu ilaca 1-22 kat düzeylerinde direnç tespit edilmesi ve LC<sub>99</sub> doz değerlerinin bütün arazi populasyonlarında kullanılan tavsiye dozundan oldukça yüksek bulunması arazide direnç problemiyle karşılaşılacağına işaret etmektedir (Çizelge 4).

Seleksiyon çalışmalarında acetamiprid ve chlorpyrifos-ethyl ile insektisid baskısı uygulanan populasyonlarda direnç düzeylerinin 18 ve 4 kat kadar artış göstermesi zararlının bu ilaçlara karşı mevcut direnç düzeylerinin de üstünde direnç geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Özetle söylemek gerekirse, bu çalışmada elde edilen sonuçlar *B. tabaci* Antalya populasyonlarının üç farklı kimyasal sınıfta yer alan acetamiprid, chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin'e karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini ve geliştirmeye devam edebileceğini göstermektedir. Göçmen ve ark (2007) tarafından yapılan direnç taramasında Akdeniz ve Ege bölgesinden 2005-2006 yıllarında alınan *B. tabaci* populasyonlarının da ciddi düzeylere varan oranlarda direnç geliştirdiği bildirilmiştir. Akdeniz ve Ege bölgesinden alınan populasyonların direnç oranları endosulfan, imidacloprid ve lambda-cyhalothrin için sırasıyla, 5-102, 0.7-95 ve 1-439 kat arasında bulunmuştur. Genel olarak populasyonlarda piretroid sınıfından, lambda-cyhalothrin'e karşı direncin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ek olarak Kumluca ve Demre gibi seracılığın yoğun olarak yapıldığı bölgelerden alınan *B. tabaci* populasyonlarında direnç daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Erdoğan ve ark. (2008), Adana, Antalya, İzmir ve Tarsus'dan 2000-2001 yıllarında pamuk alanlarından aldıkları *B. tabaci* populasyonlarında pyrethroid grubundan insektisidlere 57-360 kat ve organik fosforlu insektisidlere 20-310 kat gibi önemli düzeyde direnç olduğunu bildirmiştir.

Gerek söz konusu çalışmanın gerekse Göçmen ve ark. (2007) ile Erdoğan ve ark (2008)'nin çalışma sonuçları, *B. tabaci* Antalya populasyonlarının farklı kimyasal sınıflarda yer alan birçok insektiside karşı önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini göstermiştir. Bu durum söz konusu türe karşı kimyasal mücadelenin başarısız kalabileceğini düşündürmektedir.

Amerika, Pakistan, Hindistan, İsrail, İspanya, Fas, Mısır ve diğer bazı ülkelerdeki beyazsinek populasyonlarının siklodien, karbamatlı, organik fosforlu, piretroid, neonicotinoid ve IGR (büyüme düzenleyici) sınıftan çeşitli insektisidlere karşı direnç geliştirdiği yönündeki literatür bilgisi söz konusu türde insektisidlere direncin sadece ülkemiz için değil, dünya çapında da bir sorun olduğunu düşündürmektedir (Dittrich ve ark. 1990; Wool ve Greenberg 1990; Ahmad ve ark. 2002; Kranthi ve ark. 2002; Javed ve ark. 2003; Horowitz ve ark. 2004; Horowitz ve ark. 2005; Ishaaya ve ark. 2005; Nauen ve Denholm 2005; Roditakis ve ark. 2005).

Direnç yüzünden meydana gelecek ekonomik ve ekolojik kayıpların önüne geçilmesi için sık ilaç kullanılan bölgelerde populasyonların direnç düzeyleri periyodik olarak izlenmelidir ve kimyasal mücadelenin "direnç yönetim programları"

kapsamında direnç gelişimini önleyici taktiklerle yapılması gerektiği dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada ele alınan 3 farklı sınıftan insektiside karşı örnek alınan hemen tüm sahalarda önemli düzeyde direnç geliştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu insektisidlerin söz konusu bölgelerdeki uygulama sayısı sınırlandırılmalıdır veya gerekirse kullanılmaması tavsiye edilmelidir. İlaç uygulama sıklığını azaltmak için biyolojik mücadele, kültürel önlemler gibi entegre mücadele seçeneklerine daha fazla yer verilmelidir. Kimyasal mücadeleye gerek duyulduğunda peşi sıra kullanılacak insektisidlerin mutlaka farklı etki mekanizmine sahip kimyasal sınıflardan olması dikkate alınmalıdır. Bir üretim sezonu boyunca kullanılacak insektisidlere neonicotinoid, juvenile hormon benzerleri (IGR), organik fosforlu veya karbamatlı, piretroid ve diğer farklı etki biçimine sahip insektisidlerin tamamı dahil edilmelidir ve bunlar dönüşümlü olarak kullanılmalıdır. Bu sayede direnç gelişimi belirli ölçüde de olsa engellenebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2006.01.0104.005 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## Kaynaklar

- Ahmad M, Arif MI, Ahmad Z, Denholm I (2002) Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest management Science* 58: 203.
- Croft AB (1990) Developing a Philosophy and program of pesticide resistance management. In: Roush RT, Tabashnik BE (Ed), *Pesticide Resistance in Arthropods*. Chapman and Hall, Newyork, pp. 277-296.
- Dittrich V, Ernst GH, Ruesch O, Uk S (1990) Resistance mechanisms in sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economic Entomology* 83: 1665-1670.
- Erdogan C, Moores GD, Gurkan MO, Gorman KJ, Denholm I (2008) Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Protection* 27: 600-605.
- Göçmen H, İkten C, Dağlı F, Topakçı N (2007) Pamuk beyazsineği (*Bemisia tabaci* Genn.) populasyonlarının moleküler genetik ve biyokimyasal özellikleri ile pestisitlere direnci arasındaki ilişkilerinin araştırılması. (Tübitak-TOVAG, Proje No:104O312).
- Göçmen H, Özgür AF (1990) Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera:Aleyrodidae)'nin konukçu değişimi ve populasyon gelişiminin tespiti. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 4: 115-129.
- Hodde MS (1999) The biology and management of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* bellows and perring (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown ornamentals. ([www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html](http://www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html)) Accessed 18 April 2011.
- Horowitz AR, Kontsedalov S, Khasdan V, Ishaaya I (2005) Biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* and their relevance to neonicotinoid and pyriproxifen resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 216-225.
- Horowitz AR, Kontsedalov S, Ishaaya I (2004) Dynamics of resistance to the neonicotinoids acetamiprid and thiamethoxam in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 2051-2056.
- Ishaaya I, Kontsedalov S, Horowitz AR (2005) Biorational insecticides: mechanism and cross-resistance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 192-199

- Javed N, Viner R, Williamson MS, Field LM, Devonshire AL, Moores GD (2003) Characterization of acetylcholinesterases and their genes, from the hemipteran species *Myzus persicae* (Sulzer), *Aphis gossypii* (Glover), *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). *Insect Molecular Biology* 12: 613-620.
- Kranthi KR, Jadhav DR, Kranthi S, Wanjari RR, Ali SS, Russel DA (2002) Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. *Crop protection* 21: 449-460.
- Nauen R, Denholm I (2005) Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 58: 200-215
- Oliviera MRV, Henneberry TJ, Anderson P (2001) History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 709-723.
- Roditakis E, Roditakis NE, Tsagkarakou A (2005) Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Crete. *Pest Management Science* 61: 577-582.
- Soderlund DM, Bloomquist JR (1990) Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: Roush RT, Tabashnik BE, (Ed), *Pesticide Resistance in Arthropods*. Chapman and Hall, Newyork, pp. 58-96.
- Wool D, Greenberg S (1990) Esterase activity in whiteflies (*Bemisia tabaci*) in Israel in relation to insecticide resistance. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 57: 251-258.

## Stem rust (ug99), seen as a threat globally

### Kara pas (ug99), küresel bir tehdit olarak görülmektedir

Mehmet AYDOĞDU<sup>1</sup>, Nuh BOYRAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Directorate of Agricultural Quarantine, Antalya -Turkey

<sup>2</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Selçuk University, Konya, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Aydoğdu, e-mail (e-posta): mehmet9498@yahoo.com

#### ARTICLE INFO

Received 31 December 2010  
Received in revised form 17 November 2011  
Accepted 24 November 2011

#### Keywords:

Stem rust  
ug99  
threat

#### ABSTRACT

Stem rust caused by *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (Eriks & Henn.) is one of the most devastating diseases of wheat. If favorable conditions for the pathogen appear, the pathogen may cause both epidemics and pandemics. Evolution of genes of the pathogen population gives rise to emerge of new races of the pathogen. The Ug99 is a good example. In 1998, severe stem rust infections were observed on wheat in Uganda, and a race, designated as Ug99, was detected. The same race was detected in Kenya and Ethiopia in 2005. Later, Ug99 was established in Yemen in 2006, in Iran in 2007, in Tanzania and South Africa in 2009. The new race of stem rust has been seen globally as a threat to wheat production because Ug99 has spreaded from Eastern Africa to Middle East and Asia. In addition, scientists predict spreading of the pathogen towards other areas of the world through prevailed air currents. The situation is worrying for areas where wheat is grown.

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 31 Aralık 2010  
Düzeltilme tarihi 17 Kasım 2011  
Kabul tarihi 24 Kasım 2011

#### Anahtar Kelimeler:

Kara pas  
ug99  
Tehdit

#### Öz

*Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (Eriks & Henn.)'nin neden olduğu kara pas, buğdayın en tahripkâr hastalıklarından birisidir. Eğer patojen için uygun şartlar oluşursa, patojen gerek epidemi ve gerekse pandemilere neden olabilmektedir. Her zaman patojen popülasyonunda genetik varyasyon ihtimali bulunmaktadır ki bu, patojenin yeni ırklarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu durumun güzel bir örneği Ug99'dir. 1998 yılında, Uganda'da buğdaylarda şiddetli kara pas enfeksiyonları gözlenmiş, yapılan çalışmalarda patojenin yeni bir ırkı tespit edilmiş ve bu ırk Ug99 olarak isimlendirilmiştir. Ug99 ırkı, 2005 yılında Kenya ve Etiyopya'da tespit edilmiştir. Ug99, daha sonra sırasıyla 2006 yılında Yemen'de, 2007 yılında İran'da 2009 yılında Tanzania ve Güney Afrika'da saptanmıştır. Kara pasın bu yeni ırkı dünyada buğday üretimi için bir tehdit olarak görülmektedir. Çünkü Ug99 Afrikadan Orta Doğu ve Asya'ya sıçramıştır. Bunun yanısıra bilim adamları patojenin hakim rüzgarlar aracılığıyla dünyanın diğer alanlarına yayılacağını tahmin etmektedirler. Bu durum buğday yetiştirilen alanlar için endişe vericidir.

## 1. Introduction

In 2008, with total production of nearly 18 million tons, wheat is major crop grown in Turkey. Likewise, wheat is one of the most significant crops with total production 689 million tons worldwide in 2008 (FAO 2010). Wheat is also a major staple food crop in modern societies, providing 20% of the caloric intake globally (Porter et al. 2007). Rust diseases have been a major scourge of wheat since biblical times (Kislev 1982). The rusts (*Puccinia* spp.) have been a scourge on humankind since the beginning of historical time. Many epidemics have been recorded over the past 150 years, in the near and far east, Europe, and the America. Several devastating rust epidemics have resulted in major famines in Asia and grain losses at a massive scale in North America in 1903 and 1905 and 1950-54 (Borlaug 2005).

Roelfs et al. (1992) reported that stem rust is the most devastating rust disease and can cause losses of 50% in one month when conditions for its development are favorable. Losses of 100% can occur with susceptible cultivars. Leonard and Szabo (2005) stated that stem rust can cause severe yield losses in susceptible cultivars of wheat in environments favorable for disease development. The stem rusts have historically caused severe crop losses and continue to threaten production today (Kleinhofs et al. 2009).

Stem rust was effectively controlled worldwide for the past 50 yr by deployment of stem rust resistance (Sr) genes in wheat cultivars. However, a new stem rust race, TTKSK (known as Ug99 or TTKS) that emerged in Eastern Africa, is a concern because it has broad virulence to currently deployed Sr genes

(Xu et al. 2009).

The new race of stem rust has overcome some resistant genes (Sr) and spreaded from Eastern Africa to Middle East and Asia. In addition these, scientists predict more spreading of Ug99 towards other part of the world through prevailed air current. Therefore, the situation is worrying. In this review, the stem rust (Ug99) was discussed from different aspects.

## 2. Stem Rust (Ug99)

Stem or black rust of wheat caused by the fungus *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Ericks and Henn. (Pgt) is an important disease of wheat worldwide. Pgt is an obligate biotroph, heteroecious in its life cycle and heterothallic in mating type (Alexopoulos et al. 1996). The obligate parasites are highly specialized and significant variation exists in the pathogen population for virulence to specific resistance genes. Evolution of new virulence through migration, mutation, recombination of existing virulence genes and their selection has been more frequent in rust fungi (Singh et al. 2008). It is known to bear many physiologic races generated mainly by mutation (Roelfs 1985). In 1998, severe stem rust infections were observed on wheat in Uganda, and a race, designated as Ug99 with virulence on sr31, was detected (Pretorius et al. 2000). Ug99 is a new race of stem rust.

## 3. Epidemics and Damages of Stem Rust

Many epidemics caused by the stem rust has seen in different part of the world in the past. In 1946-1947, a stem rust epidemic in central India caused losses estimated at nearly 2 million tons, or 20 percent of total wheat production (Joshi et al. 1986). And a severe epidemic of stem rust devastated wheat crops in many East European countries in 1932. The epidemic began in Bulgaria, and spread throughout eastern and northern Europe. Its impacts were most severe in Russia (Zadoks 2008). The losses from a stem rust epidemic in Sweden in 1951 were determined as a 20 % percent reduction in winter wheat and a 50 % percent reduction in spring wheat (Stakman and Harar 1957). In 1947-48, devastating stem rust epidemic caused approximately 30 % percent of the crop loss Bajío region (Mexico) (Rupert 1951). In the United States, stem rust disease was severe in spring wheat from 1920 to 1960 and caused yield losses of 20 % in average and up to 50 % in some fields in some years (Leonard 2001). The most significant epidemics caused by stem rust in Australia in the period up to the 1950s occurred in 1889, 1899, and 1947. Each of these epidemics was assessed as having a significant impact on wheat production and the welfare of wheat farmers. In 1973, a stem rust epidemic in southeastern Australia was rated as the most severe in the history of the Australian wheat industry (Park 2007). In addition these, Shank (1994) stated that a severe stem rust epidemic developed wheat fields in Bale and Arsi regions of Ethiopia in 1993-94.

The disease has been the most biotic constraint on wheat, causing yield loss ranging from 30 to 70 % on a susceptible variety (Ephrem et al. 2000). Pretorius et al. (2000) reported that Ug99 could reduce wheat yield by up to 71 % and could spread and attack many varieties of spring and winter wheat genotypes which are resistant to other strains of the fungus.

## 4. Dispersal Modes of Stem Rust

Urediniospores of stem rust are relatively resistant to light

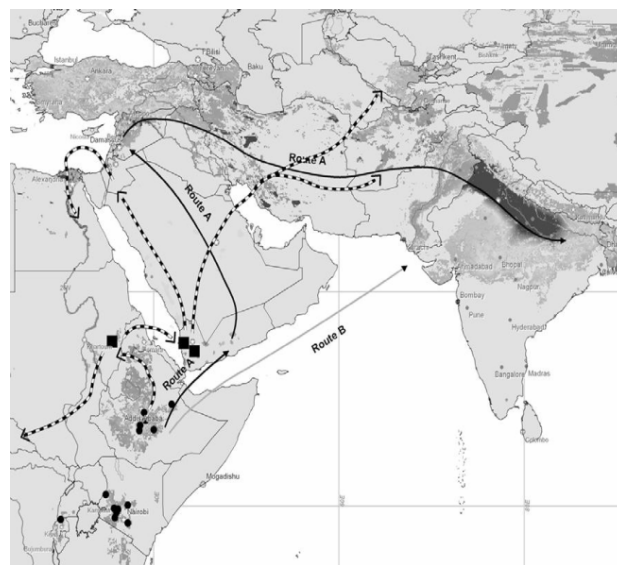
and temperatures at humidities of to 30 %. Wind frequently transports urediniospores 100 km in a viable condition and sometimes up to 2000 km (Luig 1985). It is postulated that they have even been transported 8000 km from East Africa to Australia (Watson and Sousa 1983). The enabling factor in this mode of dispersal for rusts is the robust nature of spores ensuring protection against environmental damage (Rotem et al. 1985).

## 5. Outbreak and Distribution of Ug99

Ug99 was firstly detected in Uganda in 1998 (Pretorius et al. 2000). Race Ug99 was subsequently detected in Kenya and Ethiopia in 2005 (Wanyera et al. 2006). In 2005, Ethiopian reports confirmed its presence in at least six dispersed locations. The East African highlands are known "hot-spot" for the evolution and survival of new rust races (Saari and Prescott 1985).

The confirmed range of Ug99 continues to expand, with new sites being recorded beyond the previously confirmed three East African countries Uganda, Kenya, and Ethiopia (Singh et al. 2008). Later, Ug99 was established in Yemen in 2006 (Jin et al. 2008), in Iran in 2007 (Nazari et al. 2009), in Tanzania in 2009 (FAO 2011) and in South Africa in 2009 (Pretorius et al. 2010), respectively.

The dispersal of Ug99 has been rapid through airflow. However, likely movement of Ug99, stepwise dispersal model following prevailing winds, was outlined by Singh et al. (2008) in Figure 1.



**Figure 1.** Updated potential migration routes of Ug99 based on historical precedence and recent studies of actual wind movements (Singh et al. 2008).

## 6. Control of Stem Rust

Without a doubt a combination of cultural control practices with disease resistance and perhaps fungicide applications will be the most effective means of controlling the cereal rust diseases. Because of the airborne nature of the inoculum of the cereal rusts, quarantine measures against the pathogen only delay, and do not prevent entry of the disease and/or specific virulence combinations (Roelfs et al. 1992).

### 6.1. Cultural methods

Mexican farmers learned to sow early to avoid stem rust prior to the use of resistant cultivars (Borlaug 1954). Use of early maturing cultivars marked the initial success in controlling stem rust in Australia (McIntosh 1976). Beside these, Zadoks and Bouwman (1985) emphasized the importance of the green bridge in carrying the diseases from one crop to the next. The green bridge can be lengthen when some growers plant early and others late. Removing the green bridge with tillage or herbicides is an effective control measure for epidemics that would result from endogenous inoculum. In some areas volunteer plants must be controlled several times during the season when wheat is not grown.

Sexual stage of stem rust pathogen occurs on alternate hosts such as *Berberis vulgaris*, many species of *Berberis*, *Mahonia*, and *Mahoberberis* (Roelfs 1985). The sexual cycle of the pathogen produces a great genetic diversity, which means new races of stem rust pathogen virulent to resistant cultivars could arise (Roelfs and Groth 1980). The alternate host was a major source of new combinations of genes for virulence and aggressiveness in the pathogen (Groth and Roelfs 1982).

The barberry was the source of inoculum (aeciospores) early in the season. Generally, infected bushes were close to cereal fields of the previous season, so inoculum traveled short distances, without the loss in numbers and viability associated with long distance transport (Stakman 1923). In the United States, barberry eradication has significantly reduced the number of epidemics for many years. Since common barberry has been largely removed after the 1920s, barberry bushes have not been a major source of disease inoculum (Kolmer et al. 2007). Roelfs et al. (1992) also reported that primary inoculum for stem rust may originate locally (endemic) from volunteer plants.

Therefore, eliminating of alternate hosts and volunteer plants is very important to prevent new races of the pathogen from emerging and reduce inoculum sources.

### 6.2. Chemical control

Chemical control has been successfully used in Europe permitting high yields (6-7 t/ha) and where prices for wheat are supported (Stubbs and De Bruin 1970; Buchenauer 1982).

### 6.3. Genetic resistance

Majority of growers in developing countries like African countries can not afford to use fungicides against the disease. Besides this, negative effects of chemicals on environment are known. As a result of these, use of resistant cultivars against stem rust has become primary control practice of the disease. Therefore, many breeding efforts for development of resistant wheat germplasm to stem rust have been done in many countries. Johnson (1981) reported that the principle mechanism of control of the cereal rusts has been through the use of resistant cultivars.

Hence, use of resistant germplasms against Ug99 is crucial for stem rust management. Therefore, breeding for resistance to Ug99 and virulence of the pathogen were given in detailed below.

## 7. Virulence of Stem Rust (Ug99)

Occurrence of new races in a geographic/epidemiologic region can be attributed to three phenomena: 1) migration from

outside the region, 2) mutation and selection for a particular virulence, and 3) recombination; both sexual (on barberry) and asexual. The first two of these mechanisms are the most important (Borlaug 2005).

Amount of variation in the pathogen (*Puccinia graminis* f. sp. *graminis*) made breeding for resistance difficult, even made it impossible. Of the virulence combinations existing one year, many would not reoccur the following year, but many new ones would appear (Roelfs 1982).

Olson (2009) reported that within the classification of formae specialis of *Pgt* exists further subdivision of the pathogen at the level of physiologic race. The differentiation of races of *Pgt* follow observation based on the gene for gene concept of H.H. Flor (1955) demonstrated that the resistance gene in the host recognizes an avirulence target in the pathogen. The designation of the races within *Pgt* is determined by specificities of avirulence and virulence to a defined set of stem rust resistance genes present in a differential set of host cultivars (Roelfs 1988).

A new race of stem rust pathogen, Ug99, with virulence to resistance gene *Sr31*, was named TTKS based on the North American stem rust race nomenclature system (Wanyera et al. 2006; Jin et al. 2008). Development of a new race of *Pgt* in Eastern Africa and the subsequent development of novel virulence in subsequent races derived from the race designated as ug99 (TTKS) has prompted a proposal to add a fifth set of genes to the current nomenclature system. The original race TTKS has now been designated TTKSK based on the addition of a fifth set of differentials (Jin and Szabo 2008).

Ug99 arisen as a result of genetic variation of the pathogen (*Pgt*) and has continued to form new variants. The stem rust population is evolving rapidly. Another race, TTKST, with virulence to the widely used gene *Sr24* was detected in Kenya in 2006 (Jin et al. 2008). Only 1 year later yet another race, TTTSK, with virulence to gene *Sr36* was discovered in Kenya (Jin et al. 2009). Most wheat cultivars currently grown are susceptible to TTKS (Jin and Singh 2006; Ingh et al. 2006). It is predicted that these races will migrate to North Africa, Middle East, Asia and beyond (Singh et al. 2008).

Emergence and spread of these new races of stem rust pose an imminent threat to wheat production worldwide and demand the rapid development of wheat cultivars with durable resistance to stem rust. The durability of effective resistance genes can be enhanced by deploying them as pyramids in cultivars (Singh et al. 2006).

## 8. Resistance/Susceptibility of Wheat Germplasm to Stem Rust (Ug99) and Breeding for Resistance

For several decades the historically enormous problem of wheat stem rust has been solved through the use of genetic resistance. In Eastern Africa, that resistance has now been overcome by a new physiological race of the disease designated as Ug99 (Borlaug 2005).

To date, about fifty stem rust resistance genes have been identified and some of them have been mapped on different chromosomes in wheat and its relatives (McIntosh et al. 1998). All these genes are race specific except *Sr2* that has provided durable non-race-specific slow-rusting adult plant resistance (McIntosh et al. 1995; Spielmeier et al. 2003; Singh et al. 2006; Singh et al. 2007). Among these resistance genes, some genes deployed in commercial cultivars worldwide remained

effective individually or in combination with other *Sr* genes until recently (Spielmeyer et al. 2003). Moreover, the *Sr2* complex in combination with other resistance genes showed effective protection against Ug99 (Singh et al. 2006). Resistance gene *Sr26* provides resistance to current stem rust races of wheat in Australia (McIntosh et al. 1995; Margo et al. 2005). Most deployed resistance genes are susceptible to Ug99 or overcome by virulence of Ug99 except few genes such as *Sr2*, *Sr1A/1R*, *Sr26*, and *SrTmp*. *Sr31* was identified to be defeated by a virulent isolate of Ug99 in 1999 (Das et al. 2006).

One of the most important *Sr* genes was *Sr31*, which was deployed worldwide in many cultivars (Singh et al. 2006). Another, very effective stem rust resistance gene is the *Sr36* (Purnhauser and Bóna 2009). In Hungary, both *Sr31* and especially the *Sr36* still provide an effective protection against stem rust infection (Csósz et al. 2001). However, new race of stem rust pathogen, Ug99 (TTKS), with virulence to *Sr31*, was detected in Uganda in 1999 (Pretorius et al. 2000), another race, TTTSK, with virulence to gene *Sr36* was discovered in Kenya (Jin et al. 2009). To determine the frequency of *Sr31* and the *Sr36* gene, among wheat cultivars registered in Hungary in the past 35 year's period, a study was carried out by Purnhauser and Bóna (2009). The results of this study indicated that both *Sr31* and *Sr36* genes had widely spread in wheat cultivars registered in Hungary in the last 35 year period (Purnhauser and Bóna 2009).

Seedlings of 41 emmer (*Triticum dicoccum*), 56 durum (*T. durum*) wheat accessions were tested for their response to stem rust (*P. graminis* f. sp. *tritici*) infection under greenhouse condition in Ethiopia. Eighteen emmer and 6 durum accessions were found to be good sources of resistance to stem rust infection (Beteselassie et al. 2006).

Jin and Singh (2006) compared seedling reactions of US wheat cultivars and germplasm with highly virulent races present in the USA and race Ug99. Several wheat lines, especially spring wheat that were highly resistant to US races and did not carry the 1BL.1RS translocation, were also found to be susceptible to Ug99. Kolmer et al. (2007) also reported that in seedling tests many hard red winter wheat cultivars, soft red winter wheat cultivars, and hard red spring wheat cultivars that are grown in the US are susceptible to this new race (TTKS).

The major cause of the ineffectiveness of wheat varieties against stem rust is the narrow genetic base on which the breeding for resistance has been founded. In areas where mono culture of wheat production it is not uncommon to see the existing gene(s) for resistance being ineffective due to occurrence of physiologic races with the new virulence characteristics (Alex et al. 1997). Due to a narrow genetic base and continuously evolving pathogen races, resistant varieties become susceptible to the disease when grown over vast areas (Assefa and Fehrmann 2004). *Sr3* is considered one of the most highly effective genes against the new African race Ug99, also known as TTKS (Jin et al. 2007). Durable resistance to rusts and powdery mildew has been supported by minor genes such as *Lr34* for over 50 years (Krattinger et al. 2009). An approach in which major gene resistance, conferred by genes such as *Sr35*, is combined with minor gene resistance should be effective against the threat of Ug99 (Babiker et al. 2009).

Pyramiding of several genes into one cultivar can be an effective strategy to use these resistance genes to enhance durability of wheat resistance to stem rust (Leonard and Szabo 2005). Gene pyramiding using conventional method is difficult

and time-consuming. Therefore, marker-assisted selection (MAS) is a powerful alternative to facilitate new gene deployment and gene pyramiding for quick release of rust-resistant cultivars (Wu 2008).

## 9. Conclusions

Reynolds and Borlaug (2006) estimated that the potential area under the risk from Ug99 along the natural migration path in North Africa, Middle East and Asia (excluding China) might amount to 50 million ha of wheat, that is, about 25% of the world's wheat area and accounting for an estimated 19% of global production amounting to about 117 million tons. An estimated 1 billion people live within these wheat production areas.

With the aim of containing the threat of wheat rusts, Borlaug Global Rust Initiative (BGRI), was founded. Likewise, Rust Spore web portal, and RustMapper displaying current rust survey sites were established.

Ug99 is a serious threat to wheat production of the world particularly in developing countries. Because, wheat is a major crop and has a significant impact on economy of such countries. With emergence of new variants of stem rust, virulent to majority of the cultivars grown currently, is worrying due to rapid spreading of the pathogen towards new areas. Hence, All necessary precautions against Ug99 and new variants of the pathogen must be taken. Otherwise, many wheat production areas of the world could be encountered with epidemics. Besides this, the people living in those areas, whose livelihood is depend on wheat, can face with economic difficulties and famine.

For the part of Turkey, the situation is also concerning. However, Akan et al. (2010) reported that A total of 44 winter wheat genotypes in Turkey was sent to Kenya for testing for Ug99 in 2009. In these genotypes, 17 genotypes were determined as a resistant to Ug99. This knowledge is promising. In addition to such studies, much more studies must be conducted to protect wheat cultivars grown in Turkey from Ug99 and its new variants. Therefore, in the short term all the precautions should be taken by growing resistant cultivars and using fungicides, as for, in the long term, breeding for resistance to Ug99 and its variant must be prevailed.

## References

- Akan K, Mert Z, Cetin L, Dusunceli F, Wanyera R, Singh D (2010) Global initiatives for management of ug99 stem rust race and reactions of winter wheat genotypes to ug99 in 2009 year. 8th International wheat conference. St. Petersburg, Russia, pp. 292.
- Alex B, Gill G, Arieh L (1997) Evaluation and variation in response to infection with *Puccinia striiformis* and *Puccinia recondita* of local landraces. Euphytica 94: 287 - 293.
- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M (1996) Introductory Mycology. 4th edition. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Assefa S, Fehrmann H (2004) Evaluation of *Aegilops tauschii* Coss. for resistance to wheat stem rust and inheritance of resistance genes in hexaploid wheat. Genetic Resources and Crop Evolution 51: 663- 669.
- Babiker E, Amir MHI, Yen Y, Stein J (2009) Identification of a microsatellite marker associated with stem rust resistance gene *Sr35* in wheat. Australian Journal of Crop Science 3: 195-200.
- Beteselassie N, Fininsa C, Badebo A (2006) Short communication sources of stem rust resistance in Ethiopian tetraploid wheat accessions. African Crop Science Journal 15:51 -57.

- Borlaug NE (1954) Mexican wheat production and its role in the epidemiology of stem rust in North America. *Phytopathology* 44: 398-404.
- Borlaug NE (2005) Sounding the alarm on global stem rust. An assessment of race Ug99 in Kenya and Ethiopia and the potential for impact in neighboring regions and beyond. By the Expert Panel on the Stem Rust Outbreak in Eastern Africa.
- Buchenauer H (1982) Chemical and biological control of cereal rust. In: Scott KJ, Chakravorty AK (Eds), *The Rust Fungi*. Academic Press, London, pp. 247-279.
- Csőszy M, Bartos P, Mesterhazy A (2001) Identification of stem rust resistance gene Sr36 in the wheat cultivar GK Kinco and in its derivatives. *Cereal Research Communications* 29:267-273.
- Das BK, Saini A, Bhagwat SG, Jawali N (2006) Development of SCAR markers for identification of stem rust resistance gene Sr31 in the homozygous or heterozygous condition in bread wheat. *Plant Breeding* 125: 544-549.
- Ephrem B, Hirut K, Getachew B (2000) Durum wheat in Ethiopia: An old crop in an ancient land. Institute of Biodiversity Conservation and Research (IBCR), Addis Ababa, Ethiopia.
- FAO (2010) Statistics Division. <http://faostat.fao.org>. Accessed 14 March 2010.
- FAO (2011) Rust Report. <http://www.fao.org/agriculture/crops/rust/stem/en/>. Accessed 22 November 2011.
- Flor HH (1955) Host-parasite interaction in flax rust- its genetics and other implications. *Phytopathology* 45: 680-685.
- Groth JV, Roelfs AP (1982) The effect of sexual and asexual reproduction on race abundance in cereal rust fungus population. *Phytopathology* 72: 1503-1507.
- Jin Y, Szabo LJ (2008) Detection of virulences to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease* 92: 923-926.
- Jin Y, Singh RP (2006) Resistance in US wheat to recent eastern African isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* with virulence to resistance gene Sr31. *Plant Disease* 90: 476-480.
- Jin Y, Pretorius ZA, Singh RP (2007) New virulence within race TTKS (Ug99) of the stem rust pathogen and effective resistance genes. *Phytopathology* 97: 137.
- Jin Y, Szabo LJ, Pretorius ZA, Singh RP, Ward R, Fetch TJR (2008) Detection of virulence to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease* 92:923-926.
- Jin Y, Szabo LJ, Rouse MN, Fetch TJR, Pretorius ZA, Wanyera R, Njau P (2009) Detection of virulence to resistance gene Sr36 within the TTKS race lineage of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease* 93: 367-370.
- Johnson R (1981) Durable diseases resistance. In: Jenkyn JF, Plumb RT (Eds), *Strategies for Control of Cereal Diseases*. Blackwell, Oxford, pp. 55-63.
- Joshi LM, Singh DV, Srivastava KD (1986) Wheat and wheat diseases in India. In: Joshi LM, Singh DV, Srivastava KD (Eds), *Problems and Progress of Wheat Pathology in South Asia*. Malhotra Publishing House, New Delhi.
- Kislev ME (1982) Stem rust of wheat 3300 years old found in Israel. *Science* 216: 993-994.
- Kleinhofs A, Robert B, Jayaveeramuthu N, Ling Z, Agha-fakhr M, Amis D, Nils R, Brian JS (2009) Barley stem rust resistance genes, structure and function. *The Plant Genome* 2: 109-120.
- Kolmer JA, Jin Y, Long DL (2007) Wheat leaf and stem rust in the United States. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 631-638.
- Krattinger SG, Lagudah ES, Spielmeier W, Singh RP, Huerta-Espino J, McFadden H, Bossolini E, Setler LL, Keller B (2009) Putative ABC transporter confers durable resistance to multiple fungal pathogens in wheat. *Science* 323: 1360-1363.
- Leonard KJ (2001) Stem rust-future enemy? In: Peterson PD (Ed), *Stem Rust of Wheat: from Ancient Enemy to Modern Foe*. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, pp. 119-146.
- Leonard KJ, Szabo LJ (2005) Rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis*. *Molecular Plant Pathology* 6: 99-111.
- Luig NH (1985) Epidemiology in Australia and New Zealand. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *Cereal Rusts, Vol. II: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control*. Academic Press, Orlando, pp. 301-328.
- Margo R, Bariana HS, Dundas IS, Spielmeier W, Lawrence GJ, Pryor AJ, Ellis JG (2005) Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm. *Theoretical Applied Genetics* 111: 496-504.
- McIntosh RA (1976) Genetics of wheat and wheat rusts since Farrer. Farrer Memorial Oration. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 42: 203-216.
- McIntosh RA, Wellings CR, Park RF (1995) *Wheat Rust. An Atlas of Resistance Genes*. Melbourne, CSIRO, pp. 44-45.
- McIntosh RA, Hart GE, Devos KM, Gale MD, Rogers WJ (1998) Catalogue of gene symbols for wheat. In: Slinkard AE (Ed), *Proceedings of the 9th International Wheat Genetics*.
- Nazari K, Mafi M, Yahyaoui A, Singh RP, Park RF (2009) Detection of wheat stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) race TTKSK (Ug99) in Iran. doi: 10.1094/pdis-93-3-0317b.
- Olson EL (2009) Characterization of stem rust resistance in US Wheat Germplasm. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science Crop Science Raleigh, North Carolina.
- Park RF (2007) Stem rust of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 558-566.
- Porter JR, Jameison PD, Grace PR (2007) Wheat production and global climate change. *Terrestrial Ecosystems in A Changing World*. Springer Berlin, Heidelberg.
- Pretorius ZA, Singh RP, Wagoire WW, Payne TS (2000) Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease* 84: 203.
- Pretorius ZA, Bender CM, Visser B (2010) First report of a *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* race virulent to the Sr24 and Sr31 wheat stem rust resistance genes in South Africa. doi: 10.1094/pdis-94-6-0784c.
- Pumhauser L, Bóna L (2009) Detection of Sr31 and Sr36 stem rust resistance genes by molecular markers in wheat cultivars registered in Hungary. *Research Journal of Agricultural Science* 41: 318-322.
- Reynolds MP, Borlaug NE (2006) Applying innovations and new technologies from international collaborative wheat improvement. *Journal of Agricultural Science* 144: 95-110.
- Roelfs AP, Groth JV (1980) A comparison of virulence phenotypes in wheat stem rust populations reproducing sexually and asexually. *Phytopathology* 70: 855-862.
- Roelfs AP (1982) Effects of barberry eradication on stem rust in the United States. *Plant Disease* 66: 177-181.
- Roelfs AP (1985) Wheat and rye stem rust. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts, Vol. II: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control*. Academic Press, Orlando, pp. 3-37.
- Roelfs AP (1988) Resistance to leaf and stem rusts in wheat. In: Simmonds NW, Rajaram S (Eds), *Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat*. CIMMYT, Mexico, pp. 10-22.
- Roelfs AP, Singh RP, Saari EE (1992) Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico.

- Rotem J, Wooding B, Aylor DE (1985) The role of solar radiation, especially UV, in the mortality of fungal spores. *Phytopathology* 75: 510–514.
- Rupert JA (1951) Rust Resistance in the Mexican Wheat Improvement Program. Fundacion Rockefeller, CIMMYT, Mexico.
- Saari EE, Prescott JM (1985) World distribution in relation to economic losses. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts, Vol. II: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control*. Academic Press, Orlando, pp. 259–298.
- Shank R (1994) Wheat stem rust and drought effects on Bale agricultural production and future prospects. Addis Ababa: United Nations Emergencies Unit for Ethiopia.
- Singh RP, Hodson DP, Jin Y, Huerta-Espino J, Kinyua MG, Wanyera R, Njau P, Ward RW (2006) Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. *CAB Reviews: Perspectives Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 54: 13.
- Singh RP, Huerta-Espino J, Sharma R, Joshi AK, Trethowan RM (2007) High yielding spring breadwheat germplasm for global irrigated agro-ecosystems. *Euphytica* 157:351–363.
- Singh RP, Hodson DP, Huerta-Espino J, Jin Y, Njau P, Wanyera R, Sybil AH-F, Ward RW (2008) Will stem rust destroy the World's wheat crop? *Advances in Agronomy* 98: 272-308.
- Spielmeier W, Sharp PJ, Lagudah ES (2003) Identification and validation of markers linked to broad-spectrum stem rust resistance gene Sr2 in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science* 43:333-336.
- Stakman EC (1923) Wheat Diseases 14. The wheat rust problem in the United States. 1st Pan-Pacific Scientific Congress, pp. 86-96.
- Stakman EC, Harar JG (1957) *Principles of plant pathology*. Ronald Press, New York.
- Stubbs RW, De Bruin T (1970) Bestrijding van gele roest met het systemische fungicide oxycaroxin 'Plantvax'. *Gewasbescherming* 1: 99-104.
- Xu SS, Jin Y, Klindworth DL, Wang RRC, Cai X (2009) Evaluation and characterization of seedling resistances to stem rust ug99 races in wheat–alien species derivatives. *Crop Science* 49: 2167–2175.
- Wanyera R, Kinyua MG, Jin Y, Singh RP (2006) The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, with virulence on Sr31 in wheat in Eastern Africa. *Plant Disease* 90:113.
- Watson IA, De Sousa CNA (1983) Long distance transport of spores of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in the Southern Hemisphere. *Linnean Society of New South Wales* 106: 311-321.
- Wu S (2008) Molecular mapping of stem rust resistance genes in wheat. A thesis for the degree master of science Department of Agronomy College of Agriculture Kansas State University Manhattan, Kansas.
- Zadoks JC, Bouwman JJ (1985) Epidemiology in Europe. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts Vol. II; Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control*. Academic Press, Orlando, pp. 329-369.
- Zadoks JC (2008) *On the Political Economy of Plant Disease Epidemics: Capita Selecta in Historic Epidemiology*. Academic Publishers, Wageningen.



## An investigation of mutations ( $FecX^G$ , $FecX^I$ , $FecX^H$ , $FecX^B$ ) on BMP-15 gene in some local sheep breeds raised in Turkey

Türkiye’de yetiştirilen bazı yerel koyun ırklarında BMP-15 genindeki ( $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$ ) mutasyonların araştırılması

Taki KARSLI, Emine ŞAHİN, Bahar ARGUN KARSLI, Sezai ALKAN, Murat Soner BALCIOĞLU

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 07070 Antalya

Corresponding author (Sorumlu yazar): T. Karşlı, e-mail (e-posta): takikarsli@akdeniz.edu.tr

### ARTICLE INFO

Received 09 June 2011  
Received in revised form 22 December 2011  
Accepted 28 December 2011

#### Keywords:

BMP-15 gene  
Prolificacy  
Sheep

### ABSTRACT

Genetic mutations on major genes increase ovulation rate and litter size in sheep. Three major genes have been identified belonging to the TGF- $\beta$  superfamily until now. These genes are *BMPR-IB* (Bone morphogenetic protein receptor IB), *BMP-15* (Bone morphogenetic protein-15) and *GDF9* (Growth differentiation factor 9). Different mutations ( $FecX^B$ ,  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^L$  and  $FecX^R$ ) on Bone Morphogenetic Protein-15 gene either increase ovulation rate or cause infertility in sheeps. The purpose of this study was to investigate whether the four different mutations ( $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$  and  $FecX^B$ ) exist on BMP15 gene in five local sheep breeds reared in Turkey. PCR-RFLP method was used to determine these mutations. A total of 96 blood samples were investigated from Akkaraman (24 samples), Dağlıç (19 samples), İvesi (19 samples), Tuj (15 samples) and Karakaş (19 samples) sheep breeds. To determine  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$  and  $FecX^B$  mutations, DNA fragments with 141, 154, 240 and 153 bp sizes were PCR amplified by using specific primers, respectively. PCR products were digested to detect  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$  point mutation by using *HinfI*, *XbaI*, *AhlI*, *BstDEI* restriction enzymes, respectively. As a result,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^G$  and  $FecX^B$  loci could not be determined. Random selected 96 sheeps from five flocks were monomorph in terms of  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^G$  and  $FecX^B$  loci.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 09 Haziran 2011  
Düzeltilme tarihi 22 Aralık 2011  
Kabul tarihi 28 Aralık 2011

#### Anahtar Kelimeler:

BMP-15 geni  
Çoklu doğum  
Koyun

### ÖZ

Koyunlarda majör genler üzerindeki genetik mutasyonlar ovulasyon oranını ve bir batında doğan yavru sayısını artırmaktadır. Şu ana kadar TGF- $\beta$  süper familyasına ait üç majör gen tanımlanmıştır. Bu genler *BMPR-IB* (Bone morphogenetic protein receptor IB), *BMP-15* (Bone morphogenetic protein-15) ve *GDF9* (Growth differentiation factor 9) dur. Koyunlarda Bone Morphogenetic Protein-15 geni üzerindeki farklı mutasyonlar ( $FecX^B$ ,  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^L$  ve  $FecX^R$ ) ovulasyon oranını artırmakta ya da kısırılığa neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yetiştirilen beş yerel koyun ırkında BMP-15 geninde dört farklı mutasyonun ( $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$ ) olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu mutasyonları belirlemek için PCR-RFLP yöntemi kullanılmıştır. Akkaraman (24 örnek), Dağlıç (19 örnek), İvesi (19 örnek), Tuj (15 örnek) ve Karakaş (19 örnek) koyun ırklarından toplam 96 kan örneği incelenmiştir.  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$  ve  $FecX^B$  mutasyonlarının belirlenmesi için sırasıyla 141, 154, 240 ve 153 bp büyüklüğündeki DNA fragmentleri spesifik primerler kullanılarak PCR ile çoğaltılmıştır. PCR ürünleri,  $FecX^G$ ,  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^B$  nokta mutasyonlarını belirlemek için sırasıyla *HinfI*, *XbaI*, *AhlI*, *BstDEI* restriksiyon enzimleri kullanılarak kesilmiştir. Sonuç olarak incelenen örneklerde  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^G$  ve  $FecX^B$  lokusları tespit edilememiştir. Beş sürüden rasgele seçilen 96 koyun  $FecX^I$ ,  $FecX^H$ ,  $FecX^G$  ve  $FecX^B$  lokusları bakımından monomorf bulunmuştur.

## 1. Introduction

Litter size is important economic value in sheep breeding. Productive traits in domestic livestock are generally inherited in a multigenic or quantitative manner. Therefore, responses to selection for reproduction may be slow. Increasing prolificacy

in sheep via selection within the available breeds is very slow process. Some major genes are responsible for high prolificacy in sheeps. The use of major genes for reproduction increases response to selection. Therefore the identification and use of

major genes is required to increase the rate of genetic improvement (Davis et al. 1991).

Major genes are occurred as a result of a mutation in sheep. Primary mutations which increase ovulation rate in sheep located on Bone Morphogenetic Protein Receptor IB (BMP-IB), Bone Morphogenetic Protein 15 (BMP-15) and Growth Differentiation Factor 9 (GDF-9) genes. The Booroola gene (FecB) was the first major gene for prolificacy identified in sheep (Davis 2005). One copy of the Booroola gene increases ovulation rate (eggs shed per ewe ovulating) by about 1.5 and two copies by about 3.0. These extra ovulations typically increase litter size (lambs born per ewe lambing) by about 1.0 and 1.5, respectively (Davis et al. 2006).

Bone morphogenetic proteins (BMPs) are members of the transforming growth factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) superfamily. They are multifunctional proteins that regulate growth and differentiation in many cell types (Wilson et al. 2001). BMP-15 gene has been mapped for sheep chromosome-X and contains six different mutations. These mutations were called as FecX<sup>L</sup> (Inverdale), FecX<sup>H</sup> (Hanna), FecX<sup>G</sup> (Galway) and FecX<sup>B</sup> (Belclare), FecX<sup>R</sup> (Rasa Aragonesa) and FecX<sup>L</sup> (Lacaune) (Galloway et al. 2000; Hanrahan et al. 2004; Monteagudo et al. 2009). All these mutations show same phenotype; heterozygous animals have higher ovulation rates (+1-1.5) than their wild-type contemporaries. Homozygous carrier ewes are infertile due to arrested follicular development from the primary stage of growth (McNatty et al. 2005; Galloway et al. 2002).

In BMP-15 gene, mutations that are caused amino acid changes summarized in Table 1. FecX<sup>R</sup> mutation is consisting of deletion 17 base pairs that resulting premature stop codon in Rasa Aragonesa sheeps. The other five loci are consisting of a point mutation. As the molecular basis of these mutations on BMP-15 gene single nucleotide change, one of the most commonly DNA marker method is PCR-RFLP which is used identification of similar point mutation in livestock (Davis et al. 2006; Chu et al. 2007; Ghaffari et al. 2009; Tajangookkeh et al. 2009).

Akkaraman, Dağlıç, İvesi, Tuj and Karakaş are raised fat-tailed sheep breeds in Turkey. These sheep breeds are extremely resistant to harsh environmental conditions, but usually give birth to only one or two lamb. The aim of this study is to investigate the presence of the FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>L</sup>, FecX<sup>H</sup> and FecX<sup>B</sup> mutations in Akkaraman, Dağlıç, İvesi, Tuj and Karakaş sheep breeds.

## 2. Material and Method

### 2.1 Material

The blood samples were randomly collected from 96 sheep belonging to five local Turkish sheep breeds reared different regions of Turkey (Table 2). Blood samples were taken (approximately 10 ml) from the jugular vein, using sample tubes containing EDTA.

### 2.2. Methods

#### 2.2.1. DNA extraction

The blood samples were kept at -20°C until the isolation of total DNA. Genomic DNA from blood samples was made using method by Miller et al. (1988). Agarose gels and spectrophotometer (NanoDrop-SD 1000) were used to determine DNA quality and quantity. DNA concentration was adjusted to approximately 50 ng/ $\mu$ l before DNA amplification.

#### 2.2.2. PCR conditions

The primer sequences and annealing temperatures were given in Table 3. DNA was amplified initial denaturation at 94°C for 5 min, followed by 35 cycles consisting of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing (temperatures for each primer pair are shown in Table 3) 40 sec, extension at 72°C for 30 sec, with final extension 72°C for 5 min on Mastercycler 5333 (Eppendorf AG, Germany). The PCR reaction was performed in 10X PCR buffer (containing (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pH:8.8), 25mM MgCl<sub>2</sub>, 2,5 mM dNTPs mix, 1 U Taq DNA Polymerase (BIORON), 0,2 $\mu$ M of each primer and 50 ng/ $\mu$ l of template DNA in 50  $\mu$ l reaction volume. PCR products resolved by electrophoresis on 1.5% agarose gel.

#### 2.2.3. Detection of the FecXH mutation

The 240 base pair (bp) fragments were obtained with PCR procedure. The 240 bp PCR product was digested with AhoI (A/CTAGT) restriction enzyme 3 h at 37°C (10 U AhoI, 2  $\mu$ l enzyme buffer and 10  $\mu$ l PCR product) and the products were separated by electrophoresis on a 2% agarose gel and visualised with ethidium bromide. Containing the FecXH mutation products 218 bp and 22 bp fragments, while non-carrier products remained uncut at 240 bp (Hua et al. 2008).

**Table 1.** Polymorphic sequence variations in BMP-15 gene that affect prolificacy in sheep.

Allele symbol	Base change	Coding residue (aa)	Mature peptide residue (aa)	Amino acid change
FecX <sup>L</sup>	T-A	299	31	Val-Asp
FecX <sup>H</sup>	C-T	291	23	Glu-Stop
FecX <sup>G</sup>	C-T	239	-	Gln-Stop
FecX <sup>B</sup>	G-T	367	99	Ser-Ile
FecX <sup>L</sup>	G-A	321	53	Cys-Tyr
FecX <sup>R</sup>	17bp deletion	-	-	-

Sources: Galloway et al. 2000; Hanrahan et al. 2004; McNatty et al. 2005; Monteagudo et al. 2009.

**Table 2.** Sample numbers of breeds and obtained places.

Breed	No. samples	Places
Akkaraman	24	Konya Bahri Dağdaş International Anim. Res. Inst.
Dağlıç	19	Seydişehir, Ketenli Town
İvesi	19	Atatürk University, Faculty of Agriculture
Tuj	15	Atatürk University, Faculty of Agriculture
Karakaş	19	Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture

**Table 3.** Primer sequences and annealing temperatures.

Gene	Mutation	Primer	Primer Sequence(5' - 3')	Annealing temp. (°C)	Reference
BMP15	FecX <sup>H</sup>	FH	TATTTCAATGACACTCAGAG	55	Hua et al. 2008
		RH	GAGCAATGATCCAGTGATCCCA		
	FecX <sup>I</sup>	FI	GAAGTAACCAGTGTCCCTCCACCCTTTTCT	55	Davis et al. 2006
		RI	CATGATTGGGAGAATTGAGACC		
FecX <sup>G</sup>	FG	CACTGTCTTCTTGTTACTGTATTTCAATGAGAC	63	Hanrahan et al. 2004	
	RG	GATGCAATACTGCTGCTTG			
FecX <sup>B</sup>	FB	GCCTTCCTGTGTCCCTTATAAGTATGTTCCCTTA	62	Hanrahan et al. 2004	
	RB	TTCTTGGGAAACCTGAGCTAGC			

#### 2.2.4. Detection of the FecXI mutation

After PCR procedure with FI and RI primers, 154 bp bands obtained. The 154 bp PCR product was digested with XbaI (T/CTAGA) restriction enzyme 3 h at 37°C (10 U XbaI, 2 µl enzyme buffer and 10 µl PCR product) and the products were separated by electrophoresis on a 2% agarose gel and visualised with ethidium bromide. After digested with enzyme, products containing the FecXI mutation yield 124 bp and 30 bp fragments, whilst non-carrier products remain uncut at 154 bp (Davis et al. 2006).

#### 2.2.5 Detection of the FecXG mutation

Based on the methods Hanrahan et al. (2004), the 141 bp fragments were obtained by using FG and RG primers with PCR procedure. The 141 bp PCR product was digested with HinfI (G/ACT) restriction enzyme 3 h at 37°C (10 U HinfI, 2 µl enzyme buffer and 10 µl PCR product) and the products were separated by electrophoresis on a 3.5% agarose gel and visualised with ethidium bromide. The wild type products could be cleaved by HinfI (G/ACT) with a 112 bp and 29 bp fragments; the mutation type remained uncut.

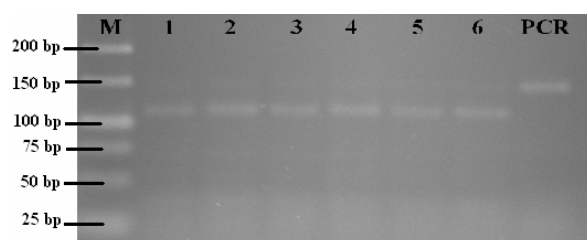
#### 2.2.6. Detection of the FecXB mutation

The FecXB mutation was detected using the improved by Hanrahan et al. (2004). The 153 bp PCR product was digested with BstDEI (C/TNAG) restriction enzyme 3 h at 60°C (10 U BstDEI, 2 µl enzyme buffer and 10 µl PCR product) and the products were separated by electrophoresis on a 3.5% agarose gel and visualised with ethidium bromide. While wild type individuals are digested with 122 bp and 31 bp fragments, the mutation type individuals remain uncut at 153 bp.

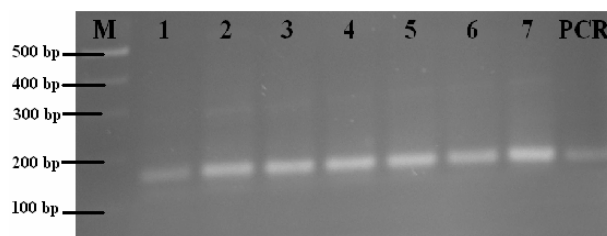
### 3. Results and Discussion

DNA fragments of 141, 154, 240 and 153 bp were amplified by PCR for FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>I</sup>, FecX<sup>H</sup>, FecX<sup>B</sup> point mutations in BMP-15 gene. Subsequently PCR products were digested to determine FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>I</sup>, FecX<sup>H</sup>, FecX<sup>B</sup> point mutation by using HinfI, XbaI, AclI, BstDEI restriction enzymes, respectively. Consequently, none of the samples carried the FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>I</sup>, FecX<sup>H</sup>, FecX<sup>B</sup> mutations on BMP15 gene. Agarose gel photographs are shown in Figure 1, Figure 2, Figure 3 and Figure 4. All sheep were monomorphic for FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>I</sup>, FecX<sup>H</sup>, FecX<sup>B</sup> point mutations.

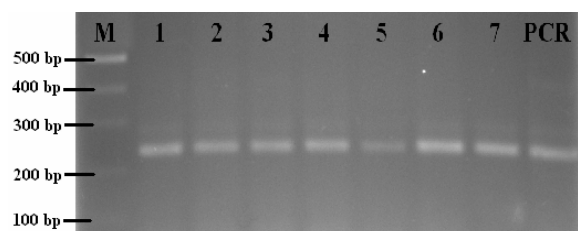
Recently, studies related to major genes have intensified. Many sheep (Davis et al. 2002; Guan et al. 2007; Jamshidi et al. 2009; Kasariyan et al. 2009) and goat (Hua et al. 2008; Polley et al., 2009; Bargazegari et al. 2010) breeds in the world the presence of these genes have been investigated at the molecular level. While studying previously in the only prolific breeds for these genes (Davis et al. 2006; Kumar et al. 2006; Chu et al. 2007), non-prolific breeds have been investigated in



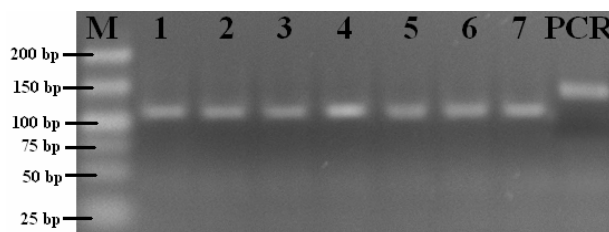
**Figure 1.** Digestion of PCR products with HinfI restriction enzyme for FecXG mutation (Image of agarose gel 3.5%). Lane 1-6: PCR products with digestion mix., PCR: only PCR product M: DNA Marker (Fermentas-Cat.No: SM1191).



**Figure 2.** Digestion of PCR products with XbaI restriction enzyme for FecXI mutation (Image of agarose gel 2%). Lane 1-7: PCR products with digestion mix., PCR: only PCR product M: DNA Marker (Bioron-Cat.No: 306005).



**Figure 3.** Digestion of PCR products with AclI restriction enzymes for FecXH mutation (Image of agarose gel 2%). Lane 1-7: PCR products with digestion mix., PCR: only PCR product M: DNA Marker (Bioron-Cat.No: 306005).



**Figure 4.** Digestion of PCR products with BstDEI restriction enzyme for FecXB mutation (Image of agarose gel 3.5%). Lane 1-7: PCR products with digestion mix., PCR: only PCR product M: DNA Marker (Fermentas-Cat.No: SM1191).

recent years (Jamshidi et al. 2009; Kasariyan et al. 2009; Karşlı and Balcıoğlu 2010). Kumar et al. (2006) reported that although some individuals single lambing in Garole breed, were found to be carriers FecB. The reason might be death of embryos, non-expression of FecB gene, nutritional factors leading to hormonal imbalances and other unknown environmental factors. Because of worst environmental conditions and the general based on pasture sheep breeding in Turkey, even if local sheeps have low prolificacy should be examined in terms of major genes.

Unlike the Booroola (FecB) mutation, heterozygous in ewes for *BMP-15* mutations increases ovulation rate while homozygous ewes are sterile due to small-undeveloped 'streak' ovaries (Galloway et al. 2000; Hanrahan et al. 2004). These genes should be examined in terms of both cause prolificacy and infertility. Reared in local sheep breeds in Turkey, few studies have done to identify the major genes. Booroola gene was investigated for Sakız (Polat 2006), Akkaraman, Morkaraman, Dağlıç, İvesi, Karakaş and Tuj (Karşlı and Balcıoğlu 2010). But Booroola gene couldn't be determined in none of the studies. All studies in literature related to BMP-15 gene were not found in Turkey.

The results of this study are similar with reports FecX<sup>L</sup> loci in Romanov, Finn, East Friesian, Teeswater, Blueface Leicester, Hu, Han, D'Man, Chios, Mountain sheep, German Whiteheaded Mutton, Lley, Loa, Galician, Barbados Blackbelly breeds (Davis et al. 2006), and FecX<sup>G</sup> loci in Han sheeps (Chu et al. 2007), and FecX<sup>L</sup> loci in Chios and Florina breeds (Michailidis et al. 2008), and FecX<sup>G</sup> allele in Sangsari breed (Kasariyan et al. 2009), and FecX<sup>L</sup> loci in Sangsari breed (Jamshidi et al. 2009), and FecX<sup>G</sup>, FecX<sup>L</sup>, FecX<sup>B</sup>, FecX<sup>H</sup> loci in D'Man, Queue Fine de L'Ouest, Sicilo-Sarde breeds (Vacca et al. 2010).

Some researchers reported that two samples in St. Croix and Barbados Blackbelly, 21 samples in Finn (Davis et al. 2006), 25 samples in Sakız and Florina (Michailidis et al. 2008), 150 samples in Sangsari (Jamshidi et al. 2009), and 406 samples in Sakız sheep breeds (Polat 2006), were used. When similar studies examined, major differences were found in respect to number of samples. Increasing the number of samples increases the probability of detection of this gene. But, in such studies pure individuals should be used that representing characteristics of breed.

#### 4. Conclusions

Recently improvements in molecular genetics enables major genes to be used in genetic improvement programmes based on marker assisted selection. PCR based diagnostic techniques are fast and reliable for determining of different point mutations. In order to take advantage of major genes, these genes should be determined. Major genes can be transferred to non-carrier breeds via cross breeding. Thus reproduction performance can be increased. There are no many researches related to major genes in Turkey. Number of samples should be increased to determine major genes. All sheep breeds reared in Turkey should be investigated in terms of major genes, especially BMP-15 (FecX<sup>L</sup>, FecX<sup>R</sup>) and GDF9 major genes. In case of detection of major genes, these genes can be used for increasing of reproduction performance. But, in case it is not detected, local sheep breeds can be cross breeding with carrying major genes breeds.

#### References

- Chu MX, Liu ZH, Jiao CL, He YQ, Fang L, Ye SC, Chen GH, Wang JY (2007) Mutation in BMPR-IB and BMP-15 genes are associated with litter size in small tailed Han sheep (*Ovis aries*). *Journal of Animal Science* 85: 598-603.
- Davis GH, McEwan JC, Fennessy PF, Dodds KG, Farquhar PA (1991) Evidence for the presence of a major gene influencing ovulation rate on the X chromosome of sheep. *Biology of Reproduction* 44: 620-624.
- Davis GH, Galloway SM, Ross IK, Gregan SM, Ward J, Nimbkar BV, Ghalsasi PM, Nimbkar C, Gray DG, Inounu I, Tiesnamurti B, Martyniuk E, Eythorsdottir E, Mulsant P, Lecerf F, Hanrahan JP, Bradford GH, Wilson T (2002) DNA tests in prolific sheep from eight countries provide new evidence on origin of the Booroola (FecB) mutation. *Biology of Reproduction* 66: 1869-1874.
- Davis GH (2005) Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genetics Selection Evolution* 37: 11-23.
- Davis GH, Balakrishnan L, Ross IK, Wilson T, Galloway SM, Lumsden JM, Hanrahan JP, Mullen M, Mao XZ, Wang GL, Zhao ZS, Zeng YQ, Robinson JJ, Mayrogenis AP, Papachristoforou C, Peter C, Baumung R, Cardyn P, Boujenane I, Cockett NE, Eythorsdottir E, Arranz JJ, Noter DR (2006) Investigation of the Booroola (*FecB*) and Inverdale (*FecX<sup>L</sup>*) mutations in 21 prolific breeds and strains of sheep sampled in 13 countries. *Animal Reproduction Science* 92: 87-96.
- Galloway SM, McNatty KP, Cambridge LM, Laitinen MPE, Juengell JL, Jokiranta TS, McLaren RJ, Luro K, Montgomery GW, Beattie AE, Davis GH, Ritvos O (2000) Mutations in an oocyte-derived Growth Factor Gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner. *Nature Genetics* 2: 279-283.
- Galloway SM, Gregan SM, Wilson T, McNatty KP, Juengel JL, Ritvos O, Davis GH (2002) BMP15 mutations and ovarian function. *Molecular and Cellular Endocrinology* 191: 15-18.
- Ghaffari M, Javaremi AN, Mianji GH (2009) Lack of polymorphism in the oocyte derived growth factor (GDF9) gene in the Shal breed of sheep. *South African Journal of Animal Science* 39: 355-360.
- Guan F, Liu SR, Shi GQ, Yang LG (2007) Polymorphism of FecB gene in nine sheep breeds or strains and its effects on litter size, lamb growth and development. *Animal Reproduction Science* 99: 44-52.
- Hanrahan JP, Gregan MS, Mulsant P, Mullen M, Davis GH, Powel R, Galloway SM (2004) Mutation in the genes for oocyte derived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare sheep (*Ovis aries*). *Biology of Reproduction* 70: 900-909.
- Hua GH, Chen SL, Ai JT, Yang LG (2008) None of polymorphism of ovine fecundity major genes FecB and FecX was tested in goat. *Animal Reproduction Science* 108: 279-286.
- Jamshidi R, Kasariyan MM, Hafezeyan H (2009) Application of PCR-RFLP Technique to determine BMP 15 gene polymorphism in Sangsari sheep breed of Iran. *Journal of Veterinary and Animal Advances* 8: 1906-1910.
- Karşlı T, Balcıoğlu MS (2010) Türkiye'de yetiştirilen altı yerli koyun ırkında BMPR-IB (Booroola) geninde FecB allel varlığının PCR-RFLP yöntemiyle araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16: 1033-1036.
- Kasariyan MM, Hafezeyan H, Sayahzadeh H, Jamshidi R, Asghari SR, Irajeyan GH, Buesagh H (2009) Genetic polymorphism FecB and BMP15 genes and its association with litter size in Sangsari sheep breed of Iran. *Journal of Veterinary and Animal Advances* 8: 1025-1031.
- Kumar S, Kolte AP, Mishra AK, Arora AL, Singh VK (2006) Identification of the FecB mutation in Garole×Malpura sheep and its effect on litter size. *Small Ruminant Research* 64: 305-310.

- McNatty KP, Smith P, Moore LG, Reader K, Lun S, Hanrahan JP, Groome NP, Laitinen M, Ritvos, O, Juengel JL (2005) Oocyte-expressed genes affecting ovulation rate. *Molecular and Cellular Endocrinology* 234: 57-66.
- Michailidis G, Avdi M, Pappa V (2008) Reproductive performance and investigation of BMPR-IB and BMP-15 gene mutations in Greek Chios and Florina sheep breeds. *Archiva Zootechnica* 11: 24-31.
- Miller S, Dykes D, Plesky HA (1988) Simple salting out procedure for extracting DNA from human cells. *Nucleic Acids Research* 16: 1215.
- Monteagudo LV, Ponz R, Tejedor MT, Lavina A, Sierra I (2009) A 17 bp deletion in the Bone Morphogenetic Protein 15 (BMP15) gene is associated to increased prolificacy in the Rasa Aragonesa sheep breed. *Animal Reproduction Science* 110: 139-146.
- Polat YO (2006) Sakız koyun ırkında BMPR-IB geninde çoklu doğuma neden olabilecek FecB alleli varlığının PCR-RFLP yöntemi ile araştırılması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Polley S, De S, Batabyal S, Kaushik R, Yadav P, Arora JS, Chattopadhyay S, Pan S, Brahma B, Datta T, Goswami SL (2009) Polymorphism of fecundity genes (BMPR1B, BMP15 and GDF9) in the Indian prolific Black Bengal goat. *Small Ruminant Research* 85: 122-129.
- Tajangookeh HD, Shahneh AZ, Zamiri MJ, Daliri M, Kohram H, Javaremi AN (2009) Study of BMP-15 gene polymorphism in Iranian goats. *African Journal of Biotechnology* 8: 2929-2932.
- Vacca GM, Dhaouadi A, Rekik M, Carcangiu V, Pazzola M, Dettori ML (2010) Prolificacy genotypes at BMPR 1B, BMP15 and GDF9 genes in North African sheep breeds. *Small Ruminant Research* 88: 67-71.
- Wilson T, Wu XY, Juengel JL, Ross IK, Lumsden M, Lord EA, Dodds KG, Walling GA, McEwan JC, O'connel AR, McNatty KP, Montgomery GW (2001) Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein IB receptor (ALK-6) that is expressed in both oocytes and granulosa cells. *Biology of Reproduction* 64: 1225-1235.

## Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) yumurtalarına uygulanan farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarına ve civciv çıkış ağırlığına etkileri

### Effects of different turning frequencies on hatchability traits and hatching weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs

Sezai ALKAN<sup>1</sup>, Taki KARSLI<sup>1</sup>, Hürriyet Sinem TUNA<sup>1</sup>, Mustafa ALTAN<sup>1</sup>, Murat Gökçe EREN<sup>1</sup> Halil İbrahim YOLCU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 07070, ANTALYA

<sup>2</sup>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, ANTALYA

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): S. Alkan, e-posta (*e-mail*): sezaialkan@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Kasım 2011  
Düzeltilme tarihi 09 Ocak 2012  
Kabul tarihi 18 Ocak 2012

#### Anahtar Kelimeler:

Japon bıldırcını  
Çevirme sıklığı  
Çıkış ağırlığı  
Kuluçka sonuçları

#### ÖZ

Bu çalışmada, Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) kuluçka süresince uygulanan farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarına ve çıkış ağırlığına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Günde 4, 8 ve 24 çevirme olmak üzere üç farklı çevirme sıklığı uygulanmıştır. Çıkış ağırlıkları günde 4 kez çevirme yapılan grupta  $7,70\pm 0,029$  g, 8 kez yapılan grupta  $7,86\pm 0,028$  g ve 24 kez yapılan grupta ise  $8,21\pm 0,032$  g olarak belirlenmiş olup aralarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Buna karşın, çevirme grupları arasında ise kuluçka sonuçları bakımından herhangi bir farklılık saptanmamıştır.

#### ARTICLE INFO

Received 17 November 2011  
Received in revised form 09 January 2012  
Accepted 18 January 2012

#### Keywords:

Japanese quail  
Turning frequency  
Hatching weight  
Hatchability traits

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of different turning frequency on hatchability traits and hatching weight in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Three different turning frequencies, 4, 8 and 24 times a day, were applied. Hatching weights were determined as  $7.70\pm 0.029$  g,  $7.86\pm 0.028$  g and  $8.21\pm 0.032$  g in 4, 8 and 24 times turning a day groups, respectively. Differences among the groups were significant in respect to hatching weight ( $p<0.01$ ), whereas there was no significant differences found among the groups in terms of hatchability traits.

## 1. Giriş

Gerek insan sağlığı, gerekse bedensel ve zihinsel gelişim bakımından yeterli ve dengeli beslenmede hayvansal proteinlerin büyük bir önemi bulunmaktadır. Türkiye’de ekonomik yetersizlikler, karbonhidrat ağırlıklı beslenme alışkanlığı gibi nedenlerle, insanlar yeterli miktarda ve kaliteli hayvansal protein tüketememektedirler. Türkiye’de kişi başına tüketilen günlük hayvansal protein miktarı diğer Avrupa ülkelerine göre oldukça yetersizdir (Nazlıgül ve ark. 2001).

Hayvansal protein gereksiniminin karşılanması amacıyla, yaygın olarak yetiştirilen hayvan türlerinde verim düzeylerinin geliştirilmesi yönündeki çalışmaların yanı sıra, bazı yeni hayvansal protein kaynaklarından yararlanma yoluna da gidilmektedir. Dünyada son yıllarda alternatif kanatlı yetiştiriciliği hızla artmaktadır. Alternatif kanatlı yetiştiriciliği kaynaklarından biri de diğer kanatlılara göre daha yüksek bir

üretim hızı göstermekte olan bıldırcındır (Şeker 2003).

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde bıldırcının geçmişi oldukça yeni sayılır. Yakın zamana kadar daha çok bir av hayvanı olarak insanların ilgisini çekmiş, hobi olarak da ilgi görmüştür. Bıldırcının et ve yumurtasından yararlanılması amacıyla seleksiyona tabi tutulup, bu yönde yetiştirilmeye başlanması çok yenidir. Bu konuda öncülüğün Çin ve Japonya tarafından yapıldığı görülmektedir (Nazlıgül ve ark. 2001). Ülkemizde son yıllarda et ve yumurta için bıldırcın üreten işletmelerin sayısı oldukça artmıştır.

Bıldırcın kaliteli protein kaynağı olmasının yanı sıra deney hayvanı olarak ta oldukça fazla kullanılmaktadır. Bıldırcın, generasyonlar arası süresinin kısıllığı, seleksiyonun etkilerinin kısa sürede alınabilmesi, genetik ıslah çalışmalarına uygunluğu,

birim alanda fazla hayvan bulundurulabilmesi, kolayca yetiştirilebilmesi, hastalıklara karşı diğer kanatlı çiftlik hayvanlarına göre daha dayanıklı olması, az yem tüketmesi ve kısa sürede eşeyssel olgunluğa ulaşması gibi nedenlerle kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde model hayvan olarak önem kazanmıştır (Alkan ve ark. 2008a, 2010). Bildiricilerde değişik şartlarda çeşitli seleksiyon çalışmaları yapılmış, farklı çevre şartlarına çabuk uyum sağladıkları ve seleksiyona iyi cevap vererek yeni hatların oluşturulmasına yatkınlık gösterdikleri saptanmıştır (Testik ve ark. 1993; Koçak ve Özkan 2000; Özcan ve ark. 2001; Alkan ve ark. 2008b). Bildiricin yetiştiriciliğinin önemli bir avantajı da bir çeşit saf ırk özelliği göstermesidir. Yani et ve yumurta tavukçuluğunda her üretim dönemi başında yeni hibrit civcivlerin alınma zorunluluğu varken bildiricin yetiştiriciliğinde yerleşmiş bir damızlıkçı sistem olmaması nedeniyle işletmeler mevcut hayvan materyaliyle elde ettikleri yumurtaları kuluçkaya koyarak, civcivleri üretimde kullanabilmektedir. Başarılı bir çıkış elde edebilmek için kuluçka öncesi ve sonrası optimum koşulların sağlanması gerekmektedir (Şeker 2003).

Kuluçka sonuçları, sürüdeki erkek dişi oranı, yumurtaların depolanma süresi, genetik faktörler, yumurta özellikleri, beslenme, damızlık hayvanların canlı ağırlığı, damızlık yaşı, kuluçka ve sağlık koşulları gibi faktörlerden etkilenmektedir. Kuşlarda yumurtanın büyüklük ve kompozisyon gibi özelliklerinin, embriyo gelişimiyle ve yumurtadan yeni çıkan yavrunun özellikleriyle yakından ilgili olduğu bilinmektedir (Balkan ve Karakaş 2007). Bildiriciler ile yapılan çeşitli çalışmalarda da kuluçkalık yumurta ağırlığı ile çıkış ağırlığı arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur (Özcan ve ark. 2001).

Yumurta akının yoğun olmasını sağlayan madde yumurta akı proteinlerinden ovomucin'dir. Yumurta sıvısı içinde yüzen sarının merkezde kalıp sıvı yüzeyine çıkmasını engelleyebilmek için şalaza başta olmak üzere bazı mekanizmalar bulunmaktadır. Ayrıca kuluçka sürecinin başlamasıyla (sıcaklık artışı, embriyonun gelişmeye başlaması vb.) ovomucin hızla yoğunluğunu kaybederek, viskozitenin düşmesine (yani sıvılaşmasına) neden olmakta ve buna bağlı olarak sarının merkezde kalması zorlaşmaktadır. Bu nedenle embriyo ve embriyonik zarların kabuğa doğru yönelip kabuğa yapışmaması için yumurtaların düzenli aralıklarla çevrilmesi gerekmektedir. Çevirme işlemi, embriyonun veya embriyonik zarların kabuk zarlarına yapışmasını engellemesinin yanı sıra, embriyonun çıkış pozisyonu almasına da yardımcı olur ve pozisyon hatasından kaynaklanan embriyo ölümlerini azaltır. Bunun yanında embriyonun besin maddesi ihtiyacı ve solunumu için çok önemli olan korio-allantois kesesinin gelişimini sağlamak, embriyo-albümin ve yumurta sarısı arasındaki normal ilişkinin devam etmesi ve embriyo tarafından albüminin kullanılması için gerekli olan ekstra-embriyonik sıvının şekillenmesine yardımcı olmak amacıyla da gelişim döneminde yumurtaların çevrilmesi gerekmektedir (Deeming 1989a,b; Wilson 1991; Çopur 2004; Balkan ve Karakaş 2007). Çevirme yapılmayan yumurtalarda, albümin kesesinin normal gelişimi gecikmekte ve amnion zarından embriyoya albümin transferi engellenmekte, yumurtanın sivri ucunda korio-allantois zarı ile kabuk arasında bulunan ve embriyo tarafından tüketilemeyen albümin oksijen geçişini kısıtlamakta, ekstra-embriyonik sıvı oluşumu, yumurta sarısının kullanımı ve embriyonik gelişim de gerilemektedir (Babiker ve Baggott 1992; Elibol ve Brake 2003, 2008).

Kuluçka sırasında yumurtaların, bölmelerde belirli bir şekilde durması ve belirli aralıklarla çevrilmesi gerekmektedir. Uygun olan pozisyon küt kısmı yukarıya gelecek, fakat dik

olmayacak şekilde konmasıdır. Civciv doğal olarak başı yukarıya dönük olacak şekilde gelişir. Hava kesesi bu tarafta olduğundan, çıkış zamanı embriyo zarı delerek buradaki havayla temasa geçer ve akciğer solunumunu başlatır. Yumurtaların sivri uçları yukarı tarafa gelecek şekilde konulması halinde civcivler yine başı yukarıya dönük olacak şekilde gelişir ve ters uçtaki hava kesesine ulaşamaz, bu da çıkış gücünün düşmesine neden olur. Kuluçka makinesinde yumurtalar öne ve arkaya doğru çevrilir. Yumurtalar tam bir daire olacak şekilde çevrilmezler. Çünkü bu şekilde döndürülme sonrası allantois zarı yırtılabilir. Bu nedenle yumurtalar yavaşça döndürülmeli ve bir sonraki döndürme zamanına kadar öylece bırakılmalıdır (Şeker 2003).

Bu çalışmada, Japon bildiricilerinde (*Coturnix coturnix japonica*) kuluçka süresince uygulanan farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarına ve çıkış ağırlığına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesinde yetiştirilen Japon bildiricilerinden (*Coturnix coturnix japonica*) elde edilen kuluçkalık yumurtalar oluşturmuştur. Kuluçka işleminde aynı ünitelerde bulunan üç adet gelişim ve bir adet çıkış makinesi olmak üzere toplam dört adet kuluçka makinesinden yararlanılmıştır. Kuluçka koşullarındaki farklılıkların minimum düzeyde tutulabilmesi için kuluçka makineleri tek bir odada toplanmış ve her seferinde kuluçka makinelerinin sıcaklık, nem, havalandırma ve diğer aparatları tek tek kontrol edilmiştir. Kuluçkaya konan yumurtaların gruplara göre ortalama ağırlıkları Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Gruplara göre ortalama yumurta ağırlıkları.

Gruplar	N	Ortalama Yumurta Ağırlığı (g)
1. grup (saatte bir)	657	11,73 ± 0,038
2. grup (üç saatte bir)	687	11,81 ± 0,036
3. grup (altı saatte bir)	652	11,77 ± 0,037

### 2.2. Yöntem

Altı aylık yaşta olan 100 adet bildiriciden bir haftada elde edilen 588 adet yumurta öncelikle birey ve yumurta ağırlığının etkisinin en aza indirilebilmesi için karıştırılmıştır. Daha sonra ise bu yumurtalar rastgele üç gruba ayrılmıştır (üç gruptaki yumurta ağırlıkları arasında fark olup olmadığını belirlemek için varyans analizi uygulanmış ve yumurta ağırlıkları arasında fark bulunamamıştır). Kuluçka makinesine konmadan önce her gruptaki yumurtalar bireysel olarak numaralanmış ve ağırlıkları belirlenmiştir. Birinci gruba ait 196 yumurta saatte bir (günde 24 sefer) ve 45° açıyla, ikinci gruba ait 196 yumurta üç saatte bir (günde 8 sefer) ve 45° açıyla ve üçüncü gruba ait 196 yumurta ise altı saatte bir (günde 4 sefer) ve 45° açıyla ile çevrilmiştir. Her üç makinede de yumurtalara 37,7 °C sıcaklık ve % 55 oransal nem uygulanmıştır. Yumurtalar 14. günde çıkış makinesine aktarılmıştır. Çıkış makinesinde yumurtalara 37,2°C sıcaklık ve % 75 nem uygulanmıştır. Kuluçka süresinin sonunda makineden çıkan her civcivin ağırlığı bireysel olarak kaydedilmiştir.

Kuluçka sonuçlarını belirleyebilmek için öncelikle verilerin hazırlanmasında ve ön değerlerin elde edilmesinde MsExcel

programından yararlanılmıştır. Kuluçka süresinin sonunda çıkmayan yumurtalar kırılarak erken dönem (<6 gün) ve geç dönem (14-16 gün) embriyo ölümleri ile kabuk altı (17 gün + kabuğu delip ölen) ölümler belirlenmiştir. Çıkış gücü, kuluçka randımanı, erken embriyonik ölüm, geç embriyonik ölüm ve kabuk altı ölüm oranları aşağıda belirtilen formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

Kuluçka randımanı (%) = (Çıkan civciv sayısı / Makineye konan yumurta sayısı) x 100

Çıkış gücü (%) = (Çıkan civciv sayısı / Makineye konan dömlü yumurta sayısı) x 100

Kabuk Altı Ölüm Oranı (%) = (Kabuk altı ölen civciv sayısı / Dömlü yumurta sayısı) x 100

Geç Embriyonik Dönem Oranı (%) = (GED ölen civciv sayısı / Dömlü yumurta sayısı) x 100

Erken Embriyonik Dönem Oranı (%) = (EED ölen civciv sayısı / Dömlü yumurta sayısı) x 100

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde SPSS (Anonim 2001) paket programı kullanılmıştır. Farklı çevirme sıklığının çıkış ağırlığına etkisini ve gruplar arasında yumurta ağırlığı bakımından fark olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizi metodu kullanılmıştır. Gruplar arası önem kontrolleri ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarına etkilerini belirleyebilmek için bir non-parametrik test olan Kruskal Wallis analizi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Civciv çıkış ağırlıkları Çizelge 2' de ve kuluçka sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda civciv çıkan yumurtaların ortalama ağırlıkları birinci grupta 11,73±0,038g, ikinci grupta 11,81±0,036g ve üçüncü grupta ise 11,77±0,037g olarak belirlenmiş olup ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur. Çizelge 2' de görüldüğü gibi, gruplar arasında civciv çıkış ağırlıkları bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (p<0,01). En yüksek ortalama çıkış ağırlığı birinci grupta (saatte bir) saptanmış olup bu grubu sırasıyla ikinci (üç saatte bir) ve üçüncü grup (altı saatte bir) izlemiştir. Çizelge 3' den de anlaşıldığı gibi, gruplar arasında çıkış gücü, kuluçka randımanı, kabuk altı ölüm oranı, erken-geç dönem embriyonik ölüm oranları bakımından herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

**Çizelge 2.** Gruplara göre ortalama çıkış ağırlıkları.

Grup	N	Ortalama çıkış ağırlığı (g)
1. grup (saatte bir)	657	8,21 ± 0,032a
2. grup (üç saatte bir)	687	7,86 ± 0,028b
3. grup (altı saatte bir)	652	7,70 ± 0,029c

Kuluçka süresince uygulanan üç farklı çevirme sıklığının kuluçka sonuçlarını önemli derecede etkilememesine karşın, çıkış ağırlığını önemli derecede etkilediği belirlenmiş olup en yüksek çıkış ağırlığı saatte bir çevirme uygulanan grupta elde edilmiştir. Bu grubu 3 saatte bir ve 6 saatte bir çevirme yapılan gruplar izlemiştir. Çevirme sayısının artmasına bağlı olarak, embriyonun yumurtadaki besin maddelerinden daha etkin yararlandığı bilinmektedir. Bu durum farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da belirtilmektedir. Deeming (1989c) tarafından yapılan bir çalışmada, kritik periyot olan 3-7. günler arasında yumurtaların yeterince çevrilmesinin kan basıncını arttırmasına bağlı olarak vaskülosa alanında bulunan

**Çizelge 3.** Gruplara göre kuluçka sonuçları.

	Grup	N	Ortalama
Çıkış Gücü (%)	1. grup	960	90,64±1,28
	2. grup	983	90,57±1,47
	3. grup	984	88,55±2,27
Kuluçka Randımanı (%)	1. grup	960	68,36±1,21
	2. grup	983	69,78±1,45
	3. grup	984	66,36±2,21
Kabuk Altı Ölüm Oranı (%)	1. grup	960	3,70±0,82
	2. grup	983	3,31±0,59
	3. grup	984	4,06±0,85
Erken Embriyonik Ölüm Oranı (%)	1. grup	960	1,79±0,47
	2. grup	983	1,02±0,66
	3. grup	984	1,37±0,74
Geç Embriyonik Ölüm Oranı (%)	1. grup	960	3,84±0,79
	2. grup	983	5,12±0,53
	3. grup	984	6,00±1,21

kan damarlarının ve vaskülosa alanının gelişmesini hızlandırdığı, yumurta sarısının kullanımını en üst düzeye çıkardığı ve buna bağlı olarak da embriyonun büyüme hızını arttırdığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise yumurtaların yeterince çevrilmesinin embriyoların rahat bir çıkış pozisyonu almasına yardımcı olduğu ve yumurtada bulunan besin maddelerinin embriyonun gelişmesi için düzgün bir şekilde dağılmasını sağladığı belirtilmiştir (Abiola ve ark. 2008). Ayrıca embriyo gelişiminin son aşamasında çevrilmeyen yumurtalarda korio-allantoik membranın gelişmesi kesintiye uğramakta (Tullet ve Deeming 1987), amnion ve allantoik sıvısının hacmi olumsuz yönde etkilenmekte, embriyonik büyüme azalmakta (Tazawa 1980; Deeming ve Ferguson 1991), amniotik sıvının protein içeriği azalmakta, kullanılmayan albumin proteinleri yumurtanın alt kısmında toplanmaktadır (Tullet ve Deeming 1987; Deeming ve Ferguson 1991).

Yumurta sarısının germinal diskle temasta olan kısmı diğer kısımlarından daha hafiftir ve devamlı olarak yukarı çıkma eğilimi göstermektedir. Bu nedenle de, her çevirmede germinal disk taze besinin olduğu bölgeye yakınlaşmaktadır. Bu sistem embriyoya besinleri taşıyacak olan kan dolaşım sistemi oluşuncaya kadar büyük bir önem taşımaktadır. Yumurta çevrilmesinin aksadığı ya da çevirmenin yeterli olmadığı durumlarda embriyo gelişiminin en kritik olduğu dönemde yeterli besini alamama ve oksijensiz kalma tehlikesi ile karşılaşabilmektedir. Bu duruma bağlı olarak da, civcivlerin çıkış ağırlıkları arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Şeker 2003).

### 4. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada kuluçkaya konulan yumurtaların ağırlıkları arasında önemli bir farklılık olmadığı göz önüne alındığında, gruplar arasında civcivlerin çıkış ağırlıkları bakımından ortaya çıkan farklılığın çevirme sayısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü yumurtaların saatte bir çevrilmesinin, yumurtada bulunan besin maddelerinin düzgün bir şekilde dağılmasını sağladığı ve bu nedenle embriyonun daha iyi geliştiği düşünülmektedir. Bu nedenle de sağlıklı, gelişmesini tamamlamış ve çıkış ağırlığı iyi olan civcivlerin elde edilebilmesi için kuluçka makinesinde yumurtaların en azından saatte bir çevrilmesi gerekmektedir. Kuluçka sonuçları bakımından ise otomatik çevirme yapan makinelerde saatte bir çevirme yapılması daha uygunken, otomatik çevirmenin olmadığı makinelerde saatte bir çevirme mümkün olmadığı takdirde üç saatte bir çevirme yapılabilir.



## Kaynaklar

- Abiola SS, Afolabi AO, Dosunmu OJ (2008) Hatchability of chicken eggs as influenced by turning frequency in hurricane lantern incubator. *African Journal of Biotechnology* 7: 4310-4313.
- Alkan S, Karabağ K, Galiç A, Balcioğlu MS, Yolcu Hİ, Karlı T (2008a) Yaz mevsiminde yetiştirilen Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix Japonica*) canlı ağırlığın yumurta verimine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21: 35-40.
- Alkan S, Galiç A, Karabağ K, Balcioğlu MS (2008b) Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) canlı ağırlık ve yumurta verimi bakımından seleksiyonun çıkış ve 6. hafta canlı ağırlıklarına etkileri. *Hayvansal Üretim* 49: 16-19.
- Alkan S, Karabağ K, Galiç A, Karlı T, Balcioğlu MS (2010) Determination of body weight and some carcass traits in Japanese quails (*coturnix coturnix japonica*) of different lines. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16: 277-280.
- Anonim (2001) SPSS for Windows. Release 11.0.0, SPSS Inc.
- Babiker EM, Baggott GK (1992) Effect of turning upon the sub-embryonic fluid and albumen of the egg of the Japanese quail. *British Poultry Science* 33: 973-991.
- Balkan M, Karakaş R (2007) Bıldırcın (*Coturnix coturnix japonica*) yumurtalarına ilişkin bazı özellikler. *DÜ Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* 8: 112-119.
- Çopur G (2004) Damızlık yetiştiriciliğinde kuluçka aksaklıkları. *Hayvansal Üretim* 45: 31-35.
- Deeming DC (1989a) Characteristics of unturned eggs: Critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilization. *British Poultry Science* 30: 239-249.
- Deeming DC (1989b) Importance of sub-embryonic fluid and albumen in the embryo's response to turning of the egg during incubation. *British Poultry Science* 30: 591-606.
- Deeming, DC (1989c) Failure to turn eggs during incubation: Development of the area vasculosa and embryonic growth. *Journal of Morphology* 201: 179-186.
- Deeming DC, Ferguson MWJ (1991) Physiological effects of incubation temperature on embryonic development in reptiles and birds. In: Deeming DC, Ferguson MWJ (Eds), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 147-171.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987) Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1021, Ankara.
- Elibol O, Brake J (2003) Effects of frequency of turning from 3 to 11 days of incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science* 82: 357-359.
- Elibol O, Brake J (2008) Effects of position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science* 8: 1237-1241.
- Koçak Ç, Özkan S (2000) Bıldırcın, sülün ve keklik yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 538, İzmir.
- Nazlıgül A, Bardakçioğlu HE, Türkyılmaz K, Cenani N, Oral D (2001) Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yerleşim sıklığının yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve yem tüketimine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 27: 429-438.
- Özcan M, Ekiz B, Güneş H (2001) Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) gruplandırılmış yumurta ağırlığı ve çıkım ağırlığının büyüme performansı üzerine etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 27: 577-584.
- Şeker İ (2003) Bıldırcınlarda kuluçkalık yumurtaların döllülük oranına ve kuluçka sonuçlarına bazı faktörlerin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 14: 42-46.
- Tazawa H (1980) Adverse effect of failure to turn the avian egg on the embryo oxygen exchange. *Respiratory Physiology* 41: 137-142.
- Testik A, Uluocak N, Sarıca M (1993) Değişik genotiplerdeki Japon bıldırcınlarının (*Coturnix coturnix japonica*) bazı verim özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 17: 167-173.
- Tullett SG, Deeming DC (1987) Failure to turn eggs during incubation, the effects on embryo weight, development of the chorioallantois and absorption of albumen. *British Poultry Science* 28: 239-249.
- Wilson HR (1991) Physiological requirements of the developing embryo: Temperature and turning. In: Tullett SG (Ed), *Avian Incubation*. Butterworth Heinemann, London, pp. 145-146.

## Yetiştirme ortamlarının *Alnus orientalis* fidanlarının büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içeriklerine etkileri

### Effects of growing substrates on growth characteristics and leaf nutrient contents of *Alnus orientalis* seedlings

Selma KÖSA, Osman KARAGÜZEL

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Kösa, e-posta (e-mail): selmaerso@gmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 12 Eylül 2011  
Düzeltilme tarihi 30 Mayıs 2012  
Kabul tarihi 07 Haziran 2012

#### Anahtar Kelimeler:

Doğu kızılğacı  
Çiftlik gübresi  
Torf  
Kum  
Azot

#### ÖZ

Bitkisel peyzaj tasarımında doğal türlerin kullanımı tür çeşitliliğinin artırılması, bakım giderlerinin azaltılması ve sürdürülebilirliğin önemli araçlarından biri olarak görülmektedir. Ancak bu amaçla kullanım için doğal türlerin fidanlık koşullarındaki kültürel uygulamalara tepkilerinin belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada yetiştirme ortamlarının *Alnus orientalis* (Decne.) fidanlarının büyüme özellikleri ile yaprak besin elementi içeriklerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Çalışmada 3 litrelik plastik saksılara doldurulmuş torf+kum (2:1), torf+perlit (2:1) ve toprak+çiftlik gübresi+kum (2:1:1) hacimsel karışımları yetiştirme ortamı olarak kullanılmış ve fidanlar 5 ay süre ile Alanya koşullarında açıkta ve 15 gün aralıklarla 15 mL verilen ve 100 mg L<sup>-1</sup> azot (N): 50 mg L<sup>-1</sup> fosfor (P):150 mg L<sup>-1</sup> potasyum (K) konsantrasyonlarını içeren gübreleme programı etkisinde yetiştirilmişlerdir. Sonuçlar fidan büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içeriklerinin yetiştirme ortamlarından önemli düzeyde etkilendiğini göstermiştir. En yüksek fidan boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yan dal sayısı ve uzunluğu, gövde ve kök kuru ağırlık değerleri ile en yüksek yaprak N, K, Ca, Mg ve Fe içerikleri toprak+çiftlik gübresi+kum (2:1:1 hacimsel) karışımında yetiştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Ayrıca yaprak N içeriği ile denemede incelenen tüm büyüme özellikleri arasında önemli ve pozitif ilişkiler saptanmıştır.

#### ARTICLE INFO

Received 12 September 2011  
Received in revised form 30 May 2012  
Accepted 07 June 2012

#### Keywords:

Oriental alder  
Manure  
Peat  
Sand  
Nitrogen

#### ABSTRACT

Use of native species in planting design has been seen one of the important tools for increasing plant diversity, decreasing maintenance cost and achieving sustainability in the landscapes. However, investigation of plant responses to cultural treatments under nursery conditions is needed to be used native plant species for this purpose. This study was carried out to determine the effects of growing substrates on growth characteristics and leaf nutrient contents of *Alnus orientalis* (Decne.) seedlings. In the experiment, the mixtures of peat+sand (2:1 by volume), peat+perlite (2:1) and soil+manure+sand (2:1:1) filled 3-L (18 cm) plastic pots were used as growing substrate, and seedlings were grown under a fixed fertilization program consisted of 100 mg L<sup>-1</sup> N: 50 mg L<sup>-1</sup> P:150 mg L<sup>-1</sup> K and applied as 15 mL per pot in 15 day-intervals for five months in the open field under Alanya conditions. Results indicated that growth characteristics and leaf nutrient contents of seedlings were significantly affected by growing substrates. Highest values for seedling height, stem diameter, leaf number, side shoot number and length and dry weight of stem and root, and the highest leaf N, K, Ca, Mg and Fe contents were recorded for the seedlings grown on soil+manure+sand (2:1:1 by volume) mixture. In addition, there were significant and positive correlations between leaf N contents and all growth characteristics considered in the experiment.

## 1. Giriş

Genelde süs bitkileri, özelde ise dış mekân süs bitkilerinde çeşitlendirme ihtiyacı süregelen bir olgudur. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi mevcut kültür türlerinde ıslah çalışmalarıyla yeni çeşit ve formların geliştirilmesi veya doğal tür ve genotiplerin bu amaçla kullanımının sağlanması ile mümkün

olabilmektedir (Tay 2007). Son yıllarda bitkisel peyzaj tasarımında doğal türlerin kullanımı, bakım giderlerinin azaltılması ve sürdürülebilirliğin en önemli unsuru olarak görülmekte ve bu yaklaşım gittikçe yaygınlaşmaktadır (Heywood 2003; Scheiber ve ark. 2008; Karaguzel ve Girmen

2009; Brzuszek ve ark. 2010). Türkiye sahip olduğu doğal bitki genetik kaynakları zenginliği ile bu yaklaşım ve ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanması açısından dünyanın en şanslı ülkelerinden biridir.

Huşgiller (Betulaceae) familyasına dahil 30 kızılgağaç [*Alnus* (Mill.)] türünden biri olan ve dünyada Türkiye, Kıbrıs Adası, Lübnan ve Suriye gibi Akdeniz ülkelerinde doğal yayılış gösteren Doğu Kızılgağacı [*Alnus orientalis* (Decne.)] (Yaltırık ve Efe 2000), Akdeniz Bölgesi için tür çeşitlendirme çalışmalarında önemli alternatiflerden biri olarak değerlendirilmektedir (Ersoy 2007). *A. orientalis*, kalın dallı, kısa gövdeli, yuvarlak tepeli ve en fazla 20 m'ye kadar boylanan bir ağaç olarak tanımlanmaktadır (Yaltırık ve Efe 2000). Yaprak döken bu türün Akdeniz kıyı kesimindeki örnekleri gençken yuvarlak, yaşlılıkta ise kademeli taç yapıları ve orta dokulu yeşil aksamları ile ilgi çekici özellikler sergilemekte ve bitkisel peyzaj tasarımları için alternatif oluşturmaktadırlar. Öte yandan, diğer *Alnus* türlerinde olduğu gibi (Laws ve Graves 2005) *A. orientalis* türü de nodüller yoluyla hava serbest azotunu toprağa bağlama yeteneğine sahip ve bunu en üst düzeyde başarabilen ağaç türlerinden biridir (Kurdali 2000).

Bir doğal türün genç fertlerinin doğal alanlardan sökülerek peyzaj plantasyonlarında kullanılması doğaya ve çevreye verilen zararlar nedeniyle kabul edilebilir bir yöntem değildir. Doğal türlerin süs bitkileri sektörüne kazandırılması ve kullanıma bu noktadan sonra geçilmesi izlenebilecek ve evrensel anlamda kabul görmüş tek yoldur (Brzuszek ve Harkess 2009). Bu yöntemin en önemli ilk basamaklarını tür veya genotipin özelliklerinin tanımlanması ve çoğaltma tekniklerinin belirlenmesi oluşturmaktadır (von Henting 1998). Ancak bir türün sektörel yapıda yer alması için yalnızca çoğaltılabilir olması yeterli değildir (Jozwik 1992). Etkin bir fidanlık yönetimi ve ekonomik bir üretim süreci için kullanılan türün yetiştirme ortamları ve gübreleme programlarına tepkileri ile belirli ekolojik koşullarda büyüme yeteneğine ilişkin temel bilgilerin var olmasına ihtiyaç vardır (Davidson ve ark. 1994; von Henting 1998).

Bitki türlerinin fidanlık koşullarında kullanılan yetiştirme ortamlarına tepkileri, türün genetik özellikleri ile ortamların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir (Davidson ve ark. 1994; Karagüzel 1996). Öte yandan ürünleri çevreye ve insan yaşamına büyük katkı sağlayan ve temelde intansif (yoğun) tarımsal üretim alanları olan fidanlıkların gübre sızıntıları nedeniyle çevre üzerine olumsuz etkileri olabilmektedir (Newman ve ark. 2006; Mangiafico ve ark. 2008). Bu nedenle günümüzde türlerin yetiştirme ortamlarına tepkileri belirlenirken çevre dostu ve sızıntıya fırsat vermeyen gübreleme yaklaşımlarının da dikkate alınması gerekmektedir (Jackson ve ark. 2008).

*Alnus* türlerinden büyük bir bölümünün çok asidikten hafif alkaliye kadar pH değeri olan topraklarda yetişebildikleri bildirilmektedir (Dirr 1998). Bu genel tanım dışında *Alnus* türlerinin fidanlıklarda kullanılan yetiştirme ortamlarına tepkilerine ilişkin sınırlı sayıda araştırma vardır. *Alnus nitida*

[(Spach.) EngI.] fidanlarının iyi gelişme gösterdiği yetiştirme ortamının kum olduğu (Atul ve Sharma 2002), *Alnus incana* [(L.) Moench] fidanlarının ise en iyi gelişmeyi içerisinde % 50-75 ağaç kabuğu bulunan yetiştirme ortamında gösterdikleri (Salas ve Reznicek 2001) belirlenmiştir. Laws ve Graves (2005), *Alnus maritima* (Nutt.) ile ilgili çalışmalarında yetiştirme ortamı olarak kaba (tarım) perlit kullanmış, Kurdali (2000) ise *Alnus* türlerinde nodülasyon ve azot fiksasyonu ile ilgili denemesinde bitkileri *A. orientalis* ağaçlarının altındaki 10 cm derinlikten aldığı toprakta yetiştirmiştir.

Bilinen bu bilgilere rağmen, genelde *Alnus* cinsi, özelden *A. orientalis* türünün fidan döneminde iyi gelişme gösterdiği yetiştirme ortamlarına ilişkin bilgiler sınırlıdır. Bu nedenle *A. orientalis*'in fidancılık sektörüne benimsenmesi, fidanlarının üretilip tasarımcı ve uygulayıcıların kullanımına sunulabilmesi açısından fidanlarının farklı yetiştirme ortamlarında büyüme özelliklerinin belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışma, sabit ve sınırlı bir gübreleme programı altında yetiştirme ortamlarının *A. orientalis* fidanlarının büyüme özellikleri ile yaprak besin maddesi içeriklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Antalya ili Alanya ilçesi Kargı Çayı kenarlarında doğal olarak yetişmekte olan Doğu Kızılgağacı [*Alnus orientalis* (Decne.)] doğal populasyonundan alınan tohumların çimlendirilmesi sonucu elde edilen fidanlar bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Nisan ayı sonunda, laboratuvar koşullarında saklanan tohumlar viyollerde Perlit+Torf (1:1 hacimsel) karışımına ekilmiş ve cam serada otomatik sisleme altında çimlendirilmiş ve elde edilen ~5,0 cm uzunluğundaki fidanlar 3 Temmuz tarihinde Alanya'da üç farklı yetiştirme ortamı doldurulmuş 3 litrelik saksılara şaşırtılmıştır. Çalışmada; torf+kum (2:1 hacimsel), torf+perlit (2:1 hacimsel) ve tınlı toprak+yanmış çiftlik gübresi+kum (2:1:1 hacimsel) karışımlarından oluşan harçlar yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan yetiştirme ortamlarından deneme öncesi örnekler alınarak analiz ettirilmiş ve ortamların bazı temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1).

Alanya koşullarında açıkta gerçekleştirilen deneme üç yinlemeli tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve her yinelemede 20 bitki kullanılmıştır. Deneme Temmuz-Kasım 2005 döneminde yürütülmüş ve bitkiler ihtiyaç duyuldukça elle sulanmıştır. Deneme süresince 15 gün aralıklarla tüm ortamlardaki her bir saksıya 100 mg L<sup>-1</sup> N, 50 mg L<sup>-1</sup> P ve 150 mg L<sup>-1</sup> K içerecek şekilde konsantrasyonları düzenlenmiş sıvı gübreden 15 mL verilmiştir.

Fidanlarda 18 Temmuz tarihinde başlamak üzere 15 gün aralıklarla; fidan boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yan dal sayısı ve uzunluğuna ilişkin ölçümler yapılmış ve bu ölçümler 15 Kasım tarihine kadar sürdürülmüştür.

Deneme süresince Alanya'da gerçekleşen aylık ortalama sıcaklık değerleri 2005 yılı Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve

Çizelge 1. Deneme öncesi yetiştirme ortamlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri<sup>z</sup>.

Yetiştirme Ortamı	pH	Kireç (%)	EC (dS cm <sup>-1</sup> )	Kum (%)	Kil (%)	Mil (%)	Org. Mad. (%)	P (mg L <sup>-1</sup> )	K (mg L <sup>-1</sup> )	Ca (mg L <sup>-1</sup> )	Mg (mg L <sup>-1</sup> )
Torf+Kum	7,4	8,8	525	66	4	3	1,5	58	129	1995	156
Torf+Perlit	7,2	3,2	541	-	-	-	40,5	297	433	4149	301
Toprak+Çiftlik gübresi+Kum	7,9	4,8	526	67	11	22	1,9	98	255	1995	225

<sup>z</sup>: Analizler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı toprak analiz yöntem ve standartlarına göre yapılmıştır.

Kasım aylarında sırasıyla 28,6°C, 28,9°C, 26,6°C, 21,5°C ve 15,8°C olarak ölçülmüştür. Aynı dönem içinde aylık ortalama günlük toplam PAR değerleri 2005 yılı Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım ayları için sırasıyla 45,4, 41,5, 34,3, 23,4 ve 17,2 mol m<sup>-2</sup> d<sup>-2</sup> olarak hesaplanmıştır.

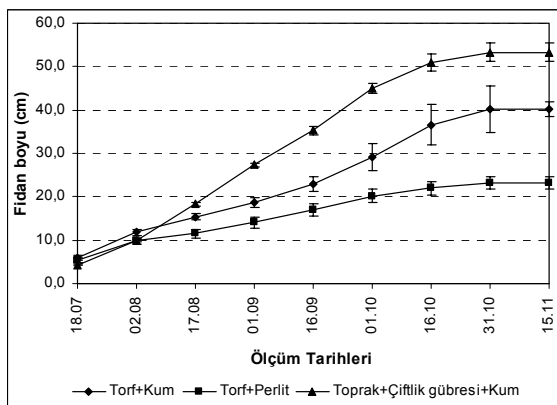
5-7 Ekim tarihlerinde, her bir yetiştirme ortamındaki fidanlardan olgun yaprak örnekleri alınmış, bu örneklerde dijital planimetreyle yaprak alanı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Aynı tarihte alınan yaprak örnekleri Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde analiz edilerek yaprakların besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca deneme sonunda kök ve gövde dokularının inkübatörde 50°C'de 5 gün süreyle kurutulduktan sonra tartılmasıyla bitki başına kök ve gövde kuru ağırlıkları saptanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen verilerden zamana bağlı değişimlerle ilgili olanlar grafikler şeklinde değerlendirilmiş, diğer verilere SPSS 13.0 programında varyans analizi (ANOVA) ve korelasyon analizi uygulanmış ve ilgili çizelgelerde ortalamalar % 5 önem düzeyinde Duncan testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Büyüme özelliklerine yetiştirme ortamlarının etkisi

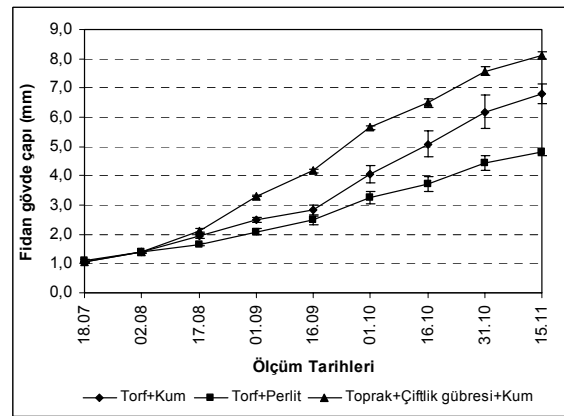
Fidan kalitesi ve büyüme özellikleri açısından en önemli ölçütlerden biri olan boy değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi *A. orientalis* fidanlarının boy değerlerinde 17 Ağustos tarihinden itibaren toprak+çiftlik gübresi+kum ortamı lehine olmak üzere önemli farklar ortaya çıkmaya başlamış ve 15 Kasım tarihine kadar yapılan tüm ölçümlerde en yüksek boy değerleri toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüştür. Tüm yetiştirme ortamlarında en hızlı boy değişiminin 2 Ağustos-16 Ekim tarihleri arasında ortaya çıktığı belirlenmiştir (Şekil 1). 15 Kasım tarihinde de fidan boylarının yetiştirme ortamlarına göre istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 2). En yüksek boy değerleri (53,3 cm) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmış, bunları 40,2 cm boyla torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiş, en küçük boy değerleri (23,2 cm) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüştür (Çizelge 2).



Şekil 1. *A. orientalis* fidanlarında boy değişimine yetiştirme ortamlarının etkisi. Hata çubukları standart hatayı (SE) göstermektedir.

Gövde çapı ölçümlerinden elde edilen veriler Şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 2'de görüldüğü gibi fidan gövde çapı

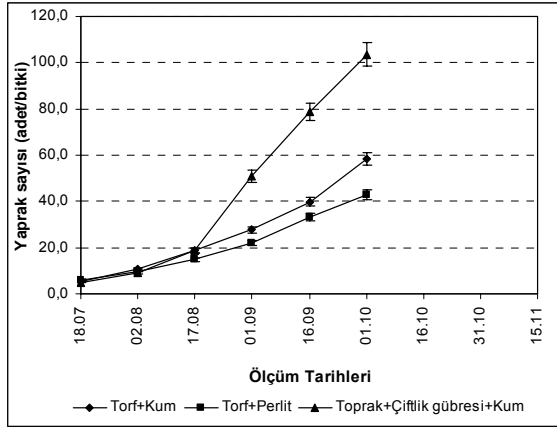
değerlerinde yetiştirme ortamlarına bağlı farklılıklar 17 Ağustos tarihinden sonraki ölçümlerde belirginleşmeye başlamış ve deneme sonuna kadar en yüksek fidan gövde çapı değerleri toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüş, fidan boyu değişiminin aksine gövde çapındaki artışlar yavaşlamadan deneme sonuna (15 Kasım) kadar sabit bir hızda devam etmiştir (Şekil 2). Son ölçüm tarihinde elde edilen gövde çapı değerlerinde yetiştirme ortamlarından kaynaklanan istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 2). Sonuçlar, 8,1 mm ile en yüksek gövde çapı değerlerinin toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ortaya çıktığını göstermiştir. Bu fidanları ortalama 6,8 mm gövde çapı değeriyle torf+kum ortamındaki fidanlar izlemiş, en düşük gövde çapı değerleri (4,8 mm) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüştür (Çizelge 2).



Şekil 2. *A. orientalis* fidanlarında gövde çapı değişimine yetiştirme ortamlarının etkisi. Hata çubukları standart hatayı (SE) göstermektedir.

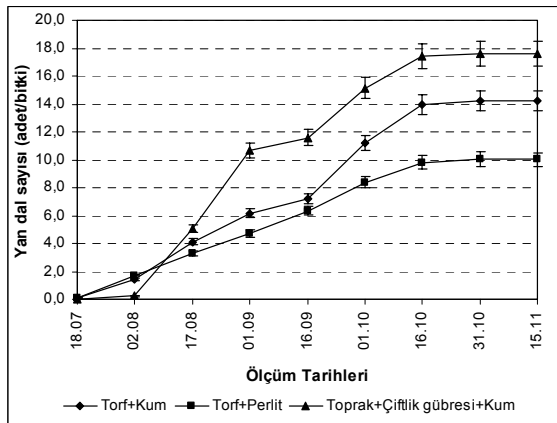
Fidan başına yaprak sayılarının zamana bağlı değişimi ile ilgili ölçümler, daha geç tarihli ölçümlerde doğal yaprak dökümlerinin başlaması nedeniyle 1 Ekim tarihinde sonlandırılmıştır. Şekil 3'de görüldüğü gibi yaprak sayılarında yetiştirme ortamlarına bağlı farklılıklar 1 Eylül tarihinde yapılan sayımlarda belirginleşmiştir. Bu tarihte yapılan sayımlarda en yüksek yaprak sayısı toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında sayılmış, bu ortamı sırasıyla torf+kum ve torf+perlit karışımlarından oluşan yetiştirme ortamları izlemiştir. Daha sonraki tarihlerde yapılan sayımlarda özellikle toprak+çiftlik gübresi+kum ortamı lehine olan farklılık artarak sürmüştür (Şekil 3). En son sayım tarihinde de fidan başına yaprak sayılarında yetiştirme ortamlarına bağlı olarak istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) farklılıkların var olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Diğer yetiştirme ortamlarına göre neredeyse % 100 fazlasıyla en yüksek fidan başına yaprak sayısı (103,6 adet), toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda sayılmıştır. Bu ortamı fidan başına 58,4 yaprak ile torf+kum ortamı izlemiş, en düşük yaprak sayısı ise ortalama 42,8 adetle torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 2).

Yan dal sayılarında yetiştirme ortamlarından kaynaklanan farklar 17 Ağustos tarihindeki sayımlarda belirginleşmeye başlamıştır (Şekil 4). Fidan başına en fazla yan dalın da toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında olduğu saptanmış, ancak yan dal sayısındaki artışın 16 Ekim ve daha sonraki tarihlerde yapılan sayımlarda ortamlar arasındaki farklarla sabit kaldığı belirlenmiştir. Yan dal sayılarında yetiştirme ortamlarına



Şekil 3. *A. orientalis* fidanlarında yaprak sayısı değişimine yetiştirme ortamlarının etkisi. Hata çubukları standart hatayı (SE) göstermektedir.

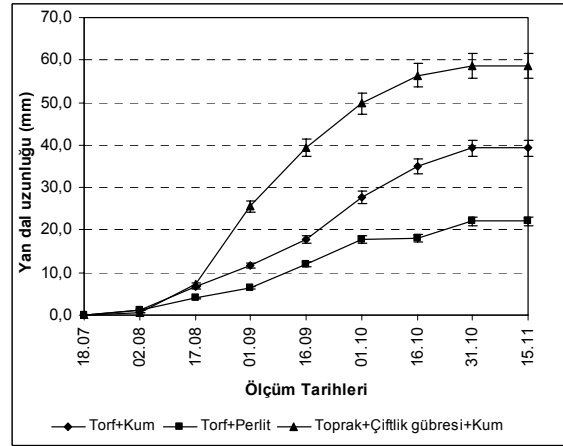
bağlı farklılıklar son ölçüm tarihine kadar yansımış ve son ölçümlerden elde edilen veriler yan dal sayılarında yetiştirme ortamlarına bağlı değişimlerin istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 2). Buna göre fidan başına en yüksek sayıda yan dal (17,6 adet) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda sayılmış, bunları torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiştir. Diğer büyüme özelliklerinde olduğu gibi en düşük yan dal sayısı (10,0 adet/bitki) ise torf+perlit karışımından oluşan yetiştirme ortamında saptanmıştır (Çizelge 2).



Şekil 4. *A. orientalis* fidanlarında yan dal sayısı değişimine yetiştirme ortamlarının etkisi. Hata çubukları standart hatayı (SE) göstermektedir.

Fidanlarda yan dal uzunluklarının zamana göre değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'de görüldüğü gibi yan dal uzunlukları arasında yetiştirme ortamlarından kaynaklanan farklar 1 Eylül tarihinde yapılan ölçümlerde belirginleşmiş ve bu tarihte en yüksek yan dal uzunluğu değerleri toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüştür. Daha sonraki ölçüm tarihlerinde farklar giderek artmış, ancak 31 Ekim tarihinden sonra yan dal uzunluklarındaki artışlar tüm yetiştirme ortamlarında durmuştur (Şekil 5). 15 Kasım tarihinde yapılan son ölçümlerden elde edilen verilerin istatistiksel analizi yan dal uzunluklarının da yetiştirme ortamlarına bağlı olarak önemli ( $P \leq 0,001$ ) farklar içerdiğini göstermiştir (Çizelge 2). Analiz sonuçlarına göre ortalama 58,8 mm ile en uzun yan dallar toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen

fidanlarda belirlenmiş, bunları 39,3 mm yan dal uzunluğu ile torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiştir. En düşük yan dal uzunluk değerleri ise 22,1 mm ile torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda ölçülmüştür (Çizelge 2).



Şekil 5. *A. orientalis* fidanlarında yan dal uzunluğu değişimine yetiştirme ortamlarının etkisi. Hata çubukları standart hatayı (SE) göstermektedir.

Verilerin istatistiksel analizi yaprak alanları üzerine yetiştirme ortamlarının etkisinin önemli ( $P \leq 0,001$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Diğer büyüme özelliklerinden farklı olarak en yüksek yaprak alanı değeri ( $49,8 \text{ cm}^2$ ) torf+kum ortamında saptanmış, bu ortamda yetiştirilen bitkileri ortalama  $42,1 \text{ cm}^2$  yaprak alanı ile toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiştir, en düşük yaprak alanı değeri ( $17,2 \text{ cm}^2$ ) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 2).

*A. orientalis* fidanlarının gövde kuru ağırlık değerlerinin de yetiştirme ortamlarına göre istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) farklar içerdiği saptanmıştır (Çizelge 2). En yüksek gövde kuru ağırlığı ( $47,1 \text{ g}$ ) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmış, bunları  $25,5 \text{ g}$  gövde kuru ağırlığı ile torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiştir (Çizelge 2). Gövde kuru ağırlığı açısından en düşük değerler ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda belirlenmiştir.

Fidan kök kuru ağırlıklarında yetiştirme ortamlarına bağlı değişimler, gövde kuru ağırlık değerlerindeki değişimlerle benzerlik göstermiş ve bu ölçütteki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli ( $P \leq 0,001$ ) bulunmuş ve en yüksek kök kuru ağırlığı ( $68,7 \text{ g}$ ) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 2). İkinci en yüksek kök kuru ağırlık değeri ( $52,2 \text{ g}$ ) torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda, en düşük kök kuru ağırlığı ( $24,2 \text{ g}$ ) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda kaydedilmiştir (Çizelge 2).

### 3.2. Yaprak besin elementi içeriklerine yetiştirme ortamlarının etkisi

*A. orientalis* fidanlarının yaprak besin elementi içeriklerine yetiştirme ortamlarının etkisine ilişkin veriler ve istatistiksel analizleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Analiz sonuçları yetiştirme ortamlarının yaprak besin elementlerinden azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), demir (Fe) ve mangan (Mn) üzerindeki etkilerinin istatistiksel anlamda önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). En yüksek yaprak N içeriği (% 2,90) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmış,

**Çizelge 2.** *A. orientalis* fidanlarının büyüme özelliklerine yetiştirme ortamlarının etkisi.

Özellik	Yetiştirme ortamı			Önemlilik (P Değerleri)
	Torf+Kum	Torf+Perlit	Toprak+Çiftlik gübresi+Kum	
Fidan boyu (cm)	40,2 b <sup>z</sup>	23,2 c	53,3 a	<0,001
Gövde çapı (mm)	6,8 b	4,8 c	8,1 a	<0,001
Yaprak sayısı (adet/bitki)	58,4 b	42,8 c	103,6 a	<0,001
Yan dal sayısı (adet/bitki)	14,2 b	10,0 c	17,6 a	<0,001
Yan dal uzunluğu (mm)	39,3 b	22,1 c	58,8 a	<0,001
Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )	49,8 a	17,2 c	42,1 b	<0,001
Gövde kuru ağırlığı (g)	25,5 b	11,0 c	47,1 a	<0,001
Kök kuru ağırlığı (g)	52,2 b	24,2 c	68,7 a	<0,001

<sup>z</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

bunları % 2,70 N içeriği ile torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiş, % 2,44 ile en düşük yaprak N içeriği ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda belirlenmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi yaprak fosfor (P) içerikleri aralarında istatistiksel anlamda fark olmaksızın % 0,28 ile % 0,33 arasında değişim göstermiştir. Yaprak K içeriklerinde yetiştirme ortamlarına bağlı önemli farklılıklar ortaya çıkmış, % 1,09 ile en yüksek değer toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda belirlenmiş, bu fidanları % 0,89 yaprak K içeriği ile torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiş ve en düşük yaprak K içeriği % 0,74 ile torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 3). Diğer makro besin elementlerinden farklı olarak en yüksek yaprak Ca içerikleri (% 1,36) torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ortaya çıkmış, bu fidanları % 1,24 yaprak Ca içeriği ile toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiş, yaprak Ca içerikleri açısından en düşük değerler (% 1,18) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda belirlenmiştir. Yaprak magnezyum (Mg) içeriği için en yüksek değerler (% 1,01 ve % 0,99) torf+kum ortamı ile toprak+çiftlik gübresi+kum ortamlarında, en düşük değer (% 0,87) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 3).

Fe açısından yaprak içerik değerleri yetiştirme ortamlarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek yaprak Fe içerikleri (202,33 mg L<sup>-1</sup>) toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda belirlenmiş, bu fidanları sırasıyla 158,00 ve 137 mg L<sup>-1</sup> yaprak Fe içerikleriyle torf+kum ve torf+perlit ortamlarında yetiştirilen fidanlar izlemiştir (Çizelge 3). En yüksek yaprak Mn içerik değeri (137,00 mg L<sup>-1</sup>) torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır. Bu fidanları 100,67 mg L<sup>-1</sup> yaprak Mn içeriği ile toprak+çiftlik gübresi+kum ortamında yetiştirilen fidanlar izlemiş, en düşük yaprak Mn içerik değerleri (43,00 mg L<sup>-1</sup>) ise torf+kum ortamında yetiştirilen fidanlarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Varyans analizi fidanların farklı yetiştirme ortamlarındaki yaprak çinko (Zn) içerikleri arasında istatistiksel anlamda fark olmadığını göstermiş, ancak Duncan testi farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Buna göre en yüksek yaprak Zn içeriği değerleri

sırasıyla (47,33 ve 41,67 mg L<sup>-1</sup>) toprak+çiftlik gübresi+kum ve torf+kum ortamlarında yetiştirilen fidanlarda, en düşük değer (36,00 mg L<sup>-1</sup>) ise torf+perlit ortamında yetiştirilen fidanlarda saptanmıştır (Çizelge 3).

Yaprak besin elementi içeriklerinde yetiştirme ortamlarına bağlı farklara karşın, hiçbir ortamda *A. orientalis* fidanı yapraklarında besin elementleri fazlalık veya noksanlığını işaret eden herhangi bir belirti (simptom) gözlenmemiştir.

### 3.3. Büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içerikleri arasındaki ilişkiler

Bu deneme çerçevesinde incelenen büyüme özellikleri ve analizi yapılan fidan yaprak besin elementi içerikleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel analizleri Çizelge 4'de sunulmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonuçları, büyüme özelliklerinden fidan boyu ile incelenen tüm büyüme özellikleri ve yaprak N içeriği arasında pozitif ve önemli düzeyde ilişki olduğunu göstermiş, fidan gövde çapı değerleri için de aynı ilişkilerin geçerli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Fidan yaprak sayısı ile yaprak alanı dışındaki büyüme özellikleri ve yaprak N, K ve Fe içerikleri arasında önemli ve pozitif, buna karşın yaprak Zn içeriği ile negatif ilişki olduğu belirlenmiştir. Yan dal sayıları ile diğer büyüme özellikleri ve yaprak N içeriği arasında istatistiksel anlamda önemli ve pozitif ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Yaprak Zn içerikleri ile negatif ilişki dışında, yan dal uzunlukları ile büyüme özellikleri ve diğer besin elementleri içerikleri arasındaki ilişkiler yan dal sayısı ilişkilerine büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi kök kuru ağırlıkları tüm büyüme özellikleri ve yaprak N içeriği ile önemli ve pozitif ilişki göstermiş, buna karşın bu özellik ile yaprak Zn içeriği arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Denemede incelenen büyüme özelliklerinden yaprak alanı dışındaki tüm özellikler ile gövde kuru ağırlığı arasında pozitif ilişkiler belirlenmiş, bu özelliğin yaprak besin elementlerinden N ve Fe içerikleri ile pozitif, Zn içerikleri ile negatif ilişkisi olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Yaprak sayısı dışında, yaprak alanı ile diğer büyüme özellikleri arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi yaprak

**Çizelge 3.** *A. orientalis* fidanlarının yaprak besin elementi içeriklerine yetiştirme ortamlarının etkisi<sup>z</sup>.

Besin elementi	Yetiştirme ortamı			Önemlilik (P Değerleri)
	Torf+Kum	Torf+Perlit	Toprak+Çiftlik gübresi+Kum	
N (%)	2,70 ab <sup>y</sup>	2,44 b	2,90 a	0,034
P (%)	0,28 a	0,33 a	0,33 a	0,409
K (%)	0,74 c	0,89 b	1,09 a	0,002
Ca (%)	1,36 a	1,18 b	1,24 ab	0,047
Mg (%)	1,01 a	0,87 b	0,99 ab	0,070
Fe (mg L <sup>-1</sup> )	137,00 b	158,00 b	202,33 a	0,002
Mn (mg L <sup>-1</sup> )	43,00 c	137,00 a	100,67 b	<0,001
Zn (mg L <sup>-1</sup> )	41,67 ab	47,33 a	36,00 b	0,104

<sup>z</sup>: Analizler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarına Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yaprak analiz yöntem ve standartlarına göre yapılmıştır.

<sup>y</sup>: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

**Çizelge 4.** *A. orientalis* fidanlarının büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içerikleri arasındaki ilişkiler.

Özellik ve Besin elementi	Büyüme Özellikleri							Besin Elementleri							
	FB	GÇ	YS	YDS	YDU	KKA	GKA	YA	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
GÇ	<b>0,982</b> <i>&lt;0,001</i>														
YS	<b>0,921</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,903</b> <i>0,001</i>													
YDS	<b>0,992</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,982</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,906</b> <i>0,001</i>												
YDU	<b>0,980</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,975</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,962</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,965</b> <i>&lt;0,001</i>											
KKA	<b>0,984</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,977</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,905</b> <i>0,001</i>	<b>0,967</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,978</b> <i>&lt;0,001</i>										
GKA	<b>0,965</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,951</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,982</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,948</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,994</b> <i>&lt;0,001</i>	<b>0,964</b> <i>&lt;0,001</i>									
YA	<b>0,769</b> <i>0,016</i>	<b>0,803</b> <i>0,009</i>	0,508 <i>0,162</i>	<b>0,765</b> <i>0,016</i>	<b>0,692</b> <i>0,039</i>	<b>0,806</b> <i>0,009</i>	0,632 <i>0,068</i>								
N	<b>0,844</b> <i>0,004</i>	<b>0,783</b> <i>0,013</i>	<b>0,775</b> <i>0,014</i>	<b>0,833</b> <i>0,005</i>	<b>0,769</b> <i>0,015</i>	<b>0,814</b> <i>0,008</i>	<b>0,781</b> <i>0,013</i>	<b>0,676</b> <i>0,046</i>							
P	-0,074 <i>0,850</i>	-0,059 <i>0,879</i>	0,097 <i>0,803</i>	-0,016 <i>0,967</i>	-0,004 <i>0,992</i>	-0,136 <i>0,727</i>	0,026 <i>0,946</i>	-0,327 <i>0,390</i>	-0,138 <i>0,723</i>						
K	0,517 <i>0,154</i>	0,470 <i>0,201</i>	<b>0,721</b> <i>0,028</i>	0,537 <i>0,136</i>	0,569 <i>0,110</i>	0,423 <i>0,256</i>	0,621 <i>0,075</i>	-0,071 <i>0,856</i>	0,455 <i>0,218</i>	0,514 <i>0,157</i>					
Ca	0,236 <i>0,542</i>	0,270 <i>0,483</i>	0,026 <i>0,947</i>	0,235 <i>0,543</i>	0,196 <i>0,613</i>	0,363 <i>0,337</i>	0,166 <i>0,670</i>	0,623 <i>0,073</i>	0,189 <i>0,626</i>	-0,370 <i>0,326</i>	-0,562 <i>0,115</i>				
Mg	0,563 <i>0,115</i>	0,507 <i>0,164</i>	0,449 <i>0,225</i>	0,492 <i>0,178</i>	0,538 <i>0,135</i>	0,654 <i>0,056</i>	0,538 <i>0,135</i>	0,638 <i>0,064</i>	0,604 <i>0,085</i>	-0,438 <i>0,238</i>	-0,177 <i>0,649</i>	<b>0,692</b> <i>0,039</i>			
Fe	0,616 <i>0,077</i>	0,571 <i>0,108</i>	<b>0,785</b> <i>0,012</i>	0,635 <i>0,066</i>	0,652 <i>0,057</i>	0,528 <i>0,144</i>	<b>0,696</b> <i>0,037</i>	0,031 <i>0,937</i>	0,531 <i>0,141</i>	0,272 <i>0,478</i>	<b>0,954</b> <i>&lt;0,001</i>	-0,475 <i>0,196</i>	-0,095 <i>0,808</i>		
Mn	-0,444 <i>0,231</i>	-0,478 <i>0,193</i>	-0,121 <i>0,756</i>	-0,424 <i>0,256</i>	-0,353 <i>0,352</i>	-0,517 <i>0,154</i>	-0,279 <i>0,468</i>	<b>-0,889</b> <i>0,001</i>	-0,392 <i>0,297</i>	0,524 <i>0,147</i>	0,506 <i>0,165</i>	<b>-0,789</b> <i>0,012</i>	<b>-0,678</b> <i>0,045</i>	0,401 <i>0,284</i>	
Zn	-0,636 <i>0,066</i>	-0,613 <i>0,079</i>	<b>-0,692</b> <i>0,039</i>	-0,575 <i>0,105</i>	<b>-0,724</b> <i>0,027</i>	<b>-0,721</b> <i>0,028</i>	<b>-0,740</b> <i>0,023</i>	-0,397 <i>0,290</i>	-0,386 <i>0,305</i>	0,128 <i>0,743</i>	-0,198 <i>0,609</i>	-0,439 <i>0,237</i>	<b>-0,751</b> <i>0,020</i>	-0,265 <i>0,490</i>	0,295 <i>0,441</i>

FB: Fidan boyu, GÇ: Gövde çapı, YS: Yaprak sayısı, YDS: Yan dal sayısı, YDU: Yan dal uzunluğu, KKA: Kök kuru ağırlığı, GKA: Gövde kuru ağırlığı, YA: Yaprak alanı. İstatistiksel anlamda önemli olan ilişkiler koyu, P değerleri ise italik yazılmıştır.

alanı ile yaprak besin elementlerinden N içerikleri arasında pozitif, Mn içeriği arasında ise önemli ve negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4 incelendiğinde yaprak besin elementlerinden K ile Fe, Ca ile Mg içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli ve pozitif ilişkiler, Ca ve Mg içerikleri ile Mn ve yine Mg içerikleri ile Zn içerikleri arasında önemli ve negatif ilişkilerin ortaya çıktığı görülmektedir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; *A. orientalis* fidanları için denemede incelenen büyüme özellikleri açısından en iyi sonuçların toprak+çiftlik gübresi+kum (2:1:1 hacimsel) karışımından oluşan yetiştirme ortamından elde edildiği ve fidan yapraklarında saptanan yaprak makro ve mikro besin elementi içerik düzeylerinin de bu sonucu desteklediği görülmektedir. Deneme kullanılan diğer yetiştirme ortamlarına göre geleneksel nitelikli olan bu ortam (Davidson ve ark. 1994)) yetiştirme ortamı seçiminin ekonomik ölçütlerinden ucuzluk ve kolay bulunabilme özellikleri (Karagüzel 1996) açısından avantajlıdır.

Denemede kullanılan üç yetiştirme ortamı da torf ve çiftlik gübresi gibi organik karışım unsurları içermektedir. Ancak torf materyali, sağlandığı alanlarda doğaya verilen zararlar nedeniyle son yıllarda tereddütlerle yaklaşılabilir bir materyal olarak algılanmakta ve İngiltere gibi bazı Avrupa ülkelerinde kullanımının sınırlandırılmasına yönelik hukuksal düzenlemelere başvurulmaktadır (FCI 2011). Bu açıdan da toprak+çiftlik gübresi+kum karışımından oluşan yetiştirme

ortamının en uygun yetiştirme ortamı olarak belirlenmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Öte yandan, sızıntı riskini en alt düzeye indiren bir gübreleme programı etkisinde bile en iyi sonuçların alınması bu ortamı önemli bir konuma taşımaktadır. Çünkü fidanlıklarda en önemli çevresel risk, yeraltı su kaynaklarına bulaşabilen kimyasal gübre ve tarımsal ilaç sızıntıdır ve bunların sınırlandırılması gittikçe önem kazanan bir konudur (Newman ve ark. 2006; Warsaw ve ark. 2009).

*Alnus* türlerinin fidanlıklarda kullanılan yetiştirme ortamlarına tepkilerine ilişkin sınırlı sayıda araştırma olması nedeniyle bu çalışmanın sonuçlarını, incelenen büyüme özellikleri açısından önceki çalışmalar ışığında tartışabilmek oldukça güçtür. *A. nitida* fidanlarının en iyi gelişme gösterdiği yetiştirme ortamının kum olduğu (Atul ve Sharma 2002), *A. incana* fidanlarının ise en iyi gelişmeyi içerisinde % 50-75 ağaç kabuğu bulunan yetiştirme ortamında gösterdikleri (Salas ve Reznicek 2001) bildirilmektedir. Laws ve Graves (2005), azotun *A. maritima*'da nodülasyon üzerine etkisi ile ilgili çalışmalarında çimlenme ve yetiştirme ortamı olarak kaba perlit kullanmış, Kurdali (2000) ise *Alnus* türlerinde nodülasyon ve azot fiksasyonu ile ilgili denemesinde bitkileri *A. orientalis* ağaçlarının altındaki 10 cm derinlikten aldığı toprakta yetiştirmiştir.

Ulaşılabilen önceki çalışmalardan görüldüğü gibi *Alnus* cinsi için özellikle çiftlik gübresinin karışım unsuru olarak kullanıldığı çalışma bulunmamaktadır. Ancak diğer odunsu türlerin kültüründe bu unsurun kullanılabilirliğine ilişkin oldukça fazla sayıda yeni araştırma bulunmaktadır. Örneğin, *Bauhinia variegata* (Linn.) fidanlarında farklı oranlardaki toprak+kum+yanmış çiftlik gübresi karışımları denenmiş ve

büyüme özellikleri açısından en iyi sonuçlar 1:2:4 ve 1:3:6 oranındaki hacimsel karışımlarda belirlenmiştir (Nayital ve ark. 1995). *Andira fraxinifolia* (Benth.) fidanlarının büyüme özellikleri üzerine toprak+çiftlik gübresi ve toprak+çiftlik gübresi+kum karışımlarından oluşan yetiştirme ortamlarının etkisi araştırılmış, büyüme özellikleri açısından en iyi sonuçlar toprak+çiftlik gübresi (2:1) ve toprak+kum+çiftlik gübresi (1:2:1) ortamlarında elde edilmiştir (Carvalho Filho ve ark. 2004). *Albizia procera* [(Roxb.) Benth.] fidanları ise en iyi büyüme özelliklerini toprak+kum+çiftlik gübresi (1:1:1) ortamında göstermişlerdir (Gopal ve ark. 2007). Günümüzde dış mekan süs bitkileri endüstrisinin en gelişmiş olduğu ülkelerde bile çiftlik gübresinin farklı formlarda katıldığı yetiştirme ortamlarının türlerin fidan büyümesi ve sızıntı mineral miktarlarına etkisine ilişkin araştırmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir (Shober ve ark. 2011).

Sonuçlar, *A. orientalis* fidanlarında yaprak besin elementi içeriklerinin kullanılan yetiştirme ortamlarına göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuş, toprak+çiftlik gübresi+ kum ortamının en yüksek N, K, Ca, Mg ve Fe yaprak besin elementi içerik değerlerini sağlayan yetiştirme ortamı olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, bu denemenin yapıldığı koşullar altında fidanlarda hiçbir besin elementinin fazlalık ve noksanlığını işaret eden belirti (simptom) gözlenmemiştir. Bilindiği gibi yaprak besin elementi içerikleri bitkisel materyalin genetik yapısı, yetiştirme ortamlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri, ışık, gübreleme ve sulama programları gibi çok sayıda değişkenin etkisi altındadır (Mickelbart 2010). Bu güne kadar kültürü yapılmakta olan bitki türleri için yaprak besin elementi içeriklerine ilişkin sınır değerler saptanmış ve kullanılmaktadır (Dole ve Wilkins 1999). Ancak *A. orientalis* gibi doğal ve henüz kültürü yaygınlaşmamış türler için bu değerler henüz ortaya konmamıştır. Kurdali (2000), *A. orientalis* yapraklarında N içeriğinin yaz boyu sabit kaldığını ve % 3,00 olduğunu bildirmektedir. Çalışmada saptanan en yüksek yaprak azot içeriği (% 2,90) bu değere çok yakındır.

Bu çalışmada büyüme özelliklerinin büyük bölümünün kendi aralarında pozitif ilişkiler saptanmıştır. Yine bu deneme koşullarında büyüme özelliklerinin tümü ile yaprak N içeriği arasında önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Azot elementinin bitkiler için genel öneminin yanında önceki çalışmalar azot fiksasyonu yetenekleri nedeniyle *Alnus* türleri ile N arasında farklı ve önemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur (Kurdali 2000; Laws ve Graves 2005). Bu çalışmanın sonuçları da benzer bağlantılar ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak; sınırlı ve sabit bir gübreleme programı etkisinde ve 5 aylık bir süre içerisinde *A. orientalis* fidanlarında büyüme özellikleri açısından iyi sonuçların elde edildiği toprak+çiftlik gübresi+kum (2:1:1 hacimsel) karışımından oluşan yetiştirme ortamının bu tür için en uygun yetiştirme ortamı olduğu, yaprak besin elementi içeriklerinin bu sonucu desteklediği saptanmıştır. Ayrıca ucuzluk, kolay bulunabilirlik ve çevreyle barışıklık bu yetiştirme ortamının seçilebilirlik açısından diğer avantajlarını oluşturmaktadır.

## Teşekkür

Bu çalışma, 2005.02.0121.024 proje numarasıyla, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiş olan yüksek lisans tez projesinin bir bölümüdür.

## Kaynaklar

- Atul S, Sharma P (2002) Germination potential and establishment studies on important leguminous tree species of North-West Himalayas in different soil media. *Crop Research (Hisar)* 24: 126-130.
- Brzuszek RF, Harkess RL (2009) Green industry survey of native plant marketing in the Southeastern United States. *HortTechnology* 19: 168-172.
- Brzuszek RF, Harkess RL, Kelly L (2010) Survey of master gardener use of native plants in the Southeastern United States. *HortTechnology* 20: 462-466.
- Carvalho Filho, JLS de, Arrigoni-Blank, M de F, Blank AF (2004) Seedling production of *Andira fraxinifolia* Benth. in different environments, recipients and substrate. *Revista Ciencia Agronomica* 35: 61-67.
- Davidson H, Peterson C, Mecklenburg R (1994) *Nursery Management, Administration and Culture*. 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice-Hall, New Jersey.
- Dirr MA (1998) *Manual of Woody Landscape Plants-Their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and use*. Stipes Publishing, Illinois.
- Dole JM, Wilkins HF (1999) *Floriculture-Principles and Species*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Ersoy S (2007) Doğu kızılğacının (*Alnus orientalis*) çimlenme ve farklı yetiştirme ortamlarında büyüme özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- FCI (2011) UK growers risk peat reduction regulation. *FloraCulture International*, May 2011, p. 2.
- Gopal S, Sumit C, Dey AN (2007) Effect of growing media on germination and initial seedling growth of *Albizia procera* (Roxb.) Benth. in Terai zone of West Bengal. *Environment and Ecology* 25: 406-407.
- Heywood V (2003) Conservation and sustainable use of wild species as sources of new ornamentals. *Acta Horticulturae* 598: 43-53.
- Jackson BE, Wright RD, Browder JF, Harris JR, Niemiera AX (2008) Effect of fertilizer rate on growth of Azalea and Holly in pine bark and pine tree substrates. *HortScience* 43: 1561-1568.
- Jozwik FX (1992) *The Greenhouse and Nursery Handbook-A complete guide to growing and selling ornamental container plants*. Andmar Press, Wyoming.
- Karagüzel O (1996) Süs bitkilerinde yetiştirme ortamları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Süs Bitkileri Seminerleri, Antalya.
- Karaguzel O, Girmen B (2009) Morphological variations of chaste tree (*Vitex agnus-castus* L.) genotypes from southern Anatolia. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 37: 253-261.
- Kurdali F (2000) Seasonal nitrogen changes in *Alnus orientalis* and *Populus nigra* and N<sub>2</sub> fixation by exotic alder species in Syria. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32: 2509-2522.
- Laws MT, Graves WR (2005) Nitrogen inhibits nodulation and reversibly suppresses nitrogen fixation in nodules of *Alnus maritima*. *Journal of American Society for Horticultural Science* 130: 496-499.
- Mangiafico SS, Gan J, Wu L, Lu J, Newman JP, Faber B, Merhaut DJ, Evans R (2008) Detention and recycling basins for managing nutrient and pesticide runoff from nurseries. *HortScience* 43: 393-398.
- Mickelbart MV (2010) Variation in leaf nutrient concentrations of Freeman maple resulting from canopy position, leaf age, and petiole inclusion. *HortScience* 45: 428-431.
- Nayital RK, Sharma DP, Gupta NK (1995) Effect of growing media on the growth of *Bauhinia variegata* Linn. seedlings. *Range Management and Agroforestry* 16: 105-108.



- Newman JP, Albano JP, Merhaut DJ, Blythe EK (2006) Nutrient release from controlled-release fertilizers in a neutral-pH substrate in an outdoor environment: I. Leachate electrical conductivity, pH, and nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations. *HortScience* 41: 1674-1682.
- Salas P, Reznicek V (2001) Bark substrates new possibilities of their use in modern nursery-growing technologies. *Acta Horticulture of Regiotecturae* 4: 19-24.
- Scheiber SM, Gilman EF, Sandrock DR, Paz M, Wiese C, Brennan M (2008) Postestablishment landscape performance of Florida native and exotic shrubs under irrigated and nonirrigated conditions. *HortTechnology* 18: 59-67.
- Shober AL, Wiese C, Denny GC, Stanley CD, Harbaug BK (2011) Plant performance and nutrient losses during containerized landscape shrub production using composted dairy manure solids as a peat substitute in substrate. *HortTechnology* 21: 240-245.
- Tay D (2007) Herbaceous ornamental plant germplasm conservation and use: Theoretical and practical treatments. In: Anderson, NO (Ed), *Flower Breeding and Genetics-Issues, challenges and opportunities for the 21<sup>st</sup> century*. Springer, Dordrecht, pp. 113-175.
- von Henting WU (1998) Strategies of evaluation and introduction of new ornamental plants. *Acta Horticulturae* 454: 65-80.
- Warsaw AL, Fernandez RT, Cregg BM, Andresen JA (2009) Container-grown ornamental plants growth and water runoff nutrient content and volume under four irrigation treatments. *HortScience* 44: 1573-1580.
- Yaltrık F, Efe A (2000) *Dendroloji-Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No. 4265, İstanbul.

## Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri

The effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of some silage sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties

Köksal AYDINŞAKİR<sup>1</sup>, Cengiz ERDURMUŞ<sup>1</sup>, Dursun BÜYÜKTAŞ<sup>2</sup>, Sadık ÇAKMAKCI<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya

<sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): K. Aydınşakir, e-posta: koksalaydinsakir@yahoo.com

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 24 Şubat 2011  
Düzeltilme tarihi 17 Kasım 2011  
Kabul tarihi 25 Kasım 2011

### Anahtar Kelimeler:

Sorghum  
Tuzluluk  
Çimlenme  
Fide gelişimi

### ÖZ

Bu çalışma, farklı NaCl konsantrasyonlarının (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m<sup>-1</sup>) bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinin (Early Sumac, Leoti, Nes ve Rox) çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Silajlık sorgum tohumları 9 cm çapındaki petrilere her bir petride 10 adet tohum olacak şekilde ekilmişler ve tohumlara 0 (kontrol), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında NaCl uygulanmıştır. Tohum ekiminden 15 gün sonra çeşitlerin çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu ile kök ve sürgün kuru ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar, çeşitlerin NaCl konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini göstermiştir. Tüm çeşitlerde NaCl konsantrasyonları arttıkça çimlenme oranı ve erken fide dönemi özellik değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Çeşitler arasında çimlenme ve fide gelişim döneminde tuz stresine toleransı en yüksek çeşit Early Sumac, tuz stresine en hassas çeşit ise Nes olmuştur.

### ARTICLE INFO

Received 24 February 2011  
Received in revised form 17 November 2011  
Accepted 25 November 2011

### Keywords:

Sorghum  
Salinity  
Germination  
Seedling growth

### ABSTRACT

This research was carried out to determine the effects of different NaCl concentrations (0, 2, 4, 6, 8 and 10 dS m<sup>-1</sup>) on the early seedlings growth and germination of some silage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) varieties (Early Sumac, Leoti, Nes and Rox). Seeds of silage sorghum varieties, 10 seeds per dishe were placed in petri dishes having a diameter of 9 cm and treated with different concentrations of NaCl solutions at 0 (control), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m<sup>-1</sup>. Germination rates, root and shoot lengths, root and shoot dry weights were measured and analyzed 15 days after placing of seeds in the petri dishes. The results showed that germination and early seedling growth characteristics responses of varieties to NaCl salinity significantly varied. In all varieties used in experiment, increasing NaCl concentration resulted in decreasing germination rates and values of early seedling growth characteristics. Early Sumac was found to be the most resistant variety to salt stress, while Nes was the most tolerant variety during germination and early seedling growth periods.

## 1. Giriş

Tuzluluk, bitkisel üretimde giderek daha büyük bir sorun haline gelmektedir. Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması, sorunun ne denli büyük olduğunu daha iyi göz önüne getirmektedir (Kwiatowski 1998). Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma; yağış ve su kaynaklarının bol olduğu bölgelerde ise tarımsal sulamaların yanlış yapılması tuzluluk sorununu artırarak, bitki gelişimini ve üretimini azaltmaktadır (Allakhverdiev ve ark. 2000; Koca ve ark. 2007). Dünyada ekilebilir arazilerin sınırlı olduğu ve giderek artan dünya nüfusuna bağlı olarak gerekli besin ihtiyacının katlanarak arttığı

dikkate alınırsa mevcut arazilerin daha verimli kullanılması gerekmektedir.

Dünyada 95 milyon ha, Türkiye’de ise yaklaşık 1,5 milyon ha’lık bir alanda tuzluluk sorununun olduğu bildirilmektedir (Szabolcs 1994; Sönmez 2004). Ülkemizde sulanan alanların 5 milyon ha civarında ve tuzluluk sorununun da genellikle sulanan alanlarda ortaya çıktığı göz önüne alındığında sulanan alanların % 30’unun tuzluluk sorunu ile karşı karşıya olduğu açıkça görülmektedir. Toprakta tuz yoğunluğunun artması bitkilerin çimlenme, büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir. Tuzluluk çalışmalarında, bitkinin gelişme

dönemleri karşılaştırıldığında çimlenme ve fide gelişim dönemleri üzerinde daha fazla durulmakta ve türlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bu gelişim evreleri daha çok dikkate alınmaktadır (van Hoorn 1991; Ghoulam ve Fares 2001). Yüksek tuz konsantrasyonunda çimlenme döneminde görülen bu olumsuzluğun esas nedeni tohum içerisine su alımının engellenmesidir (Coons ve ark. 1990; Mansour 1994). Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen verim azalışının nedenleri arasında; aşırı miktarda bulunan Na ve Cl gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerine besin alımı ve taşınmasındaki problemler, fotosentez ve solumun gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi gösterilmektedir (Levitt 1980; Yeo ve Flowers 1983; Leopold ve Willing 1984).

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), tuzluluğa orta derecede toleranslı (Maas ve Hoffman 1986) ve tuzluluğun bitkisel üretimde sorun olduğu özellikle yarı kurak ve kurak bölgelere oldukça iyi adapte olabilen C<sub>4</sub> grubu bitkilerindendir (Quinby 1974). Olumsuz çevre koşullarına karşı gösterdiği tolerans nedeniyle dünyada yetiştirilen tahıllar arasında beşinci sırada yer almaktadır (Thakur ve Sharma 2005). Tuzluluk problemiyle karşı karşıya olan tarımsal toprakların ıslahı zor, masraflı ve uzun zaman alması ve tarımsal alanlarda kullanılan sulama suyunun nitelik ve miktarının giderek azalmasından dolayı başarılı bir bitkisel üretim için bu tür alanlarda tuza toleranslı tür ve çeşitlerin kullanılması kaçınılmazdır. Söz konusu koşullarda başarılı bir yetiştiricilik yapabilmek için üretilmek istenen bitki veya bitkilerin tuza toleransını önceden bilmek yetiştiriciye hem zaman hem de ekonomik bakımdan fayda sağlamaktadır. Silajlık sorgum, çoğu gelişmiş ülkelerde silajlık mısırın yerini almaktadır. Biyokütle üretimi yüksek olan bu ürün, aynı koşullarda silaj mısırından daha fazla yeşil ot vermektedir. Silaj yapımında, birim alandan daha fazla sindirilebilir besin maddesi üretmesi, besleme değerinin silaj mısıra yakınlığı ve yeşil otu uygun dönemde hasat etmek koşulu ile herhangi bir katkı maddesine gerek kalmadan silajın yapılması nedeniyle sorgum tercih edilmektedir (Gül ve Başbağ 2005). Giderek artan küresel ısınma ve abiyotik stres koşullarına karşı mısır, soya vb. silajlık tahıl bitkilerine alternatif olabilecek bitkiler arasında yer alan silajlık sorgum çeşitlerinin tuz stresine karşı gösterdikleri tepki ile ilgili ülkemizde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırmada, silajlık olarak üretilen Early Sumac, Leoti, Rox ve Nes sorgum çeşitlerinin çimlenme ve erken fide döneminde bazı büyüme özellikleri üzerine tuz stresi etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2010 yılında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'nin Merkez Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada, Early Sumac, Leoti, Rox ve Nes silajlık sorgum tohumları bitkisel materyal, NaCl bileşiğinin 0 (kontrol), 2 (17 mMol), 4 (34 mMol), 6 (51 mMol), 8 (68 mMol) ve 10 (85 mMol) dS m<sup>-1</sup> konsantrasyonları ise çözelti olarak kullanılmıştır.

Sorgum tohumları, sterilizasyon amacıyla öncelikle % 20'lik hipoklorit sodyum solüsyonunda 20 dakika, ardından % 70'lik etil alkolde 5 saniye bekletildikten sonra 24 saat süreyle saf su içerisinde tutulmuştur. Denemede 9 cm çapındaki petri kapları kullanılmış, kapların tabanına 2 kat Whatman No. 1 filtre kağıdı yerleştirilmiş ve her bir petriye 10 adet sorgum tohumu konmuştur.

Çalışmada tuz kaynağı olarak saf NaCl (Sigma ®) bileşiği kullanılmış ve tohum ekimlerinden önce 0 (kontrol-saf su), 2, 4, 6, 8 ve 10 dS m<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında çözeltileri hazırlanmıştır. 1 Kasım 2010 tarihinde 10'ar adet tohum konmuş olan her bir petri kabına 7,5 ml farklı konsantrasyon içeren çözelti eklenmiş ve petri kenarları su kaybını önlemek amacıyla şeffaf bant ile kaplanmıştır. Tohumlar 24°C ve % 80 nemde 14 saat ışıklı, 21°C sıcaklıkta 10 saat ışiksiz olan çimlendirme kabinine yerleştirilerek 15 gün tutulmuştur. Gözlemler her gün aynı saatte yapılmış ve kök uzunluğu 1 mm'ye ulaşan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Her petri kabında çimlenen tohumlar oranlama yapılarak yüzdeye çevrilmiştir.

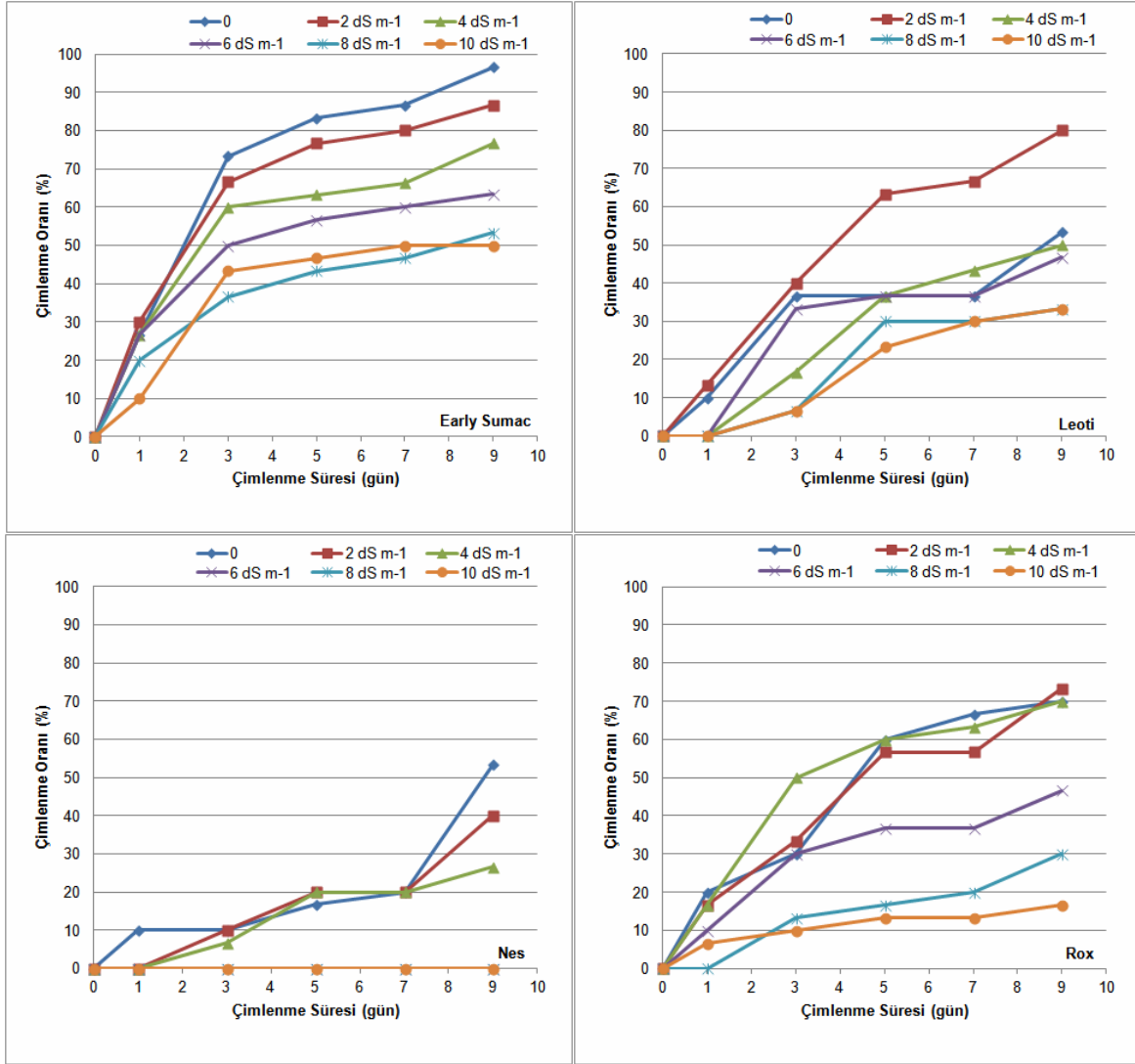
Denemede 72 adet petri kabı kullanılmış, deneme 4 farklı sorgum tohumu ve 6 farklı tuz konsantrasyonundan oluşan 2 faktörlü ve üç yinelenmeli tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve 10 adet tohum içeren her bir petri kabı bir yinelenme olarak değerlendirilmiştir.

Denemede; çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün kuru ağırlığı özellikleri saptanmıştır. Kuru ağırlık değerleri, yaş kök ve sürgünlerin 80°C'lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra tartılmasıyla belirlenmiştir (Bakht ve ark. 2006). Çimlenme oranlarının zamana göre değişimi ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişkiler grafiklerle gösterilmiş, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, sürgün boyu, sürgün kuru ağırlığına ait verilere varyans analizi uygulanarak ortalamalar % 5 önem düzeyinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır (Gomez ve Gomez 1984).

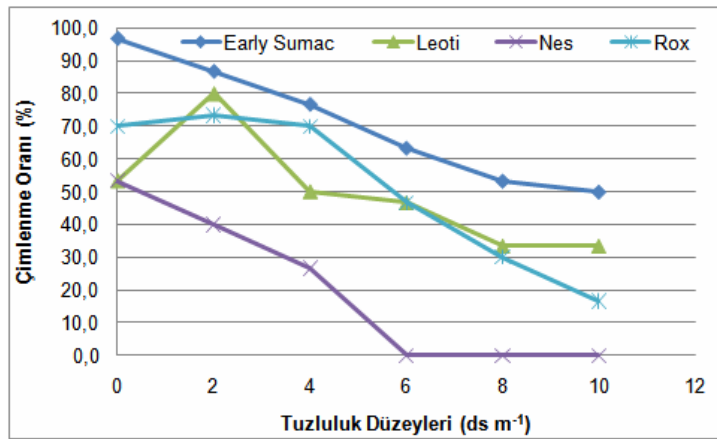
## 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı NaCl konsantrasyonlarında silajlık sorgum çeşitlerinin çimlenme oranlarının zamana göre değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Çeşitlere bağlı olarak tohum ekiminden 3. ve 6. günlerde çimlenme oranları zamana dağılmış olarak artsa da özellikle konsantrasyonlar arasındaki farklar çimlenme süresi sonuna kadar değişiklik göstermiştir. Çimlenmenin sona erdirildiği 9. günün sonunda en yüksek çimlenme oranları Early Sumac ve Nes çeşidinin kontrol uygulamalarından elde edilirken, Leoti ve Rox çeşidinde en yüksek çimlenme oranı 2 dS m<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. Yüksek NaCl konsantrasyonlarının çimlenme oranlarının zamana göre değişiminde olumsuz etkiye neden olduğu ve yüksek konsantrasyon altında çimlenme oranının azaldığı görülmüştür.

Denemenin 9. günü sonunda çeşitlerin çimlenme oranının tuz konsantrasyonlarına karşı gösterdiği tepkiler Şekil 2'de verilmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarıyla çimlenme oranındaki değişimler incelendiğinde, 0 dS m<sup>-1</sup>'de en düşük çimlenme oranı % 53,3 ile Nes ve Rox çeşidinden elde edilirken, en yüksek çimlenme oranı % 96,7 ile Early Sumac çeşidinden elde edilmiştir. Genel olarak artan tuz seviyelerine karşın tüm çeşitlerin çimlenme oranı azalırken en fazla düşüş Nes çeşidinde olmuştur. Nes çeşidinde çimlenme oranı 4 dS m<sup>-1</sup>'den sonra hızla azalmaya başlamış ve 6 dS m<sup>-1</sup>'den sonraki konsantrasyon uygulamalarında çimlenen tohum tespit edilememiştir. Nes çeşidi hariç diğer çeşitler 4 dS m<sup>-1</sup>'ye kadar % 50'nin üzerinde bir çimlenme oranına sahip olurken, bu konsantrasyon üzeri uygulamalarda % 50'nin altına düşülmüştür. Bu verilerin ışığında, çimlenme aşamasında tuzluluğa en hassas çeşit olarak Nes, en dayanıklı çeşit olarak Early Sumac çeşidi olduğu görülmektedir. Çimlenme oranının azalmasına yüksek tuz konsantrasyonunun su alımını engellemesi, tuzun toksik etki yapması ve çimlenme sırasında gerekli olan enzimlerin tuz



Şekil 1. Farklı NaCl konsantrasyonlarının silajlık sorgum çeşitlerindeki çimlenme oranı üzerine etkisi.



Şekil 2. Denemenin 9. günü sonunda silajlık sorgum çeşitlerinin çimlenme oranı üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının etkisi.

stresinden dolayı aktif hale gelememesinin neden olduğu bildirilmektedir (Mansour 1994; Essa 2002; Sadeghian ve Yavari 2004). Araştırma sonucunda çimlenme oranı ile elde ettiğimiz değerlerin Malibari ve ark. (1993)'nin yonca, ayçiçeği ve sorgumda; Katerji ve ark. (1994)'nin ayçiçeği ve mısırdaki;

Ashraf ve Tufail (1995) ve Kaya ve Day (2002)'nin ayçiçeğinde; Çakmakçı ve ark. (1997)'nin fiğ ve yem bezelyesinde; Akıncı ve ark. (2004) ve Madidi ve ark. (2004)'nin arpada; Sharma ve ark. (2004)'nin sorgumda; Kara ve Uysal (2010)'nin buğdayda elde ettiği bulgularla uyumluluk göstermektedir.

Farklı tuz konsantrasyonlarının denemede kullanılan sorgum çeşitlerinin kök ve sürgün uzunluğu ve kuru kök ve sürgün ağırlığı üzerine etkilerini saptamak amacıyla yapılan varyans analizi sonucu çeşit, tuz konsantrasyonu ve çeşit x tuz konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin kök ve sürgün uzunlukları üzerine etkileri Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir. Denemede kullanılan tüm çeşitlerin kök uzunlukları tuz konsantrasyonunun artmasıyla kısalmıştır. 2 dS m<sup>-1</sup> tuz konsantrasyonu Early Sumac çeşidinde kök uzunluğu artışına sebep olurken, diğer çeşitlerde en fazla kök uzunluğu kontrol grubu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Uygulamaların sürgün uzunluğu üzerine etkisinde de benzer sonuçlar elde edilirken 4 dS m<sup>-1</sup> tuz konsantrasyonu Early Sumac ve Leoti çeşidinde sürgün uzunluğunun artışına neden olurken, tuz konsantrasyonlarından en az etkilenen çeşidin ise Leoti ve Rox çeşidi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Tuz uygulamalarının çeşitlerin kök ve sürgün kuru ağırlıkları üzerine etkileri ise Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmektedir. En yüksek kök kuru ağırlık değeri 7,4 mg ile Early Sumac çeşidinin 2 dS m<sup>-1</sup> tuz konsantrasyonu uygulamasından elde edilirken, bu değeri sırasıyla 6,2, 5,5 ve 5,0 mg ile sırasıyla Leoti, Rox ve Nes çeşidinin kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 6). Sürgün kuru ağırlık

değerleri kök kuru ağırlık değerlerine benzer bir değişim göstermiştir. Kök ve sürgün kuru ağırlık değerlerinde kontrol uygulamalarına göre ilk önemli azalmalar 4 dS m<sup>-1</sup>'den sonraki tuz konsantrasyonlarında ortaya çıkmış, diğer tüm özelliklerde olduğu gibi en düşük kök ve sürgün kuru ağırlık değerleri 10 dS m<sup>-1</sup> tuz konsantrasyonunda çimlendirilen fidelerden elde edilmiştir.

Farklı NaCl konsantrasyonlarının silajlık sorgum çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimindeki özellikler üzerine etkilerinin incelendiği araştırma sonucunda, artan farklı tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak tüm çeşitlerin erken fide gelişimindeki özelliklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Genel olarak, tuzlu koşullar altında çimlenme ve erken fide gelişimi dönemi bitkilerin toplam yaşam döngüsü içerisinde en kritik dönem olarak bilinmektedir. Bu nedenle, bitkilerin çimlenme ve erken fide aşamasında tuzluluğa gösterdikleri dayanıklılık oldukça önemlidir (Ghoulam ve Fares 2001).

Araştırmada, kullanılan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak sürgün ve kök uzunluğu değerlerinin azaldığı saptanmıştır (Çizelge 2, 3). Fide kök ve sürgün uzunluğunun artan tuz konsantrasyonlarına göre azalmasının nedeninin tuz stresinden dolayı hücre bölünmesi ve uzamasının engellenmesi ve söz konusu tuzların toksik etkisinden kaynaklı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte kök ve gövde uzamasının azalmasına, tuz stresi yüzünden büyümeyi hızlandırıcı

**Çizelge 1** Bazı silajlık sorgum çeşitlerinin fide özellikleri üzerine tuzluluğun etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynağı	df	Kök uzunluğu (cm)	Sürgün uzunluğu (cm)	Kuru kök ağırlığı (mg)	Kuru sürgün ağırlığı (mg)
Çeşitler (Ç)	3	***	***	***	***
Tuz (T)	5	***	***	***	***
Ç x T	15	***	***	***	***
Hata (Ç x T)	24				

\*\*\*: % 0,1 düzeyinde önemli.

**Çizelge 2.** Farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin kök uzunlukları (cm) üzerine etkisi.

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (dS m <sup>-1</sup> )						Çeşit Ortalaması
	0	2	4	6	8	10	
Early Sumac	9,23 bc	11,20 a	9,46 b	7,56 de	6,43 e	3,73 fg	7,93 A <sup>y</sup>
Leoti	9,36 b	8,83 bc	9,33 b	4,63 f	3,36 gh	2,46 h	6,33 B
Nes	8,83 bc	6,73 e	4,4 fg	0,0 ı	0,0 ı	0,0 ı	3,32 C
Rox	9,31 b	8,30 bd	8,10 cd	6,56 e	4,66 f	2,56 h	6,58 B
Konsantrasyon Ortalaması	9,18 A	8,76 AB	7,82 B	4,69 C	3,67 D	2,19 E	

*Önemlilik:*

Çeşit (Ç): \*\*\*<sup>z</sup>

Tuz (T): \*\*\*

ÇxT: \*\*\*

<sup>z</sup>: % 0,1 düzeyinde önemli.

<sup>y</sup>: Aynı grup içerisinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre P≤0,05 düzeyinde önemsizdir.

**Çizelge 3.** Farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin sürgün uzunlukları (cm) üzerine etkisi.

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (dS m <sup>-1</sup> )						Çeşit Ortalaması
	0	2	4	6	8	10	
Early Sumac	4,2 hı	5,0 g	5,1 g	4,0 hj	3,5 jk	3,2 kl	4,2 B <sup>y</sup>
Leoti	7,8 d	9,1 ac	9,6 a	7,1 e	4,5 gı	3,8 ik	7,0 A
Nes	8,7 c	6,9 e	4,6 gh	0,0 m	0,0 m	0,0 m	3,4 C
Rox	9,5 ab	8,7 c	8,8 bc	6,1 f	4,1 hj	2,8 l	6,6 A
Konsantrasyon Ortalaması	7,6 A	7,4 A	7,0 A	4,3 B	3,0 C	2,5 C	

*Önemlilik:*

Çeşit (Ç): \*\*\*<sup>z</sup>

Tuz (T): \*\*\*

ÇxT: \*\*\*

<sup>z</sup>: % 0,1 düzeyinde önemli.

<sup>y</sup>: Aynı grup içerisinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre P≤0,05 düzeyinde önemsizdir.

**Çizelge 4.** Farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin kuru kök ağırlığı (mg) üzerine etkisi.

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (dS m <sup>-1</sup> )						Çeşit Ortalaması
	0	2	4	6	8	10	
Early Sumac	6,2 b	7,4 a	6,0 b	5,7 bc	4,8 dg	4,1 fg	5,7 A <sup>y</sup>
Leoti	6,2 b	5,8 bc	5,8 bc	5,4 be	4,7 dg	3,9 g	5,3 A
Nes	5,0 cf	4,5 eg	4,2 fg	0,0 h	0,0 h	0,0 h	2,3 B
Rox	5,5 bd	5,3 be	5,0 cf	4,8 cg	4,3 fg	3,9 g	4,8 A
Konsantrasyon Ortalaması	5,7 A	5,8 A	5,3 A	4,0 B	3,5 BC	3,0 C	

**Önemlilik:**Çeşit (Ç): \*\*\*<sup>z</sup>

Tuz (T): \*\*\*

ÇxT: \*\*\*

<sup>z</sup>: % 0,1 düzeyinde önemli.<sup>y</sup>: Aynı grup içerisinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre P≤0,05 düzeyinde önemsizdir.**Çizelge 5** Farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin kuru sürgün ağırlığı (mg) üzerine etkisi.

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (dS m <sup>-1</sup> )						Çeşit Ortalaması
	0	2	4	6	8	10	
Early Sumac	6,4 ab	6,9 a	6,0 bd	5,5 cf	5,4 cg	4,3 h	5,8 A <sup>y</sup>
Leoti	6,4 ab	6,3 ab	6,3 ab	5,3 dg	5,3 dg	4,8 fh	5,8 A
Nes	5,5 cg	4,9 fh	4,3 h	0,0 i	0,0 i	0,0 i	2,5 B
Rox	6,1 bc	6,4 ab	5,7 be	5,2 eg	4,7 gh	4,3 h	5,4 A
Konsantrasyon Ortalaması	6,1 A	6,2 A	5,6 A	4,0 B	3,9 B	3,4 B	

**Önemlilik:**Çeşit (Ç): \*\*\*<sup>z</sup>

Tuz (T): \*\*\*

ÇxT: \*\*\*

<sup>z</sup>: % 0,1 düzeyinde önemli.<sup>y</sup>: Aynı grup içerisinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre P≤0,05 düzeyinde önemsizdir.

hormonların içsel miktarının azalması ve büyümeyi engelleyici hormonların seviyesinin yükselmesi neden olabilmektedir (Mizrahi ve ark. 1971; van Horn 1991; Taiz ve Zeiger 1998; Delgado ve Sanchez-Raya 2007).

Kuru kök-sürgün ağırlıkları ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişki incelendiğinde, diğer erken fide dönemi parametrelerinde olduğu gibi her bir farklı tuz konsantrasyonu artışıyla söz konusu değerlerin azaldığı görülmektedir. Tuz yoğunluğundaki artış kök gelişimini geciktirmiş, uzamasını azaltmıştır. Tuzlu ortamlarda artan konsantrasyonlara bağlı olarak kök ve sürgün kuru ağırlık içeriğinin azaldığını gösteren sonuçlar, ortamın yüksek ozmotik basıncından dolayı köklerin yeterince su alamamasıyla açıklanabilir (Warner ve Finkelstein 1995; Bohnert ve ark. 1995; Al-Karaki 2001). Araştırmada tuzun konsantrasyon artışına bağlı olarak erken fide dönemi özellikleri (kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün kuru ağırlığı) değerlerinde meydana gelen azalmalar Reinhardt ve Rost (1995)'un pamukta; Saboor ve Kiarostami (2006)'nın buğdayda; Jamil ve Rha (2007)'nin pirinçte; Bakht ve ark. (2006), Almodares ve ark. (2007) ve Nawaz ve ark. (2010)'nın sorgumda elde ettiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Araştırmada, dört farklı silajlık sorgum çeşidinin 6 farklı tuz konsantrasyonu altında çeşitlere göre değişimle beraber çimlenme ve erken fide gelişimi parametrelerinin tümü üzerinde tuz stresinin önemli bir değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi arttıkça çimlenme oranı ve bazı fide özellikleri ile ilgili değerlerde belirgin bir azalma olduğu saptanan çalışmada en düşük çimlenme oranı 10 dS m<sup>-1</sup> tuz içeren ortamda meydana gelirken, en yüksek çimlenme oranı Rox çeşidinde 2 dS m<sup>-1</sup> uygulamasından, Early Sumac, Nes ve Leoti çeşitlerinde ise kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir.

Araştırmada incelenen çeşitlerin tuz stresine karşı erken fide dönemi özellikleri bakımından tepkilerinin farklı olduğu

saptanmıştır. Kök uzunluğu bakımından sırasıyla Early Sumac, Rox, Leoti, Nes; sürgün uzunlukları bakımından Leoti, Rox, Early Sumac, Nes; kuru kök ve sürgün ağırlığı bakımından Early Sumac, Leoti, Rox ve Nes şeklinde çeşitlerin sıralandığı belirlenmiştir.

Bütün bu verilerin ışığında, tuzlu toprak ve tuzlu sulama suyuna sahip alanlarda yapılacak sorgum yetiştiriciliğinde çalışmadan elde edilen sonuçlara göre tuzluluğa hassas çeşitlerden sakınmak, Early Sumac gibi çimlenme ve erken fide döneminde tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin öncelikle seçilmesi verim ve kalite açısından daha yararlı olacaktır. Ancak, kontrollü koşullar altında elde edilen araştırma sonuçlarının, küresel ısınma ve çevre kirliliğine bağlı olarak dünyada ve ülkemizde hızla artan tuzlu toprak ve tuzlu sulama suyuna sahip alanlarda söz konusu çeşitlerin ekilerek tarla koşulları altında elde edilecek sonuçlarla desteklenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, sorgum ıslahında tuzluluğa dayanıklı çeşit çalışmalarında ıslahçıların dayanıklı materyal olan Early Sumac ve Leoti çeşitlerini ıslah programlarına almaları daha doğru olacaktır.

#### Kaynaklar

- Akıncı IE, Akıncı S, Yılmaz K, Dikici H (2004) Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32:193-200.
- Al-Karaki GN (2001) Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. *Journal of Plant Nutrition* 24: 511-512.
- Allakhverdiev SI, Sakamoto A, Nishiyama Y, Inaba M, Murata N (2000). Ionic and osmotic effects of NaCl induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiology* 123: 1047-1056.
- Almodares A, Hadi MR, Dosti B (2007) Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. *Journal of Biological Sciences* 7:1492-1495.

- Ashraf M, Tufail M (1995) Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 175: 351-362.
- Bakht J, Basir A, Shafi M, Khan MJ (2006) Effect of various levels of salinity on sorghum at early seedling stage in solution culture. Sarhad Journal of Agriculture 22: 17-21.
- Bohnert HJ, Nelson DE, Jensen RG (1995) Adaptations to environmental stresses. Plant Cell 7: 1099-1111.
- Çakmakçı S, Çeçen S, Aydınoğlu, B (1997) Farklı tuz ortamlarında bazı baklagil yem bitkilerinin çimlenme ve gelişme durumları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10:169-180.
- Coons JM, Kuehl RO, Simons NR (1990) Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination. Journal of American Society for Horticultural Science 115: 1004-1007.
- Delgado IC, Sanchez-Raya AJ (2007) Effects of sodium chloride and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life. Communications in Soil Science and Plant Analysis 38: 2013-2027.
- Essa TA (2002) Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science 188: 86-93.
- Ghoulam C, Fares K (2001) Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science Technology 29: 357-364.
- Gomez KA, Gomez AA (1984) Statistical Procedures for Agricultural Research. 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Gül İ, Başbağ, M (2005) Diyarbakır koşullarında silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterlerin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9: 15-21.
- Hsiao TC (1973). Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology 24: 519-570.
- Jamil M, Rha ES (2007) Response of transgenic rice at germination and early seedling growth under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 4303-4306.
- Kara B, Uysal N (2010) Effect of different salinity (NaCl) concentrations on the first development stages of root and shoot organs of wheat. Anadolu Journal of Agriculture Science 25: 37-43.
- Katerji N, van Hoorn JW, Hamdy A, Karam F, Mastrotrilli M (1994) Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. Agricultural Water Management 26: 81-91.
- Kaya MD, Day S (2008) Relationship between seed size and NaCl on germination, seed vigor and early seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). African Journal of Agricultural Research 3: 787-791.
- Koca M, Bor M, Ozdemir F, Turkan I (2007). The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Environmental Experimental Botany 60: 344-351.
- Kwiatowsky J (1998) Salinity classification, mapping and management in Alberta. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/sag3267](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/sag3267). Accessed 15 October 2010.
- Leopold A, Willing RP (1984) Evidence of toxicity effects of salt on membranes. In: Staples RC, Toenniessen GH (Eds), Salinity Tolerance in Plants. John Wiley and Sons, New York, pp. 67-76.
- Levitt J (1980) Responses of Plants to Environmental Stresses. 2<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, New York.
- Maas EV, Hoffman GJ (1977) Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation Drainage Division, American Society Civil Engineering 103:115-134.
- Madidi SE, Baroudi BE, Ameer FB (2004) Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. International Journal of Agriculture Biology 6: 767-770.
- Malibari AA, Zidan MA, Heikal MM, El Shamary S (1993) Effect of salinity on germination and growth of alfalfa, sunflower and sorghum. Pakistan Journal of Botany 25: 156-160.
- Mansour MMF (1994) Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. Biologica Plantarum 36: 429-434.
- Marambe B, Ando T (1995) Physiological basis of salinity tolerance of sorghum seeds during germination. Journal of Agronomy and Crop Science 174: 291-296.
- Mizrahi Y, Blumfeld A, Bittner S, Richmond AE (1971) Abscisic acid and cytokinin content of leaves in relation to salinity and relative humidity. Plant Physiology 48: 752-755.
- Nawaz K, Talat A, Hussain K, Majeed A (2010) Induction of salt tolerance in two cultivars of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by exogenous application of proline at seedling stage. World Applied Sciences Journal 10: 93-99.
- Quinby JR (1974). Sorghum Improvement and The Genetics of Growth. Texas A&M University Press, Texas.
- Saboora A, Kiarostami K (2006) Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. Pakistan Journal of Biological Science 9: 2009-2021.
- Sadeghian SY, Yavari N (2004) Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. Journal of Agronomy and Crop Science 190: 138-144.
- Sharma AD, Thakur M, Rana M, Singh K (2004) Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphatase activities in *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
- Sönmez B (2004) Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No:33, Ankara.
- Szabolcs I (1994) Prospects of Soil Salinity for the 21<sup>st</sup> Century. 15<sup>th</sup> International Congress of Soil Science, Acapulco, Mexico.
- Taiz L, Zeiger E (1998) Plant Physiology. 2<sup>nd</sup> Edition. Sinauer Associates Inc. Publisher, Sunderland, Massachusetts.
- Thakur M, Sharma AD (2005) Salt stress and phytohormone (ABA)-induced changes in germination, sugars and enzymes of carbohydrate metabolism in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. seeds. Journal of Agriculture and Social Science 1: 89-93.
- van Hoorn JW (1991) Development of soil salinity during germination and early seedling growth and its effect on several crops. Agricultural Water Management 20: 17-28.
- Werner JE, Finkelstein RR (1995) Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. Physiologia Plantarum 93: 659-666.
- Yeo AR, Flowers TJ (1983) Varietal difference in the toxicity of sodium ions in rice leaves. Physiologia Plantarum 159: 189-195.

## Spektral yansımaya değerlerinin yem bezelyesinde (*Pisum sativum*) fosfor düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanımı

### Use of spectral reflectance values to determine phosphorus levels in field pea (*Pisum sativum*)

Yaşar ÖZYİĞİT, Mehmet BİLGİN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 07059, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): Y. Özyiğit, e-posta (e-mail): ozyigit@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Ocak 2012  
Düzeltilme tarihi 29 Mayıs 2012  
Kabul tarihi 05 Haziran 2012

#### Anahtar Kelimeler:

Yansımaya değeri  
Spektroradyometre  
Fosfor düzeyi  
Yem bitkisi  
Yem bezelyesi

#### ÖZ

Bu çalışmada bir baklagil yem bitkisi olan yem bezelyesindeki (*Pisum sativum* L.) fosfor düzeylerinin spektral yansımaya değerleri kullanarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma hem arazi koşullarında hem de sera koşullarında yürütülmüş ve sera uygulamaları için plastik saksılar kullanılmıştır. Arazi ve sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde hem genel (kanopi) hem de yaprakтан yansımaya ölçümleri yapılmış ve ölçümler için 325-1075 nm dalga boyları arasında yansımaya ölçümü yapabilen taşınabilir bir spektroradyometre kullanılmıştır. Yansımaya ölçümlerinden sonra biçilen bitkiler 65°C'de 48 saat kurutularak laboratuvarında fosfor analizleri yapılmıştır. Laboratuvarında belirlenen fosfor düzeyleri ile spektral yansımaya değerlerine değişken ekleme ve eleme (stepwise) regresyon analizi uygulanmış ve fosfor düzeyleri ile ilişkili dalga boyları belirlenerek regresyon eşitlikleri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin fosfor düzeyleri ile dalga boyu yansımaya değerleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Özellikle yaprakтан yapılan kontrollü ölçümlerde daha sağlıklı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar yem bezelyesindeki fosfor düzeylerinin tahmin edilmesinde spektral yansımaya değerlerinin kullanılabilceğini göstermektedir.

#### ARTICLE INFO

Received 02 January 2012  
Received in revised form 29 May 2012  
Accepted 05 June 2012

#### Keywords:

Reflectance value  
Spectroradiometer  
Phosphorus levels  
Forage crops  
Field pea

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine phosphorus levels in field pea (*Pisum sativum* L.) based on spectral reflectance values. The study was conducted under both field and greenhouse conditions. Plastic pots were used in greenhouse experiments. Both canopy and leaf measurements were performed in plants which grown in field and greenhouse. A portable spectroradiometer which can measure reflectance wavelength range of 325-1075 nm was used for reflectance measurements. After reflectance measurements, plants were cut and dried in air forced oven at 65°C for 48 h, and phosphorus analyses were carried out in laboratory. Stepwise regression analysis was performed to phosphorus levels determined in laboratory and spectral reflectance values and regression equations were constituted with wavelengths which related with phosphorus levels. According to the results, significant relationships were determined between phosphorus levels and wavelength reflectance values. Better results were obtained in controlled measurements performed in leaves. The results show that, spectral reflectance values can be used to predict phosphorus levels in field pea.

## 1. Giriş

Yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) tek yıllık, besleme değeri yüksek ve lezzetli bir baklagil yem bitkisidir. Tanelerinin protein oranı oldukça yüksektir ve kırıldıktan sonra kaba yemlerle karıştırılabilir. Günümüzde Avrupa ülkelerinde yetiştirilen yem bezelyesi çeşitlerinin hemen hemen tamamı beyaz çiçekli, sarı veya yeşil renkli tohuma sahip olup, tohumları yem sanayinde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Yem bezelyesi uygun dönemde biçildiği takdirde, kuru otunda yaklaşık olarak % 20, danelerin de ise % 20-30 arasında ham protein içermektedir (Sayar ve ark. 2009).

Bütün bitkilerde olduğu gibi yem bitkilerinde de verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsur bitki besin maddeleridir. Bitkilerin sağlıklı bir şekilde gelişmeleri için besin elementlerine ihtiyaçları vardır. Toprakta bitkiler için gerekli 13 besin elementi vardır ve bu elementler makro ve mikro besin elementleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Fosfor ( $P_2O_5$ ) makro elementler grubuna giren önemli bir elementtir. Yem bitkileri (özellikle baklagiller) fosfor elementine yüksek oranda ihtiyaç duymaktadır (Pant ve ark. 2004; Beegle 2007). Fosfor, bitki gelişmesi için azotlu gübrelerden daha az miktarlarda gerekli



olmasına rağmen, bitki gelişmesi için azot kadar önemli bir elementtir. Polat ve ark. (2007) mera koşullarında yaptıkları bir çalışmada artan fosfor düzeylerinin bitkilerin yem verimlerinde ve kalitelerinde bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Acar ve Aşçı (2006), fosfor uygulamalarının ak üçgülde ot üretimini etkilediğini belirlemişlerdir.

Bitkiler için bu kadar önemli olan besin elementlerinin eksikliği veya fazlalığı durumlarında bazı olumsuzluklar (boy kısalması, renk değişimleri vb) ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bitkilerdeki besin elementlerinin tespit edilmesi ve bir noksanlık varsa anında müdahale edilmesi önemlidir. Ancak bitki içerikleri (örneğin besin elementleri) hakkında bilgi elde etmek amacıyla yapılan laboratuvar analizleri uzun zaman isteyen pahalı yöntemlerdir (Kokaly ve Clark 1999; Graeff ve ark. 2001; Li ve ark 2006; Zhao ve ark. 2007).

Nesnelere fiziksel temasta bulunmadan onlar hakkında bilgi elde etmeyi sağlayan uzaktan algılama sistemleri (Kramer 2002; Elachi ve Van-Zly 2006), laboratuvar analizlerinin olumsuzluklarını ortadan kaldıracak kapasitededir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda (Filella ve ark. 1995; Tarpley ve ark. 2000; Buscaglia ve Varco 2002; Osborne ve ark. 2002) besin elementlerinin uzaktan algılama sistemleri ile tahmin edilebileceği tespit edilmiştir. Patil ve ark. (2007), soya fasulyesinde (*Glycine max* L.) besin stresleri için spektral verilerin kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Bir başka çalışmada, yaprak yansımaya ölçümlerinin, tarla koşullarında, pamuğun azot durumunun hızlı ve doğru bir şekilde eş zamanlı görüntülenmesinde ve gübreleme uygulamalarında kullanılabilirliğini bildirmiştir (Zhao ve ark. 2005).

Bu çalışma, bir baklagil yem bitkisi olan yem bezelyesindeki (*P. sativum*) fosfor düzeylerinin, uzaktan algılama sistemi (spektrometre) kullanılarak elde edilen spektral yansımaya değerleri yardımıyla tahmin edilebilirliğini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Tarla ve sera koşullarında yürütülen bu çalışmada bitki materyali olarak baklagiller familyasından bir yem bitkisi olan yem bezelyesinin (*Pisum sativum* L.) Adana orijinli yerel bir popülasyonu kullanılmıştır. Killi, kuvvetli alkali ve organik maddesi düşük bir alanda yürütülen arazi denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel büyüklükleri 1,96 m<sup>2</sup>, blok araları 1,27 m ve bloklar içindeki parsel araları da 1,5 m olacak şekilde ayarlanmıştır. Her blokta 27 adet olmak üzere toplam 81 adet (3 tekerrür \* 27 uygulama) parsel oluşturulmuştur. Sera denemeleri ise tesadüf parselleri deneme desenine göre yine 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 22cm\*20cm ölçülerinde plastik saksılar kullanılmıştır. Saksılara 2:1:1 oranında hazırlanan

toprak:torf:perlit hacimsel karışımı doldurulmuştur.

Çalışmada parsellere ve saksılara 0, 10 ve 20 kg da<sup>-1</sup> fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) gelecek şekilde Diamonyum fosfat (DAP) gübresi uygulanmıştır. Parsellere ve saksılara ayrıca aynı dozlarda azot (N) ve potasyum (K) uygulaması için sırasıyla Amonyum nitrat (% 33'lük) ve Potasyum sülfat gübreleri kullanılmış ve kombinasyonlarla birlikte 27 farklı uygulama yapılmıştır (Çizelge 1). Parsellere arazinin taşlı olması da göz önüne alınarak çıkışları garanti altına almak için 25 kg da<sup>-1</sup> hesabıyla 50 g tohum atılmıştır ve çıkışlardan sonra gerekli parsellerde seyreltme yapılarak normal ekim normu (yaklaşık 15 kg da<sup>-1</sup>) sağlanmıştır. Arazi ekimlerinde sıra arası mesafe 25 cm olarak ayarlanmıştır. Saksılara ise 15 adet tohum atılmış ve çıkıştan sonra seyreltme yapılarak 5 bitki bırakılmıştır.

Yansımaya ölçümleri çiçeklenme başlangıcında yapılmış ve ölçümler için elektromanyetik spektrumun 325-1075 nm dalga boyları arasında yansımaya ölçümleri yapabilen bir spektrometre (FieldSpec® FR, Analytical Spectral Devices Inc., Boulder, Colorado, ABD) kullanılmıştır (Castro-Esau ve ark. 2006; Albayrak 2008). Fakat yansımaya ölçüm sonuçları incelendiğinde 400 nm'nin altındaki ve 900 nm'nin üstündeki dalga boylarındaki yansımaya değerlerinde aşırı dalgalanmalar görüldüğü için sonuçların değerlendirilmesinde 400 ile 900 nm arasındaki dalga boylarının yansımaya değerleri dikkate alınmıştır (Han ve Rundquist 2003; Lin ve Liqun 2006). Ayrıca sonuçlar değerlendirilirken 400-500 nm arasındaki dalga boyları mavi, 501-600 nm yeşil, 601-700 nm kırmızı ve 701-900 nm yakın kızıl ötesi (NIR) bölge olarak tanımlanmıştır (Summy ve ark. 2003).

Yansımaya ölçümleri parsellerde ve saksılarda hem genel (kanopi), hem de tek yaprak düzeyinde yapılmıştır. Kanopi ölçümleri havanın açık olduğu günlerde saat 10:00 ile 11:30 arasında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 10°'lik açıyla yapılmış ve cihazın sensörü ile bitkilerin üst yüzeyi arasındaki uzaklık, parsellerde 150 cm (Albayrak 2008), saksılarda ise 25 cm olarak ayarlanmıştır. Bu şekilde parsellerde 961,625 cm<sup>2</sup>, saksılarda ise 19,625 cm<sup>2</sup>'lik alanlar cihazın görüş açısı içerisinde kalmıştır. 81 saksı ve parselin her birisinde 5 tekrarlamalı olarak genel yansımaya ölçümleri gerçekleştirilmiş ve her üç ölçümde bir referans panel [Spectralon (Labshere, Inc.; North Sutton, NH, USA)] kullanılarak irradyans ölçümü yapılmıştır (Beerli ve ark.2007). Saksılar kanopi ölçümleri için seranın dışına çıkartılmış ve ölçümler güneşte yapılmıştır.

Yaprak ölçümleri için ise her bir parselden ve saksıdan 5'er yaprak rastgele seçilmiştir. Ölçümlerde spektrometreye bağlanabilen yaprak ölçüm aparatı ve yaprak kısıkaçı kullanılmıştır. Yaprak kısıkaçına zedelemeyen sıkıştırılan yapraklarda, yapay ışık kaynağı olarak yaprak ölçüm aparatının içerisine monte edilmiş olan 100 watlık halojen lamba

Çizelge 1. Parsellere uygulanan azot, fosfor, potasyum dozları (kg da<sup>-1</sup>) ve kombinasyonları.

Uyg.	N	P	K	Uyg.	N	P	K	Uyg.	N	P	K
1	0	0	0	10	10	0	0	19	20	0	0
2	0	0	10	11	10	0	10	20	20	0	10
3	0	0	20	12	10	0	20	21	20	0	20
4	0	10	0	13	10	10	0	22	20	10	0
5	0	10	10	14	10	10	10	23	20	10	10
6	0	10	20	15	10	10	20	24	20	10	20
7	0	20	0	16	10	20	0	25	20	20	0
8	0	20	10	17	10	20	10	26	20	20	10
9	0	20	20	18	10	20	20	27	20	20	20

kullanılarak yansıma ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Delalieux ve ark. 2008). Yaprak ölçümleri gerçekleştirildikten sonra parsellerdeki ve saksılardaki bitkiler biçilmiş, güneş altında 1-2 saat süreyle soldurulmuş ve parsellerdeki bitkilerden 150 g, saksılardaki bitkilerin ise tamamı kurutma fırınında 65°C'de 48 saat kurutulmuştur (Brink ve ark., 2003; Halgerson ve ark. 2004). Kurutmadan sonra örneklerdeki fosfor düzeyi kuru yakma yöntemi ile belirlenmiştir (Karaca ve Çimrin 2002). Yaprak ölçümleri için alınan yapraklarda ayrıca fosfor analizi yürütülmemiş, genel ölçümler ve yaprak ölçümleri için tek fosfor analizi yapılmıştır.

Verilerin istatistik analizi yapılırken her bir dalga boyundaki yansıma değeri için 5 tekrarlamalı yapılan ölçümlerin ortalaması alınmıştır. MINITAB istatistik programında değişken ekleme ve eleme (stepwise) regresyon analizi kullanılarak yapılan analizlerde bitkinin fosfor seviyesi ile ilişkili dalga boyları belirlenmiş ve bu dalga boyları kullanılarak regresyon eşitlikleri oluşturulmuştur.

### 3. Bulgular

Değişken ekleme ve eleme regresyon analizi sonucu örneklerin fosfor düzeyleri ile ilişkili dalga boyları ve bu dalga boyları ile oluşturulan regresyon eşitlikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, tarlada yapılan genel ölçümlerde fosfor düzeyleri ile spektrumun mavi bölgesinde (400-500 nm) yer alan 5 dalga boyunun ilişkili olduğu belirlenmiş ve bu dalga boyları ile oluşturulan regresyon eşitliğinin R<sup>2</sup> değeri 0,45 olarak hesaplanmıştır. Tarla-yaprak ölçüm sonuçlarına göre ise, değişken ekleme ve eleme regresyon analizi sonucu fosfor düzeyleri için 22 adet dalga boyu (9 mavi, 4 yeşil, 3 kırmızı ve 6 yakın kızılötesi) seçilmiş ve bu dalga boyları ile R<sup>2</sup> değeri 0,86 olan bir regresyon eşitliği oluşturulmuştur.

Regresyon eşitliği kullanılarak hesaplanan fosfor değerleri ile laboratuvar analizleriyle belirlenen değerler arasındaki ilişkiyi gösteren grafik tarla-genel için Şekil 1'de, tarla-yaprak için ise Şekil 2'de görülmektedir.

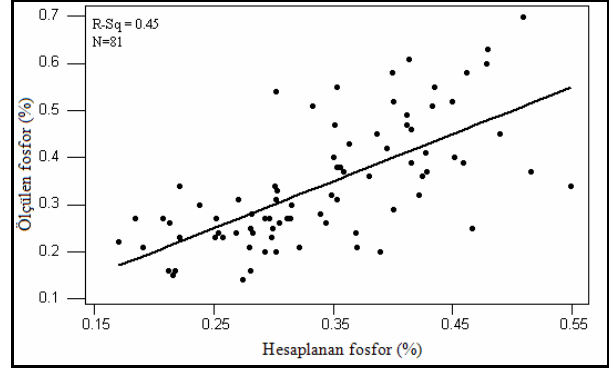
Sera denemesine ait genel ve yaprak ölçüm sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Sera-genel ölçüm sonuçlarına göre, fosfor düzeylerini hesaplamak amacıyla oluşturulan regresyon eşitliğinde spektrumun kırmızı bölgesinde yer alan 9 dalga boyu yer almış ve eşitliğin R<sup>2</sup> değeri 0,47 olarak belirlenmiştir.

Seradaki bitkilerde yapılan yaprak ölçümleri sonucu ise fosfor düzeyleri ile 26 adet dalga boyundaki yansıma değerleri arasında bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu dalga boylarından 2'si spektrumun mavi bölgesinde yer alırken, 24'ü ise NIR bölgesinde yer almaktadır. Oluşturulan regresyon eşitliğinin R<sup>2</sup> değeri 0,90'dır. Eşitliklerle hesaplanan fosfor değerleriyle laboratuvar analizleri sonucu belirlenen değerler arasındaki ilişkiyi ve en iyi regresyon eğrisini gösteren grafikler sera-genel için Şekil 3'de, sera-yaprak için Şekil 4'de görülmektedir.

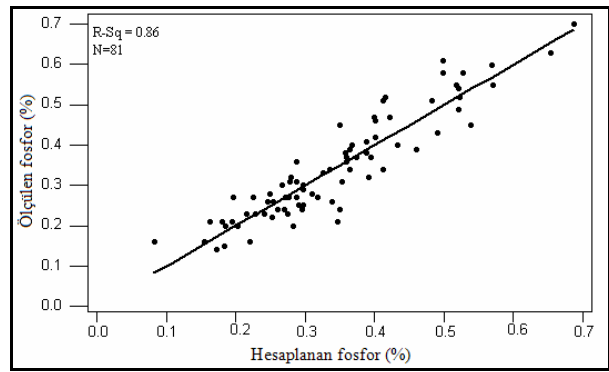
**Çizelge 2.** Yem bezelyesinde fosfor düzeyleri ile yansıma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eşitlikleri ve R<sup>2</sup> değerleri (Tarla).

	Sabit	Katsayı x Dalga Boyu Yansıma Değerleri	R <sup>2</sup>
Genel	0,327	(43,6xY <sub>448</sub> ) + (-10,6xY <sub>401</sub> ) + (-133xY <sub>458</sub> ) + (77,1xY <sub>463</sub> ) + (21,2xY <sub>444</sub> )	0,45**
Yaprak	-3,18	(-32,6xY <sub>478</sub> ) + (36,6xY <sub>510</sub> ) + (-34,2xY <sub>626</sub> ) + (-67,1xY <sub>646</sub> ) (92,0xY <sub>639</sub> ) + (9,02xY <sub>415</sub> ) + (126,0xY <sub>849</sub> ) + (-59,6xY <sub>880</sub> ) + (27,0xY <sub>448</sub> ) + (27,9xY <sub>498</sub> ) + (-26,5xY <sub>491</sub> ) + (-15,9xY <sub>471</sub> ) + (8,55xY <sub>458</sub> ) + (-80,9xY <sub>848</sub> ) + (57,6xY <sub>843</sub> ) + (31,0xY <sub>882</sub> ) + (-19,8xY <sub>504</sub> ) + (-70,9xY <sub>846</sub> ) + (-27,3xY <sub>513</sub> ) + (11,0xY <sub>440</sub> ) + (-2,60xY <sub>403</sub> ) + (12,6xY <sub>502</sub> )	0,86**

\*\* : P<0,01



**Şekil 1.** Yem bezelyesinde ölçülen fosfor değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan fosfor değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Tarla-Genel).



**Şekil 2.** Yem bezelyesinde ölçülen fosfor değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan fosfor değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Tarla-Yaprak).

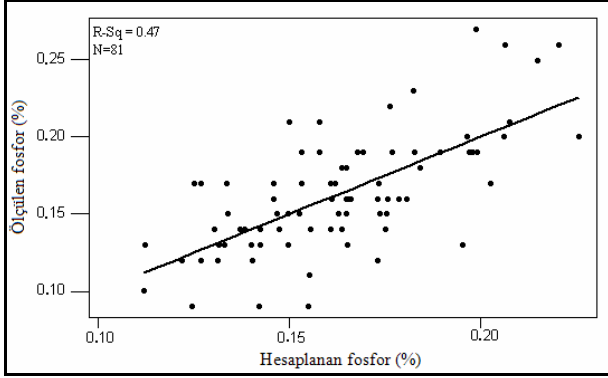
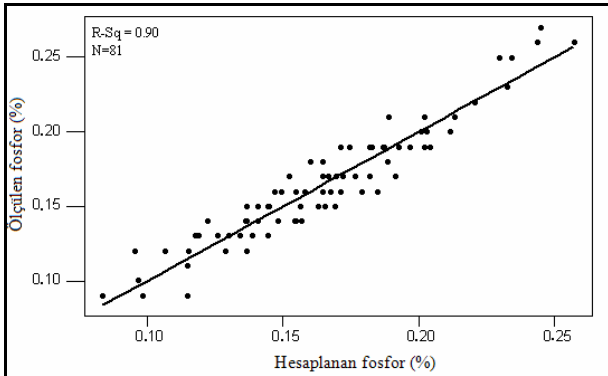
### 4. Tartışma

Çalışmada fosfor düzeylerini tahmin etmek amacıyla oluşturulan eşitliklerde spektrumun değişik bölgelerinden dalga boyları yer almakla birlikte, özellikle R<sup>2</sup> değerleri yüksek eşitliklerde, kırmızı ve NIR bölgeden oldukça fazla sayıda dalga boyu yer almıştır. Antosiyan, bitkilerde fosfor miktarı tarafından etkilenen bir maddedir ve fosfor eksikliği durumunda bitkide biriktiği belirtilmektedir. Böylece yaprakların orta kısımlarında koyu yeşil, kenarlarında ise parlak mor bir renk meydana gelmektedir. Bu nedenle, dolaylı yoldan da olsa fosfor miktarındaki değişim antosiyan vasıtasıyla yansımalarda bir değişikliğe neden olabilmektedir. Çünkü spektrumun yeşil bölgesindeki ışığı absorbe eden antosiyan mavi ve kırmızı bölgelerindeki ışığı yansıtmaktadır (Salisbury ve Ross 1992). Biolley ve Jay (1993), antosiyan'ın 400-580 nm dalga boylarındaki yansımaları etkilediğini bildirmiştir. Bu durum Pietrini ve Massacci (1998), Pietrini ve ark. (2002) ve Close ve Beadle (2003) tarafından da doğrulanmıştır.

**Çizelge 3.** Yem bezelyesinde fosfor düzeyleri ile yansıma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon eşitlikleri ve R<sup>2</sup> değerleri (Sera).

	Sabit	Katsayı x Dalga Boyu Yansıma Değerleri	R <sup>2</sup>
Genel	0,190	$(-44,9xY_{661}) + (32,3xY_{684}) + (22,4xY_{653}) + (-55,3xY_{638}) + (28,8xY_{634}) + (-57,8xY_{674}) + (26,9xY_{678}) + (24,1xY_{650}) + (22,0xY_{663})$	0,47**
Yaprak	-0,864	$(-38,6xY_{810}) + (15,7xY_{814}) + (-23,0xY_{772}) + (7,79xY_{861}) + (-16,4xY_{871}) + (-27,5xY_{711}) + (0,879xY_{406}) + (18,0xY_{713}) + (20,2xY_{817}) + (22,2xY_{769}) + (12,8xY_{888}) + (-9,11xY_{839}) + (42,7xY_{781}) + (8,78xY_{708}) + (15,0xY_{865}) + (-10,5xY_{900}) + (18,4xY_{748}) + (-10,2xY_{847}) + (-25,8xY_{753}) + (5,00xY_{877}) + (-0,480xY_{409}) + (-19,1xY_{780}) + (-20,5xY_{782}) + (12,7xY_{796}) + (9,97xY_{767}) + (-7,86xY_{787})$	0,90**

\*\* :P&lt;0,01

**Şekil 3.** Yem bezelyesinde ölçülen fosfor değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan fosfor değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Sera-Genel).**Şekil 4.** Yem bezelyesinde ölçülen fosfor değerleri ve regresyon eşitlikleri ile hesaplanan fosfor değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon grafiği (Sera-Yaprak).

Yapılan bazı çalışmalarda bitkilerin fosfor düzeyleri yansıma değerleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır (Bogreki ve ark. 2005; Mutanga ve ark. 2004). Milton ve ark. (1991) farklı fosfor düzeyleri içeren solüsyonlarda yetiştirdikleri soya fasulyesi (*Glycine max* L.)'nde fosfor eksikliği olan bitkilerde spektrumun yeşil ve sarı bölgelerindeki yansıma değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada fosfor eksikliğine maruz kalmış mısır bitkilerinde spektrumun kırmızı (830 nm) ve NIR (940 nm ve 1100 nm) bölgelerindeki dalga boylarının absorpsiyon düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Al-Abbas ve ark. 1974). Jacop ve Lawlor (1991) mısır, buğday ve ayçiçeğinde fosfor stresinin bitki hücrelerinde küçülmeye neden olduğunu ve dolayısıyla stres altında olmayan bitkilere göre birim yaprak alanındaki hücre sayısında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Spektrumun yakın kızıl ötesi bölgesindeki yansımaların

dokuların içsel yapısı tarafından etkilendiğini belirten Osborne ve ark. (2002) ise mısırdaki erken gelişim devrelerinde spektrumun mavi (440 ve 445 nm) ve NIR (730 ve 930 nm) bölgelerinin fosfor konsantrasyonunun tahmini için en iyi bölgeler olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum, fosfor konsantrasyonlarının tahmininde spektrumun özellikle yakın kızıl ötesi bölgesindeki yansımaların önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bir başka sonuca göre ise, yapraklarda yapılan yansıma ölçümlerinin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Çünkü genel (kanopi) ölçümlerde ışık kaynağı olarak güneş ışınları kullanılmakta ve bu ışınlar bazen bulutlar nedeniyle engellenmekte ve doğru ölçüm yapılamamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle referans panelde sık sık yansıma ölçümleri yapılarak, güneş ışınlarındaki değişimler kontrol edilmelidir. Yapraktan, yaprak ölçüm aparatı ve yaprak kıskacı ile yapılan ölçümlerde ise yapay ışık kaynağı kullanıldığı ve her ölçülen örneğe kaynaktan çıkan ışınlar aynı miktarda geldiği için böyle bir sorun yaşanmamaktadır. Adams ve ark. (2000) tarafından soya fasulyesinde yürütülen bir çalışma sonucunda spektral ölçümlerin Mn, Zn, Fe ve Cu eksikliklerinin belirlenmesinde kullanılabileceği belirlenmiş ve yöntemin hızlı, örnekleri tahrip etmeden serada ve arazide kullanılabilecek bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. Aynı çalışmada, spektral ölçümlerin kontrollü koşullar altında Mn, Zn, Fe ve Cu elementlerinin kritik seviyelerini belirlemede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

## 5. Sonuç

Yem bezelyesinde fosfor düzeylerinin yansıma değerleriyle belirlenebilirliğini araştırmak amacıyla yürütülen bu çalışmada, dalga boylarındaki yansıma değerleriyle fosfor düzeyleri arasında önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaprakta yapılan kontrollü ölçümlerin kanopi ölçümlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuçlar yem bezelyesinde fosfor düzeylerinin tahmininde yansıma değerlerinin kullanılabileceğini göstermektedir. Bu durum sonuçların, klasik laboratuvar analizlerine göre daha ucuz ve çok daha kısa sürede elde edilmesini sağlamaktadır. Böylece bitkilerin bitki besin elementi düzeylerinde bir sorun olması durumunda kısa sürede önlem alınabilmektedir. Bu yöntem sayesinde laboratuvar analizlerine ihtiyaç kalmayacağından kimyasal kullanımı ve atığı olmayacak ve çevre kirlenmesinin de önüne geçilebilecektir. Çalışma ayrıca yem bitkilerinde kalite düzeylerinin arazi koşullarında belirlenmesi için yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

## Teşekkür

Bu çalışma başlıca yazarın doktora tezinden alınmıştır.

Çalışmayı “Doktora Tez Projesi” olarak 2005.03.0121.014 proje numarası ile destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Acar Z, Aşçı Ö (2006) Fosfor uygulamasının ak üçgül (*Trifolium repens* L.)’ün ot ve sap verimi üzerine etkisi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 21: 323-329.
- Adams ML, Norvell WA, Philpot WD, Peverly JH (2000) Spectral detection of micronutrient deficiency in ‘Bragg’ soybean. *Agronomy Journal* 92: 261-268.
- Al-Abbas AH, Barr R, Hall JD, Crane FL, Baumgardner MF (1974) Spectra of normal and nutrient-deficient maize leaves. *Agronomy Journal* 66: 16-20.
- Albayrak S (2008) Use of reflectance measurements for the detection of N, P, K, ADF and NDF contents in sainfoin pasture. *Sensors* 8: 7275-7286.
- Beegle D (2007) Soil Fertility management for forage crops. *Agronomy Facts* 31-A. Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Beerli O, Phillips R, Hendrichson J, Frank AB, Kronberg S (2007) Estimating forage quantity and quality using aerial hyperspectral imagery for northern mixed-grass prairie. *Remote Sensing of Environment* 110: 216-225.
- Biolley JP, Jay M (1993) Anthocyanins in modern roses: Chemical and colorimetric features in relation to the color range. *Journal of Experimental Botany* 44: 1725-1734.
- Bogreki I, Lee WS, Jordan JD, Craig JC (2005) Multispectral image analysis for phosphorus measurement in Bahia grass. ASAE Paper No. 051067, Ft. Tampa, MI: ASAE.
- Brink GE, Rowe DE, Sistani KR, Adeli A (2003) Bermudagrass cultivar response to swine effluent application. *Agronomy Journal* 95: 597-601.
- Buscaglia HJ, Varco JJ (2002) Early detection of cotton leaf nitrogen status using leaf reflectance. *Journal of Plant Nutrition* 25: 2067-2080.
- Castro-Esau KL, Sánchez-Azofeifa GA, Rivard B (2006) Comparison of spectral indices obtained using multiple spectroradiometers. *Remote Sensing of Environment* 103: 276-288.
- Close DC, Beadle CL (2003) The ecophysiology of foliar anthocyanin. *The Botanical Review* 69: 149-161.
- Delalieux S, Somers B, Verstraeten WW, Keulemans W, Coppin P (2008) Hyperspectral canopy measurements under artificial illumination. *International Journal of Remote Sensing* 29: 6051-6058.
- Elachi C, Van Zyl J (2006) Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Filella I, Serrano L, Serra J, Penuelas J (1995) Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science* 35: 1400-1405.
- Graeff S, Steffens D, Schubert S (2001) Use of reflectance measurements for the early detection of N, P, Mg, and Fe deficiencies in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164: 445-450.
- Halgerson JL, Sheaffer CC, Martin NP, Peterson PR, Weston SJ (2004) Near-infrared reflectance spectroscopy prediction of leaf and mineral concentrations in alfalfa. *Agronomy Journal* 96: 344-351.
- Han L, Rundquist DC (2003) The spectral responses of *Ceratophyllum demersum* at varying depths in an experimental tank. *International Journal of Remote Sensing* 24: 859-864.
- Jacob J, Lawlor DW (1991) Stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in phosphate-deficient sunflower, maize and wheat plants. *Journal of Experimental Botany* 42: 1003-1011.
- Karaca S, Çimrin KM (2002) Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.)+Arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 12: 47-52.
- Kokaly RF, Clark RN (1999) Spectroscopic determination of leaf biochemistry using band-depth analysis of absorption features and stepwise multiple linear regression. *Remote Sensing of Environment* 67: 267-287.
- Kramer HJ (2002) Observation of the Earth and its Environment: Survey of Missions and Sensors. 4<sup>th</sup> Edition, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Li B, Liew OW, Asundi AK (2006) Pre-visual detection of iron and phosphorus deficiency by transformed reflectance spectra. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 85: 131-139.
- Lin Y, Liqun Z (2006) Identification of the spectral characteristics of submerged plant *Vallisneria spiralis*. *Acta Ecologica Sinica* 26: 1005-1011.
- Milton NM, Eiswerth BA, Ager CM (1991) Effect of phosphorus deficiency on spectral reflectance and morphology of soybean plants. *Remote Sensing Environment* 36: 121-127.
- Mutanga O, Skidmore AK, Prins HHT (2004) Predicting in situ pasture quality in the Kruger National Park, South Africa, using continuum-removed absorption features. *Remote Sensing of Environment* 89: 393-408.
- Osborne SL, Schepers JS, Francis DD, Schlemmer MR (2002) Detection of phosphorous and nitrogen deficiencies in corn using spectral radiance measurements. *Agronomy Journal* 94: 1215-1221.
- Pant HK, Adjeia MB, Scholberg JMS, Chambliss CG, Rechcigl JE (2004) Forage production and phosphorus phytoremediation in manure-impacted soils. *Agronomy Journal* 96: 1780-1786.
- Patil VD, Adsuland PB, Deshmukh LS (2007) Studies on spectral reflectance under normal and nitrogen, phosphorus and pest and disease stress condition in soybean (*Glycine Max* L.). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 35: 351-359.
- Pietrini F, Massacci A (1998) Leaf anthocyanin content changes in *Zea mays* L. grown at low temperature: significance for the relationship between the quantum yield of PS II and the apparent quantum yield of CO<sub>2</sub> assimilation. *Photosynthesis Research* 58: 213-219.
- Pietrini F, Iannelli MA, Massacci A (2002) Anthocyanin accumulation in the illuminated surface of maize leaves enhances protection from photo-inhibitory risks at low temperature, without further limitation to photosynthesis. *Plant, Cell and Environment* 25: 1251-1259.
- Polat T, Bükün B, Okant M (2007) Dose response effect of nitrogen and phosphorus on forage quality, yield and economic return of rangelands. *Pakistan Journal of Botany* 39: 151-160.
- Salisbury FB, Ross CW (1992) Plant Physiology. 4<sup>th</sup> Edition Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Sayar MS, Anlarsal AE, Başbağ M, Gül İ, Açıkgöz E (2009) Diyarbakır koşullarında bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) hatlarının verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009 Hatay, s. 646-650.
- Summy KR, Little CR, Mazariegos RA, Everitt JH, Davis MR, French JV, Scott AW (2003) Detecting stress in glasshouse plants using color infrared imagery: A potential new application for remote sensing. *Subtropical Plant Science* 55: 51-58.
- Tarpley L, Reddy KR, Sassenrath-Cole GF (2000) Reflectance indices with precision and accuracy in predicting cotton leaf nitrogen concentration. *Crop Science* 40: 1814-1819.
- Zhao D, Reddy KR, Kakani VG, Read JJ, Koti S (2005) Selection of optimum reflectance ratios for estimating leaf nitrogen and chlorophyll concentrations of field-grown cotton. *Agronomy Journal* 97: 89-98.
- Zhao D, Starks PJ, Brown MA, Phillips WA, Coleman SW (2007) Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. *Grassland Science* 53: 39-49.

## Tuzlu sulama suyunun farklı tekstürdeki toprakların verimlilikleri üzerine etkileri

### Effects of saline irrigation water on productivity of different textured soils

Dilek Saadet ÜRAS, Sahriye SÖNMEZ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 07070, Antalya

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): D.S. Üras, e-posta (*e-mail*): dsuras@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Aralık 2011  
Düzeltilme tarihi 07 Şubat 2012  
Kabul tarihi 16 Şubat 2012

#### Anahtar Kelimeler:

NaCl  
Bitki besin maddesi  
pH  
Toprak tuzluluğu

#### ÖZ

Tuzlu sulama suyu uygulamalarının bitkiler üzerine olan etkileri pek çok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Ancak tuzlu sulama suyu uygulamalarının farklı tekstürlerdeki toprakların verimlilikleri üzerine etkileriyle ilgili konularda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, farklı tekstürlerdeki toprakların verimlilikleri üzerine sulama suyu tuzluluk düzeylerindeki değişimin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, kil, kum ve killi tın tekstürlü topraklarda biber bitkisi yetiştirilmiş, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan 4 tekerrürlü saksı denemesinde; NaCl kullanılarak hazırlanmış farklı tuz içeriklerinde sulama suyu (kontrol [0,7], 1, 2 ve 3 dS m<sup>-1</sup>) uygulaması yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda, kil bünyeli topraklarda sulama suyu tuz içeriğinin artmasıyla birlikte toprakların pH'larının, toplam N ve değişebilir Ca içeriklerinin azaldığı; alınabilir P, Fe, Cu, Zn, Mn ve değişebilir K içeriklerinin arttığı görülmüştür. Değişebilir Mg içerikleri ise artan tuz uygulamalarından etkilenmemiştir. Kum bünyeli topraklarda sulama suyundaki tuz içeriğinin artışıyla birlikte toprakların pH'larının, alınabilir P, Fe, Zn ve değişebilir Ca içeriklerinin arttığı, değişebilir K ve alınabilir Cu içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Toplam N, değişebilir Mg ve alınabilir Mn içeriklerindeyse bir değişiklik olmamıştır. Killi tın bünyeli topraklarda ise sulama suyundaki tuz içeriğinin artmasıyla birlikte toprakların pH'ları ve Cu içeriklerinde bir azalış görülmüştür. Toplam N, alınabilir P, değişebilir K, Ca, Mg ve değişebilir Fe içeriklerinde bir artış belirlenmiştir. Mn içerikleri artan tuz uygulamalarından etkilenmemiştir. Genel olarak; tüm toprak tekstürlerinde, artan tuz uygulamalarının toprakların bitki besin elementi içerikleri üzerine etkili olduğu; bu nedenle bitkisel üretim, potansiyel tuzlanma riski olan bölgelerde veya düşük kaliteli sulama suyu kullanılarak yapılacaksa; toprak tekstürünün de toprağın tuzlanma sürecinde göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

#### ARTICLE INFO

Received 02 December 2011  
Received in revised form 07 February 2012  
Accepted 16 February 2012

#### Keywords:

NaCl  
Plant nutrient  
pH  
Soil salinity

#### ABSTRACT

The effects of the saline irrigation water applications on plants have been extensively studied. However, studies related to the effects of applications of saline irrigation waters to different textured soils on productivity are insufficient. Therefore, in this study, the effects of the changes in the irrigation water salinity levels upon the fertility of different textured soils have been investigated. For this purpose, a pot experiment was prepared with pepper plant growing on clay, sandy and clay loam textured soils. Plants were irrigated with waters having different EC values (control [0,7], 1, 2 ve 3 dS m<sup>-1</sup>) which were prepared by addition of NaCl salt. The experiment was set up in a randomized factorial plot design with four replicates. At the end of the experiment, increasing salt content of irrigation water in clay textured soils caused a decrease in pH level, total N and exchangeable Ca contents, yet it caused an increase in the available P, Fe, Cu, Zn, Mn and exchangeable K. On the other hand, exchangeable Mg content was not affected by the increasing salt applications. Increasing salt content of irrigation water in sandy textured soils caused an increase in pH levels, available P, Fe, Zn and exchangeable Ca content while leading to a decrease in exchangeable K and available Cu contents. There has not been any change in total N, changeable Mg and available Fe contents. Increasing salt content of irrigation water in clay loam textured soils generally caused a decrease in pH level and Cu contents, and an increase in total N, available P, exchangeable K, Ca, Mg and available Fe contents while having no effect on Mn contents. Consequently, in all the soil textures, increasing salt content of irrigation water was effective on the contents of plant nutrients. Therefore, if agricultural production is to be realized in the areas of potential salinity risk or low quality irrigation water is to be used, soil texture is a crucial factor that should be taken into consideration in the process of salinization of soils.

## 1. Giriş

Tuzluluk, sularda veya topraklarda var olan çözünmüş mineral tuzların konsantrasyonundan ileri gelmektedir. Çözülmüş mineral tuzlar; Na, Ca, Mg ve K kationlarını ve Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub> ve NO<sub>3</sub> anyonlarını içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Son derece yüksek tuzlulukta sularda B, Sr, Li, SiO<sub>2</sub>, Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al mineral maddeleri de tuzluluğa katkı sağlamaktadır (Tanji 1990). Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene 1982, Kwiatowsky 1998, Kara 2002). Yağışlı bölgelerde ise tuzluluk; yüksek tuzlu sulama sularıyla, toprağa ilave edilen tuz miktarının, bitkiler tarafından alınanlar ve yıkananların miktarından fazla olmasından ileri gelmektedir (Bahtiyar 2002).

Tuzların toprakta birikimi, toprağın tekstürü ve hidrolik iletkenliği ile de yakından ilişkilidir. Örneğin killi (ağır bünyeli) bir toprağın tuzlulaşma tehlikesi, kumlu (hafif bünyeli) bir topraktan daha fazladır (Henderson 1958). Çünkü toprak çözeltisinin hareketi doğrudan topraktaki gözeneklerin büyüklüklerine bağlıdır. Gözenek boyutlarının küçük olduğu ağır bünyeli topraklarda suyun hareketi zor ve yavaştır. Ayrıca bu tür topraklar kuruduğu zaman oluşan çatlaklardan dolayı sulama suyu, toprak çözeltisi ile temas etmeden hızla yer altı suyuna karışabilmektedir (Van Der Molen 1973).

Killi topraklar yapısal özellikleri nedeniyle diğer bünye sınıfında yer alan topraklara oranla daha yüksek su tutma kapasitesine ve yavaş drene olma özelliğine sahiptirler. Buna karşın kumlu topraklar daha az su tutmakta ve daha hızlı drene olmaktadır. Bu nedenle kumlu topraklar daha yüksek tuzluluk seviyesindeki sularla yapılan sulamalara direnebilmektedirler. Çünkü söz konusu tuzlar, kumlu toprakların ince bünyeli topraklara göre yüksek yıkanma fraksiyonu (LF: Leaching fraction) değerine sahip olması nedeniyle, bu topraklarda kök bölgesinin aşağısına yıkanabilmektedir (Yakupoglu ve Özdemir 2007).

Toprak tekstürünün bir diğer önemli yönü kationların tutulması ve değişimi ile ilişkilidir. Killer, küçük parçacık

çapları nedeniyle geniş yüzey alanına ve buna bağlı olarak diğer fraksiyonlara oranla daha büyük değişim yüzeyine sahiptirler. Sonuç olarak killi topraklar (özellikle smektitik olanlar), aşırı miktarda Na iyonu bağlama kapasitesine sahip oldukları için dispersiyon riskiyle karşı karşıyadırlar. Kumlar daha yüksek partikül büyüklükleri nedeniyle daha az toplam yüzey alanına sahiptirler ve bu nedenle değişim yüzeyleri daha azdır. Siltler ise kil ve kum fraksiyonları arasında bir özellik taşımaktadırlar (Yakupoglu ve Özdemir 2007).

Artan tuzluluk düzeylerinde, toprak tekstürlerinin toprak özellikleri üzerine etkileri ile ilgili genel bilgiler bilinmekle beraber; tuzlu sulama suyu uygulamalarının toprakların verimlilikleri üzerine etkileri ile ilgili çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmada; farklı tekstürlerdeki toprakların verimlilikleri üzerine farklı tuzluluk oranlarındaki sulama sularının etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma polietilen serada Eylül 2008-Ocak 2009 ayları arasında gerçekleştirilmiş ve tesadüf blokları deneme desenine göre faktöriyel düzende dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Antalya İli ve çevresinden temin edilen 3 farklı tekstürdeki (killi, kumlu ve killi tınlı) topraklar, doğal halleri olabildiğince bozulmadan ve herhangi bir uygulama yapılmadan 10 L'lik saksılara doldurulmuştur. Araştırmada kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Toprakların verimlilik seviyeleri toprak analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Deneme toplam 48 saksı (3 tekstür x 4 uygulama x 4 tekerrür) ile kurulmuştur. Saksılara 12.09.2008 tarihinde Mert F1 çeşidi biber fidelerinin dikimi yapılmıştır. Dikimden önce biber fideleri kök çürüklüğüne karşı önlem olarak ilaçlanmış, dikimden sonra ise tüm fidelere can suyu olarak kuyu suyu uygulanmıştır. Saksılar klimalı serada kuzey-güney yönünde, iki bitki arası mesafe 50 cm olacak şekilde 4 blok halinde yerleştirilmiştir.

Deneme süresince sulama sularının EC'leri NaCl tuzu kullanılarak 1, 2 ve 3 dS m<sup>-1</sup> olacak şekilde ayarlanmış ve 3 farklı EC değerine sahip sular elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına ise NaCl tuzu ilave edilmemiş, kuyu suyu (EC: 0,70 dS m<sup>-1</sup> ve pH: 6,50) kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Parametre	1. Toprak	2. Toprak	3. Toprak
Bünye	Kil	Kum	Killi-Tın
Kum (%)	32	88	25
Kil (%)	55	4	35
Silt (%)	13	8	40
Toplam N (%)	0,08	0,05	0,04
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	11,20	3,31	4,55
Değişebilir K (me 100 g <sup>-1</sup> )	0,70	0,52	0,64
Değişebilir Ca (me 100 g <sup>-1</sup> )	26,30	30,20	40,20
Değişebilir Mg (me 100 g <sup>-1</sup> )	1,30	1,55	6,80
Alınabilir Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	4,50	6,30	5,40
Alınabilir Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	1,15	0,90	1,03
Alınabilir Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0,65	0,40	0,70
Alınabilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	7,20	3,34	6,20
Kireç (%)	28	24	31
Organik Madde (%)	1,64	0,91	0,74
EC (1:2.5, dS m <sup>-1</sup> )	0,14	0,68	0,22
pH (1:2.5)	7,98	7,69	8,10

Toprak analiz sonuçları göz önüne alınarak; bitkilerin gübrelenmesinde IFA (2008)'in önermiş olduğu bitki indeksi kullanılmış; bitkinin ihtiyaç duyacağı NPK değerleri, toplam 18 kg da<sup>-1</sup> N, 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 12 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O olacak şekilde saksılara taban ve üst gübreleme olarak uygulanmıştır. Belirtilen bitki besin maddeleri, belirlenen EC değerlerinde hazırlanmış olan sulama sularına gübre solüsyonları şeklinde karıştırılmıştır. Sulama miktarlarının belirlenmesi amacıyla toprakların tarla kapasiteleri belirlenmiştir. Biber bitkisinin sulama isteğine göre tarla kapasitesindeki su miktarının % 70'inin altına düşülmeyecek şekilde, uygun zamanlarda sulama yapılmıştır. Deneme 23.01.2009 tarihinde sonlandırılmıştır.

Deneme sonunda toprak örnekleme Chapman ve ark. (1961) bildirdiği esaslara göre saksıyı temsil edecek şekilde alınmıştır. Toprak örnekleri laboratuarda hava kuru hale getirildikten sonra 2 mm'lik eleklerden geçirilmiştir. Bünye tayini Bouyoucos (1955) tarafından bildirilen esaslara göre, hidrometre yöntemiyle yapılmıştır ve analiz sonuçlarına göre bünye sınıflarının belirlenmesinde, toprak bünyesi sınıflandırma üçgeninden yararlanılmıştır (Black 1957). Toprak örneklerinin pH'sı 1:2,5 toprak:su karışımında (Jackson 1967), kireç (CaCO<sub>3</sub>) içeriği Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Çağlar 1949), elektriksel iletkenlik (EC) 1:2,5 toprak:su karışımında, organik madde oranı ise Walkey-Black metoduna göre (Black 1965) belirlenmiştir. Toplam N modifiye Kjeldahl methoduna göre, alınabilir P Olsen methoduna göre (Olsen and Sommers 1982), değişebilir K, Ca ve Mg IN Amonyum Asetat (pH: 7) metoduna (Kacar 1995); alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn ise DTPA ekstraksiyonuyla (Lindsay and Norvell 1978) ve atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak (Kacar 1995) belirlenmiştir.

Araştırmada uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkisini belirlemek için her bir özelliğe ait ortalama değerler bilgisayar ortamında SPSS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile araştırılmış ve farklı grupların harflendirilmesinde % 5 önemlilik düzeyi esas alınmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı toprak tekstürünün ve sulama suyu tuz içeriklerinin biber bitkisi yetiştirilen toprakların EC'si, pH'ı ve bitki besin elementi içerikleri üzerine etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmanın sunulmasında sulama suyu tuz içeriğindeki değişiklikler sulama suyu EC düzeylerindeki artış ya da azalış şeklinde ifade edilmiştir. Toprakların EC'leri 0,453-2,298 dS m<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Toprakların EC'leri Soil Survey Staff (1951)'a göre sınıflandırıldığında tüm toprakların tuzsuz (2,5 dS m<sup>-1</sup>) sınıfına girdiği belirlenmiştir. Toprakların pH'ları 7,57-8,15 arasında değişiklik göstermiştir. Toprakların pH'ları Kellog (1952)'a göre sınıflandırıldığında hafif alkali (pH 7,4-7,8) ve alkali (pH 7,9-8,4) sınıfına girmişlerdir.

Toprakların toplam N içerikleri % 0,057-0,108 arasında değişiklik göstermiştir. Toplam N içeriği bakımından Loué (1968)'ya göre sınıflandırıldığında; kil bünyeli topraklar orta (% 0,091-0,110), kum bünyeli topraklar fakir (% 0,070-0,090), killi tın bünyeli topraklar ise çok fakir (% 0,070>) sınıflarında yer almışlardır.

Toprakların alınabilir P içerikleri 4,13-14,08 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Olsen ve Sommers (1982)'a göre sınıflandırıldığında; kil bünyeli toprakların yüksek (10 mg kg<sup>-1</sup><), kum bünyeli toprakların düşük (5 mg kg<sup>-1</sup>>) ve killi tın

bünyeli toprakların orta (5-10 mg kg<sup>-1</sup>) düzeyde alınabilir P kapsadığı belirlenmiştir.

Toprakların değişebilir K içerikleri 0,81-1,26 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Pizer (1967)'e göre sınıflandırıldığında; kil ve killi tın bünyeli toprakların tamamının değişebilir K bakımından çok yüksek (0,821 me 100 g<sup>-1</sup><) sınıfında olduğu; kum bünyeli toprakların ise yüksek (0,641-0,821 me 100 g<sup>-1</sup>) ve çok yüksek sınıfa girdiği belirlenmiştir.

Toprakların değişebilir Ca içerikleri 27,13-44,20 me 100 g<sup>-1</sup>, Mg içerikleri ise 1,71-8,21 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Loué (1968)'ya göre sınıflandırıldığında; tüm toprak tekstürlerinde toprakların değişebilir Ca ve Mg içerikleri bakımından iyi (sırasıyla 14,30 me 100 g<sup>-1</sup>< ve 0,951 me 100 g<sup>-1</sup><) sınıfa girdikleri belirlenmiştir.

Toprakların alınabilir Fe içerikleri 4,32-6,58 mg kg<sup>-1</sup>, alınabilir Zn içerikleri 1,85- 3,64 mg kg<sup>-1</sup>, alınabilir Cu içerikleri 1,92-4,54 mg kg<sup>-1</sup> ve alınabilir Mn içerikleri 3,26-7,19 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermiştir. Lindsay ve Norvell (1978)'e göre alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn bakımından sınıflandırıldığında; kil bünyeli toprakların alınabilir Fe bakımından genel olarak noksanlık gösterebilir (2,5-4,5 mg kg<sup>-1</sup>), kum ve killi tın bünyeli toprakların ise iyi (4,5 mg kg<sup>-1</sup><) sınıfına girdiği belirlenmiştir. Tüm toprakların alınabilir Cu ve alınabilir Mn içerikleri bakımından yeterli (0,2 mg kg<sup>-1</sup>< ve 1,0 mg kg<sup>-1</sup><, sırasıyla), alınabilir Zn içeriği bakımından iyi (1,0 mg kg<sup>-1</sup><) sınıfına girdikleri belirlenmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü üzere toprak EC'si üzerine; tuz uygulaması ile artan sulama suyu EC'lerinin (P<0,001), toprak tekstürünün (P<0,001) ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin (P<0,001) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm toprak tekstüründe artan sulama suyu tuz içeriğinin, toprakların EC'sini arttırdığı belirlenmiştir. Taiz ve Zeiger (2008) tarım topraklarında yaygın olarak görülen tuzlulaşmanın asıl nedeninin, sulama suyu tuzluluğu olduğunu bildirmişlerdir. Parlak ve Parlak (2006), 5 farklı düzeyde tuzluluğa sahip (0,29, 3, 6, 9 ve 12 dS m<sup>-1</sup>) sulama suları kullanarak silajlık sorgum bitkisi yetiştirmişler ve çalışmalarının sonucunda sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak toprak tuzluluğunun artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamız da, bu çalışmalarla uyum içerisindedir. Ayrıca bizim çalışmamızda, en fazla EC artışını kil ve killi tın bünyeli topraklarda elde edilmiştir. Bu durumun; kil ve killi tın bünyeli toprakların, kumlu olanlara göre daha yüksek değerlerde katyon değişim kapasitesi (KDK)'ne sahip olma potansiyelleri nedeniyle, tuzları bağlama yeteneklerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprak pH'ı üzerine; artan sulama suyu EC'lerinin (P<0,05), toprak tekstürlerinin (P<0,001) ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin (P<0,05) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Kil bünyeli topraklarda sulama suyundaki tuz miktarının dolayısıyla suyun EC'sindeki artışla pH'sı ilk önce yükselmiş, daha sonra ise azalma göstermiştir. Killi tın bünyeli topraklarda sulama suyu tuz içeriğindeki artışla toprakların pH'ları, kontrol uygulamalarına kıyasla azalış gösterirken, kum bünyeli topraklarda artış göstermiştir. Ayrıca, denemenin başlangıcında bütün toprak tekstürlerinde; toprakların başlangıç pH'ının yüksek olduğu, artan düzeylerde yapılan EC uygulamaları sonucunda toprakların pH'larının düştüğü belirlenmiştir. Bu durumun; kullanılan sulama suyunun pH'sının, toprakların pH'larına kıyasla düşük olmasından ve hafif asit (pH 6,50) reaksiyon göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 2.** Farklı toprak tekstürlerinin ve farklı EC değerlerindeki tuzlu sulama suyu uygulamalarının toprakların EC'si, pH'sı ve bitki besin elementi içerikleri üzerine etkileri.

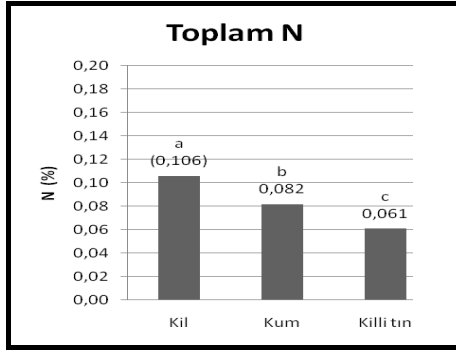
Tekstür	Sulama Suyu EC'si (dS m <sup>-1</sup> )	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH (1:2,5)	N (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (me 100 g <sup>-1</sup> )	Ca (me 100 g <sup>-1</sup> )	Mg (me 100 g <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
Killi	0,7	0,581d <sup>z</sup>	7,63b	0,108	11,68	1,16	28,53	1,79a	4,41	2,03	3,15b	6,98b
	1	0,737c	7,73a	0,108	13,45	1,26	27,13	1,76a	4,70	1,92	3,37ab	7,19a
	2	1,554b	7,58b	0,102	14,08	1,20	28,65	1,71a	4,32	2,03	3,20b	7,17a
	3	2,155a	7,57b	0,106	13,63	1,22	28,05	1,82a	4,48	2,19	3,64a	7,16a
Kumlu	0,7	1,420b	7,58b	0,082	4,13	0,84	31,35	1,99a	6,40	2,42	1,98b	3,29a
	1	1,407b	7,64ab	0,081	4,15	0,82	32,13	2,02a	6,58	2,35	1,86b	3,26a
	2	2,298a	7,65ab	0,082	4,65	0,86	31,30	2,04a	6,50	2,35	1,98b	3,27a
	3	2,293a	7,68a	0,082	5,28	0,81	31,58	1,93a	6,58	2,35	2,49a	3,29a
Killi Tınlı	0,7	0,453d	8,15a	0,057	7,05	1,00	40,60	7,62b	5,38	4,54	2,35a	6,15a
	1	0,634c	8,07b	0,064	7,53	1,03	43,43	7,61b	5,71	4,39	1,96b	6,17a
	2	1,425b	7,91c	0,063	7,20	1,05	44,20	7,75b	5,20	4,51	2,35a	6,15a
	3	1,888a	7,95c	0,061	9,43	1,03	41,13	8,21a	5,45	4,47	1,85b	6,17a
<i>Önemlilik</i>												
Tekstür (T)		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
EC		***	*	ÖD	*	ÖD	ÖD	ÖD	*	ÖD	ÖD	ÖD
TxEC		***	*	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**	ÖD	ÖD	*	*

ÖD, \*, \*\*, \*\*\*: Sırasıyla, önemli değil, 0,05, 0,01 ve 0,001 düzeyinde önemli.

<sup>z</sup>: Sütunlarda, aynı toprak tekstürü içinde Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.



Topraktaki toplam N içeriği üzerine; sadece toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) etkisi önemli bulunmuş, sulama suyu tuz içeriğinin artışı ve iki faktör arasındaki etkileşiminin hiçbir etkisi görülmemiştir (Çizelge 2). Toprak tekstürleri bakımından genel olarak incelendiğinde, en yüksek toplam N içeriği % 0,106 ile kil bünyeli toprakta elde edilmiştir. En düşük toplam N içeriği ise % 0,061 ile killi tın bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 1). Bu durumun, denemeye başlamadan önce killi tın bünyeli toprağın toplam N içeriğinin çok fakir ( $0,070>$ ) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



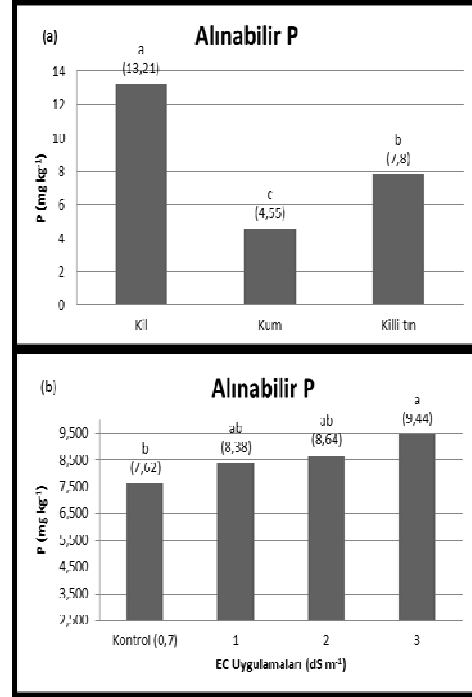
Şekil 1. Farklı toprak tekstürlerinin toprakların toplam N içerikleri üzerine etkileri.

Toprakların alınabilir P içeriği üzerine; sulama suyu EC'lerinin ( $P<0,05$ ) ve toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken; bu iki faktör arasındaki etkileşiminin etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Artan sulama suyu tuz içeriklerine bağlı olarak toprakların alınabilir P içerikleri artış göstermiştir (Şekil 2b). Sönmez ve Beyazgül (2008), sodyum içeriği yüksek olan topraklarda, sodyum karbonatın çözünebilir sodyum fosfat oluşumuna yol açtığını ve EC ile toprağın çözünebilir P kapsamı arasında pozitif bir korelasyonun ortaya çıkmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamız, bu çalışma ile uyum içerisindedir.

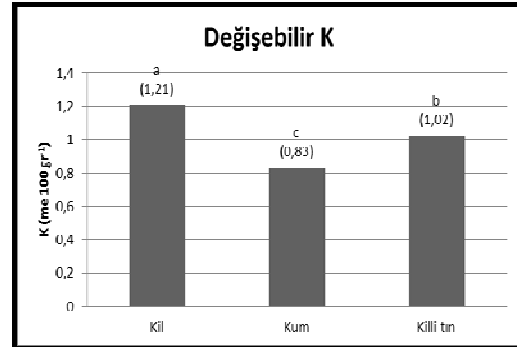
Toprak tekstürleri bakımından değerlendirildiğinde ise, en yüksek alınabilir P içeriği  $13,21 \text{ mg kg}^{-1}$  ile kil bünyeli toprakta, en düşük alınabilir P içeriği ise  $4,55 \text{ mg kg}^{-1}$  ile kum bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 2a). Bu durumun, denemeye başlamadan önce toprakların alınabilir P içeriğinin kil bünyeli toprakta yüksek ( $10 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprak değişebilir K içeriği üzerine; sadece toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Artan sulama suyu tuz içeriklerinin toprakların değişebilir K içerikleri üzerine hiçbir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 2). Toprak tekstürü bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek değişebilir K içeriği  $1,21 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$  ile kil bünyeli toprakta, en düşük değişebilir K içeriği ise  $0,83 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$  ile kum bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 3). Kil bünyeli toprakların K içeriklerinin daha yüksek olmasının; denemeye başlamadan önce kil bünyeli toprağın, kum ve killi tın bünyeli toprağa kıyasla değişebilir K içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprakların değişebilir Ca içeriği üzerine; sadece toprak tekstürlerinin ( $P<0,001$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Toprak tekstürü bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek toprak değişebilir Ca içeriği  $42,34 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$  ile killi tın bünyeli toprakta elde edilmiştir. En düşük toprak değişebilir Ca içeriği ise  $28,09 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$  ile kil

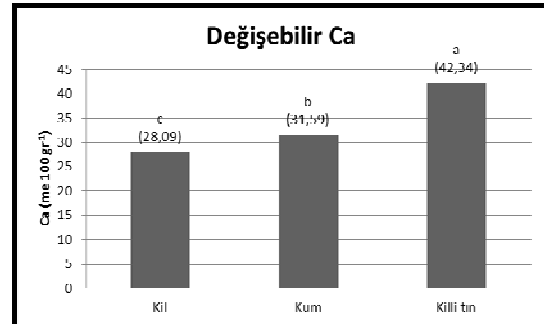


Şekil 2. Farklı toprak tekstürlerinin (a) ve sulama suyu EC uygulamalarının (b) toprakların alınabilir P içerikleri üzerine etkileri.



Şekil 3. Farklı toprak tekstürlerinin toprakların değişebilir K içerikleri üzerine etkileri.

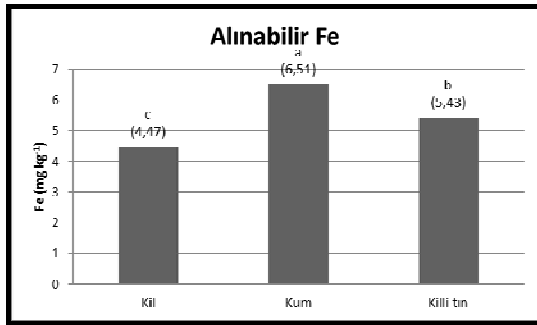
bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 4). Killi tın bünyeli toprakların değişebilir Ca içeriklerinin daha yüksek olması; denemeye başlamadan önce killi tın bünyeli toprağın, kum ve kil bünyeli topraklara kıyasla değişebilir Ca içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Farklı toprak tekstürlerinin toprakların değişebilir Ca içerikleri üzerine etkileri.

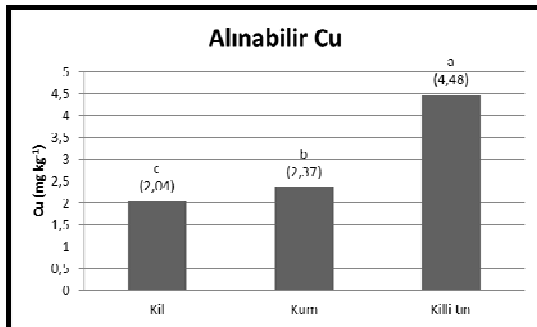
Toprakların değişebilir Mg içeriği üzerine; sulama suyu EC'lerinin ( $P<0,05$ ), toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin ( $P<0,01$ ) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Artan sulama suyu tuz içeriğinin kil ve kum bünyeli topraklarda, toprakların değişebilir Mg içerikleri üzerine hiçbir etkisi olmazken, killi tın bünyeli topraklarda artışa sebep olmuştur. Toprak tekstürü bakımından incelendiğinde, en yüksek değişebilir Mg içeriği killi tın bünyeli toprakta, en düşük değişebilir Mg içeriği ise kil bünyeli toprakta elde edilmiştir. Killi tın bünyeli toprakların değişebilir Mg içeriklerinin daha yüksek olması değişebilir K ve Ca'da olduğu gibi; denemeye başlamadan önce killi tın bünyeli toprağın, kum ve kil bünyeli topraklara kıyasla değişebilir Mg içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Toprakların alınabilir Fe içeriği üzerine; sadece toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken; sulama suyu EC uygulamalarının ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Toprak tekstürü bakımından, en yüksek alınabilir Fe içeriği  $6,51 \text{ mg kg}^{-1}$  ile kum bünyeli toprakta, en düşük alınabilir Fe içeriği ise  $4,47 \text{ mg kg}^{-1}$  ile kil bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 5). Kum bünyeli toprakların alınabilir Fe içeriklerinin daha yüksek olması; denemeye başlamadan önce, kil ve killi tın bünyeli topraklara kıyasla alınabilir Fe içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. Farklı toprak tekstürlerinin toprakların alınabilir Fe içerikleri üzerine etkileri.

Toprakların alınabilir Cu içeriği üzerine; sadece toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken; sulama suyu EC uygulamaları ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Toprak tekstürü bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek toprak alınabilir Cu içeriği  $4,48 \text{ mg kg}^{-1}$  ile killi tın bünyeli toprakta, en düşük toprak alınabilir Cu içeriği ise  $2,04 \text{ mg kg}^{-1}$  ile kil bünyeli toprakta elde edilmiştir (Şekil 6). Killi tın bünyeli toprakların alınabilir Cu içeriklerinin daha yüksek olması;



Şekil 6. Farklı toprak tekstürlerinin toprakların alınabilir Cu içerikleri üzerine etkileri.

denemeye başlamadan önce sözü edilen toprağın, kil ve kum bünyeli topraklara kıyasla alınabilir Cu içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Toprakların alınabilir Zn içeriği üzerine; sulama suyu EC uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; toprak tekstürünün ( $P<0,001$ ) ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin ( $P<0,05$ ) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Artan sulama suyu tuz içerikleri; kil ve kum bünyeli toprakların alınabilir Zn içeriklerinin artışına neden olurken; killi tın bünyeli toprakta düzenli bir artış veya azalış belirlenmemiştir.

Toprakların alınabilir Mn içeriği üzerine; sulama suyu EC uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; toprak tekstürlerinin ( $P<0,001$ ) ve bu iki faktör arasındaki etkileşiminin ( $P<0,05$ ) etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Kum ve killi tın bünyeli topraklarda artan düzeylerde sulama suyu EC uygulamalarının alınabilir Mn içerikleri üzerine hiçbir etkisi olmazken; kil bünyeli toprakta artışa sebep olmuştur.

#### 4. Sonuç

Farklı tekstür gruplarına dahil olan topraklarda bitkisel üretim yapılırken kullanılacak olan suyun EC değerinin; toprakların EC'si, pH'ı, makro ve mikro besin elementi içerikleri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada incelediğimiz parametrelerin tamamında, toprak tekstürü istatistiksel olarak önemli ( $p<0,001$ ) bulunmuştur. Nitekim toprak tekstürünün; su tutma kapasitesi, kapillarite, besin maddelerinin bağlanması vb. toprak özellikleri üzerinde belirleyici rol oynadığı birçok literatürde de belirtilmektedir (Karaçal 2008). Bu toprak özellikleri de, toprağın tuzlulaşma sürecini doğrudan etkilemekte ve toprak tekstürüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle, eğer bitkisel üretim potansiyel tuzlanma riski olan bölgelerde veya düşük kaliteli sulama suyu kullanılarak yapılacaksa; toprağın tuzlulaşma sürecinde toprak tekstürünün, göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Bahtiyar M (2002) Çorak Topraklar. www.tema.org.tr. Erişim Eylül 2009.
- Black CA (1957) Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Newyork.
- Black CA (1965) Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Wisconsin.
- Bouyoucos GJ (1955) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal 4: 434.
- Chapmann ND, Pratt PF, Parker F (1961) Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences, California.
- Çağlar KÖ (1949) Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı:10, Ankara.
- Ergene A (1982) Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- Henderson DW (1958) Influence on soil permeability of total concentration and sodium in irrigation water. Water Resoueces Center University of California 14:153-157.
- IFA (2008) Fertilizer Sampling and Analysis. www.fertilizer.org/ifa. Accessed 21 July 2008.
- Jackson MC (1967) Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India

- Private' Limited, New Delhi.
- Kacar B (1995) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kara T (2002) Irrigation scheduling toa present soil salinization from a shallow water table. *Acta Horticulture* 573: 139-151.
- Karaçal İ (2008) Toprak Verimliliği. Nobel Yayınları No:1335, Ankara.
- Kellog CE (1952) Our Garden Soils. The Macmillan Company, Newyork.
- Kwiatowsky J (1998) Salinity classification, mapping and managment in alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/>. Accessed 20 July 2011.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeeding* 42: 421-428.
- Loué A (1968) Diagnostic Petiolaire de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigbe Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services. *Agroomiques*. 31- 41.
- Olsen SR, Sommers LE (1982) Phosphorus. *American Society of Agronomy*, pp.539-579, Madison, Wisconsin.
- Parlak M, Parlak AÖ (2006) Sulama suyu tuzluluk düzeylerinin silajlık sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 12: 8-13.
- Pizer NH (1967) Some advisory aspect. *Soil potasssium and magnesium. Technology Bulletin*,14: 184.
- Soil Survey Staff (1951) *Soil Survey Manuel*. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No: 18.
- Sönmez B, Beyazgül M (2008) Türkiye'de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi, 5. Dünya Su Forumu Sulama Tuzlanma Toplantısı, Şanlıurfa.
- Taiz L, Zeiger E (2008) *Plant Physiology*, 3th Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.
- Tanji KK (1990) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. Published by American Society of Civil Engineers, New York.
- Van Der Molen WH (1973) *Salt balance and leaching requirements. Drainage Principles and Applications*, ILRI, 16 Vol. II: 60-100, Wageningen.
- Yakupoğlu T, Özdemir N (2007) Tuzluluk ve alkaliliğin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22: 132-138.



**Exploring socio-economic structures of freshwater trout farms in Mediterranean region of Turkey.** AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ [(2011) 24(2): 101-108].

Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde tatlı suda alabalık çiftliklerinin sosyo-ekonomik yapısının araştırılması. AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ [(2011) 24(2): 101-108].

**Yılmaz EMRE<sup>1</sup>, Cengiz SAYIN<sup>2</sup>, M. Nisa MENCET<sup>2</sup>, Yavuz TAŞÇIOĞLU<sup>2</sup>, Muharrem GÖNCÜ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi 07070, Antalya

<sup>3</sup>Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Aksu İlçe Müdürlüğü, Antalya

Corresponding author (*Sorumlu yazar*): C. Sayın, e-posta (*e-mail*): csayin@akdeniz.edu.tr

*The following “Acknowledgement” statement was unintentionally erased from the paper entitled “Exploring socio-economic structures of freshwater trout farms in Mediterranean region of Turkey” that was published in AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture) [(2011) 24(2): 101-108].*

Aşağıdaki “Teşekkür” ifadesi, AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ’nde [(2011) 24(2): 101-108] basılmış olan “Exploring socio-economic structures of freshwater trout farms in Mediterranean region of Turkey” başlıklı makaleden sehven silinmiştir.

**“Acknowledgements**

The authors would like to thank Akdeniz University Scientific Research Projects Coordination Unit and Mediterranean Fisheries Research, Production and Training Institute for support of the research.”

## YAZIM KURALLARI

### Kapsam

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergiye bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenjeneri, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri ile toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri ile sınırlı sayıda derleme kabul edilmektedir.

### Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Dergide her sayıda basılan toplam makale sayısının %20'si kadar derleme niteliğindeki makaleye yer verilmektedir. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayımlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir.

### Makale Değerlendirme Süreçleri

Dergiye sunulan makale, Dergi Editörler Kurulunca ön değerlendirmeye tabii tutulur. Kurul, yazım kuralları ve içerik açısından dergide basılabilecek nitelikte bulmadığı makaleyi hakemlere göndermeden iade etme hakkına sahiptir. Dergide basılabilecek nitelikteki makaleler ise incelenmek üzere ait olduğu bilim alanında uzman üç hakeme gönderilir.

Hakemlerin oybirliği veya çoğunlukla basılmaya uygun bulmadığı makale hakkında yazar bilgilendirilir ve esere ait dokümanlar iade edilmez.

Makale, hakemler tarafından sunulduğu haliyle basıma uygun bulunmuş ise yazara eserin basıma kabul edildiği bilgisi iletilir.

Hakemler tarafından basıma kabul edilebilir bulunmasına karşın düzeltme önerisi yapılan makale, düzeltmelerin yapılması için hakem önerileriyle birlikte yazara gönderilir. Yazar altmış gün içinde düzeltmeleri yaparak eserin son şeklini bir asıl kopya, CD ve düzeltmeler listesi ile birlikte Editöre iletme zorundadır. Yazar(lar)'ın kabul etmedikleri önerilerin gerekçelerini bilimsel kanıt ve kaynaklarla düzeltmeler listesinde açıklaması zorunludur. Editörler Kurulu, hakem raporları ve düzeltmelerle istenilenlere uyulma durumunu dikkate alarak makale hakkında nihai kararını verir ve sonuç yazara iletilir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ'nde makale basımı ücretsizdir.

### Eser Sunumu

Eserler, sorumlu yazar (makalenin sunum aşamasından basımına kadar olan süreçlerde her türlü yazışmaları gerçekleştiren) tarafından bir **asıl kopya** ve **CD** ile birlikte tüm yazarlar tarafından imzalanmış "**Telif Hakkı Devri Sözleşmesi**" ve gerekli ise Etik Kurul Raporu eklenerek teslim garantili olarak aşağıdaki adrese gönderilmelidir.

### AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ EDITÖRLÜĞÜ, 07070 ANTALYA

CD, makalenin Microsoft® Word.doc ve PDF formatına dönüştürülmüş halini içermeli, ayrıca her aşamada aynı dokümanlar E-posta yoluyla [ziraatdergi@akdeniz.edu.tr](mailto:ziraatdergi@akdeniz.edu.tr) adresine iletilmelidir. Değerlendirme süreci makale asıl kopyasının editörlüğe ulaşmasından sonra başlatılmaktadır.

### Makale Hazırlama İlkeleri

Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında ve solunda 2 cm, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Makalenin yazıldığı dilin yazım kurallarına uyuma azami özen gösterilmelidir. Editörler kurulu, dili yeterli olmayan makaleleri yazara iade etme hakkına sahiptir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğüne hazırlanır.

Dergiye sunulan eser, kapak sayfası ve makale olmak üzere iki ana bölümden oluşmalıdır.

**1. Kapak Sayfası:** Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri, makale türü (araştırma veya derleme) ve dergi kapsamındaki hangi alana girdiğine ilişkin bilgileri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir ([www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr](http://www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr)).

**2. Makale:** Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Türkçe "Öz" ve "Anahtar kelimeler", İngilizce "Abstract" ve "Keywords", Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç, Teşekkür (varsa), Kaynaklar, Şekil ve Çizelge bölümlerinden oluşmalıdır. Derleme makalelerinde yazar(lar), Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç bölümleri yerine konuya uygun başlık düzenlemeleri yapabilirler. Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) **18** sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir.

**Makale Başlığı:** Kısa ve kapsayıcı olmalı, on beş kelimeyi geçmemeli ve ilk kelimenin baş harfi büyük olmak üzere küçük harfle ve **koyu** yazılmalıdır. İngilizce başlık aynı biçimde ve bir satır boşluk bırakılarak yazılmalıdır.

**Öz ve Anahtar Sözcükler:** Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir. Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

**Makale Metninde Başlıklar:** "Kaynaklar" hariç tüm ana ve alt başlıklar numaralandırılmalıdır. Ana başlıklarda kelimelerin ilk harfleri, alt başlıklarda ise ilk kelimenin baş harfi büyük yazılmalıdır. Ana başlıklar koyu, alt başlıklar ise italik yazılmalıdır.

**Giriş:** Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir.

**Materyal ve Yöntem:** Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler ve güven sınırları gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

**Bulgular:** Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. Şekil ve çizelgelerdeki tüm verilerin metin içinde tekrarından kaçınılmalı, vurgulayıcı noktalar anlatılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır.

**Tartışma ve Sonuç:** Bu bölümde elde edilen bulgular, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır. Son olarak ulaşılan nihai sonuç ve varsa öneriler verilmelidir.

Makale düzeninde bölümlerin "**Bulgular ve Tartışma**" ve/veya "**Sonuç**" şeklinde düzenlenmesi mümkün ve yazar(lar)a bağlıdır.

**Teşekkür:** Gerekli ise bu bölümde çalışmaya veya makaleye katkı veren kişiler, destekleyen kurumlar (varsa proje numaralarıyla) belirtilmelidir.

**Kaynaklar:** Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır:

Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere “..... bildirilmektedir (Burton 1947).”, iki yazarlı eserlere “.... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).”, üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise “..... ortaya konmuştur ( Keeve ve ark. 2000).” örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile “... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010).” örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır. Yazara yapılan atıflar ise “Borton (1947)’a göre ...”, “Sayan ve Karagüzel (2010), ...bildirmektedirler.” ve “Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir.” örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa “... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)” örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

Kaynaklar bölümünde, makalede atfı yapılan tüm basılmış veya basıma kabul edilmiş eserler alfabetik olarak (yazarların soyadlarına göre) ve orijinal dilinde verilmeli ve kaynak isimlerinde kısaltma yapılmamalıdır. Kaynak belirtiminde “Anonim” veya “Anonymous” kelimeleri yerine kurum kısaltmaları yoksa tam adı verilmelidir. Makaledeki yanlış atıf ve kaynak gösterimlerine ait sorumluluk yazar(lar)a aittir.

#### **Dergi:**

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

#### **Kitap:**

Kaçar B, Katkat V (2006) Bitki Besleme. 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3<sup>rd</sup> Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

#### **Kitap bölümü:**

Fıratlı Ç (1993) Arı Yetiştirme. (Ed: Ertuğrul M), Hayvan Yetiştirme. Baran Ofset, Ankara, s. 30-34.

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for Ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

#### **Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:**

TÜİK (2005) Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara.

#### **DOI ve internette alman bilgi:**

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July 2010.

AİB (2010). Türkiye Süs Bitkileri Sektör Raporu. <http://www.aib.gov.tr/raporlar/kc/kcsusbitkileri2010.pdf>. Erişim 27 Temmuz 2010.

#### **Tezler:**

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

#### **Tam metin kongre/sempozyum kitabı:**

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

Karagüzel O, Altan S (1995) Gypsophilada (*Gypsophila paniculata* L. ‘Perfecta’) dikim zamanları ve uzun gün uygulama sürelerinin bitki gelişimi ve çiçeklenmeye etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt 2, Adana, s. 615-619.

**Şekiller ve Çizelgeler:** Makalelerde fotoğraf, grafik, şekil, şema ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak adlandırılmalıdır. Tüm şekil ve çizelgeler kendi içlerinde numaralandırılmalı ve makalenin sonuna yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelge iç yazılarında 8 puntodan büyük punto kullanılmamalıdır. Şekil ve çizelgelerin enleri 8 cm veya 17 cm ve zorunlu ise boyutları en fazla 17x23 cm olmalıdır. Makalelerde fotoğraflar gri tonlamalı, 600 dpi çözünürlükte ve JPG formatında olmalı ve mutlaka sonuçların açıklanmasında bilgilendirici nitelik taşımalarıdır. Yazarlar makalede kullandıkları şekillerin baskı kalitelerini kontrol etmeli ve yüksek kalitede basıma uygun şekiller kullanmalıdırlar. Çizelgelerde dikey çizgi kesinlikle bulunmamalı, istatistiksel önemliliklerin belirtilmesinde mümkün olduğunca *P* değerleri verilmeli veya “\*” gibi sembollerin açıklaması mutlaka yapılmalıdır. İstatistiksel karşılaştırmalar için küçük harf kullanılmalı ve açıklamalarda hangi karşılaştırma yönteminin kullanıldığı ve önem düzeyi belirtilmelidir. Çizelge ve şekil başlıkları ve açıklamaları kısa, öz ve tanımlayıcı olmalıdır. Şekil ve çizelgelerde kısaltma kullanılması ise hemen altında kısaltmalar açıklanmalıdır. Parçalardan oluşan şekiller gruplandırılmalı veya yüksek kalitede TIF formatına dönüştürülmelidirler.

**Birimler:** Makalelerde SI (Système International d’Units) birim sistemi kullanılmalıdır. Birimlerde “/” kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmalıdır (örneğin: 5,6 kg/ha değil, 5,6 kg ha<sup>-1</sup>; 18,9 g/cm<sup>3</sup> değil, 18,9 g cm<sup>-3</sup>; 1,8 µmol/s/m<sup>2</sup> değil, 1,8 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>).

**Kısaltmalar ve Semboller:** Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

**Latince İsimler ve Kimyasallar:** Makale başlığında yer alan Latince isimlerde otör adı kullanılmamalıdır. Öz ve makale metninde ise Latince isim ilk geçtiği yerde otör adıyla verilmeli, daha sonra geçtiği yerlerde uluslararası kabul görmüş kısaltmalar kullanılmalıdır. Örnek: “*Lupinus varius* (L.)...dır.”, “*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.” Tüm Latince isimler *italik* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu olmadıkça ticari adlarıyla verilmemelidir.

**Formüller:** Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı, gerektiğinde numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmeli ve eşitlikler mümkün olduğunca tek satıra (çift sütunda 8 cm) sığdırılmalıdır.

Yazar(lar)a, web sayfasından ([www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr](http://www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr)) derginin son sayılarını incelemeleri önerilir.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

### Scope

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) is a multidisciplinary platform for the related scientific areas of agriculture and life sciences. Therefore, the journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of reviews in agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

### General rules

Manuscripts within the scope of AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) can be submitted. The submitted manuscript must be unpublished, must not be simultaneously submitted for publication elsewhere, nor can the copyright be transferred somewhere else. Responsibility for the work published in this journal remains with the author (s). Moreover, the author (s) must comply with the ethical rules of science and scientific publications- the journal is not responsible for these issues. For authors of non-Turkish origin, the Turkish title and abstract of the manuscripts will be translated from English into Turkish by the editorial team of the journal.

### Manuscript submission

The manuscripts can be submitted to the journal by the corresponding author as the original copy of manuscript and on a CD including the manuscript in DOC and PDF formats together with a copy of the "Copyright Transfer Agreement" signed by all authors who contributed to the manuscript by registered mail to the address given below. Those manuscripts requiring an Ethics Committee Report should supply a copy of the report by the Ethics Committee of the research area together with the manuscript.

Mailing Address:

**Editor of the Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture  
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, 07070 Antalya, TURKEY**

A copy of the submitted manuscripts should also be mailed to [ziraatdergi@akdeniz.edu.tr](mailto:ziraatdergi@akdeniz.edu.tr) via e-mail. The evaluation process for article is initiated upon the receipt of the original copy of the manuscript by the journal's editor.

### Review process, proof and publishing

The manuscript submitted to the journal is subject to preliminary assessment by the Editorial Board. The Board has the right to decline the manuscript without initiating the peer review process in the event the manuscript does not meet the journal's criteria.

Manuscripts that meet the basic requirements of the journal are sent to three referees for review by experts in the particular field of science.

If all or a majority of the reviewers do not find the manuscript suitable for publication, the author is informed and documents are not returned.

Should the manuscript as is be found suitable for publication by reviewers; the author is informed of the final decision.

Should the manuscript is found publishable but requires revision as suggested by the review team; the areas where revisions are required are sent to the author with the referee's suggestions. The author is expected to return the corrected manuscript, or a letter of rebuttal within sixty days, including a hard copy, and copy on CD sent to the editor. Should the author(s) do not accept the reasons for the revision, they are required to present scientific evidence and record the sources giving reason for this rejection in the letter of rebuttal. The Editorial Board takes the final decision by taking the referee reports into account and the compliance with the requirements for correction and the authors are notified of the final decision for publication.

Before publishing, the proof of the accepted manuscript is evaluated and sent to the corresponding author for a final check. The corresponding author is expected to return the corrected final proof within 10 days. After publishing the hard copy of related issue of the journal, one hard copy is mailed to the corresponding author. All authors can access their article on the web page of the journal ([www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr](http://www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr)).

### Manuscript preparation guidelines

Manuscript submitted to the journal should consist of two main parts: the cover page and the manuscript.

**1. Cover page:** Should contain the title, names of the author(s) and addresses and type of manuscript (original study or review), the area the manuscript belongs to within the scope of the journal. The cover page should contain the corresponding author's name and full contact details.

**2. Manuscript:** Manuscripts should be prepared on A4-size paper in 12 point, Times New Roman font, double line spaced, leaving 3 cm blank spaces on all four margins of each page. Each page of the manuscript and each line on page should be numbered.

The manuscript should not be longer than 18 pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables), and must have the following sections:

**Manuscript title:** Must be short and inclusive, not to exceed fifteen words, and the first letter of the first word to be written in uppercase and rest in lowercase letters, in bold.

**Abstract and keywords:** The abstract should not exceed 250 words, and it should summarize the objective of the study, the methods employed and the results. A maximum of five keywords, directly related to the subject matter and not employed in the title, should be recorded directly below the abstract.

**Titles within the manuscript:** except for the "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital letters. Main titles should be written in bold and the sub-titles in italics.

**Introduction:** In this section, the subject of the study should be summarized, previous studies directly related to the study should be evaluated with the current knowledge of the subject, and the issues associated with production of the information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be clearly and explicitly stated.

**Material and methods:** In this section, all the materials employed in the study, the methods used, criteria evaluated, sampling methods applied, experimental design with statistical analysis and the confidence limits should be clearly explained.

**Results:** In this section the findings of the study should be presented clearly and explicitly with the help of figures, tables, and statistical analysis. Duplication of data presented in the Figures and Tables should be avoided, and the most appropriate tool should be employed.

**Discussion and Conclusion:** The findings of the study should be discussed with the results of previous studies, in terms of their similarity and contrast, and information gap filled by the study should be emphasized. Finally, conclusions and recommendations should be given. The manuscript layout of this section can be entitled "Results and Discussion" and / or "Conclusions" depending on author(s) preference.

For the reviews, the author(s) can make appropriate title arrangements.

**Acknowledgement:** People who contribute to the manuscript and/or the study and the funding agency (project numbers, if any) must be specified.

**References:** In the text, "the author's surname and the year" method should be used for identification of references. A reference identified by means of an author's surname should be followed by the date of the reference in parentheses. For identification of references provided by two authors, "and" should be used between the surnames of authors. When there are more than two authors, only the first author's surname should be mentioned, followed by 'et al.'. In the event that an author cited has had two or more works published in the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish between the works. When more than one reference is given at the end of a sentence, the references should be chronologically ordered, those of same date in alphabetical order.

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten 2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

References should be listed at the end of the manuscript in alphabetical order in the References section. The original language of reference should be employed and journal's name should not be abbreviated. Authors are fully responsible for the accuracy of the references they provide.

Examples:

**Journal:**

Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 211-220.

Keeve R, Loupser HL, Kruger GHJ (2000) Effect of temperature and photoperiod on days to flowering, yield and yield components of *Lupinus albus* (L.) under field conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 187-196.

**Book:**

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd Edition, Sinauer Associates, Massachusetts.

**Book chapter:**

Van Harten AM (2002) Mutation breeding of vegetatively propagated ornamentals. In: Vainstein A (Ed), Breeding for ornamentals: Classical and Molecular Approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 105-127.

**Institution publications with unknown author name(s):**

TSI (2005) Agricultural Structure. T.C. Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No. 1579, Ankara.

**DOI and received information from the internet:**

Gulsen O, Kaymak S, Ozogun S, Uzun A (2010) Genetic analysis of Turkish apple germplasm using peroxidase gene-based markers. doi:10.1016/j.scienta.2010.04.023.

FAO (2010) Statistical database. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Accessed 27 July, 2010.

**Theses:**

Sever Mutlu S (2009) Warm-season turfgrass species: Adaptation, drought resistance and response to trinexapac-ethyl application. PhD Thesis, The University of Nebraska, Nebraska.

Girmen B (2004) Gazipaşa yöresinde doğal yayılış gösteren hayıtların (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

**Full-text congress/symposium book:**

Hawkes JG (1998) Current status of genetic diversity in the world. In: Zencirci N, Kaya Z, Anikster Y, Adams WT (Eds), The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity. CRIFC, Ankara, Turkey, pp. 1-4.

Kesik T (2000) Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four crops. In: 11th International Conference on Weed Biology. Dijon, France, pp. 437-444.

**Figures and tables:** In submitted manuscripts all photographs, graphics, figures, diagrams and the like must be named as "Figure", and lists of numerical values as "Table". All figures and tables should be numbered and placed at the end of the manuscript. The font of the letters within Figures and Tables used should be no larger than 8 points. Figure and table widths should be 8 cm or 17 cm and, if necessary, dimensions of up to 17x23 cm. The images should be in grayscale with 600 dpi resolution in JPG format and should be informative in explaining the results. The authors must check the printing quality of the figures and should use high quality figures suitable for printing. Use of vertical lines in the tables is unacceptable, statistical significance should be stated using *P* values as much as possible, or using the "\*" symbols for which description should be given. Small case lettering should be used for statistical groupings, and the statistical comparison method and significance level specified. Table and figure captions and descriptions should be short, concise, and descriptive. Abbreviations should be explained immediately if used within the Figures and tables. Those images composed of pieces should be grouped and converted into high-quality TIF format.

**Units:** For manuscripts SI (Système International d'Units) unit system is used. In units, "/" should not be used and there should be a space between the units (for example: 5.6 kg ha<sup>-1</sup>, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm<sup>-3</sup>, instead of 18.9 g/cm<sup>3</sup>; 1.8 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>, instead of 1.8 µmol/s/m<sup>2</sup>).

**Abbreviations and symbols:** Abbreviations should not be used in the manuscript title or in the subtitles. The necessary abbreviations at their first mention should be given in parentheses. Universal rules must be followed in the use of abbreviations and symbols.

**Latin names and chemicals:** The authority should not be used in the manuscript title when Latin names are used. The authority should be given when the Latin names are first used in the abstract and the text. For example: "*Lupinus varius* (L.) is ...", "*L. varius* ... grown in the.. " Latin names should be written in italics. The trade mark of chemicals used in the studies should not be given unless it is absolutely necessary to do so.

**Formulas:** In manuscripts, formulas should be called "Equation", numbered as necessary, the numbers next to the formulas leaning right shown in brackets and the equations should be fitted in a single line (double-column, 8 cm), if possible.

The author (s) is encouraged to visit the web site ([www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr](http://www.ziraakdergi.akdeniz.edu.tr)) to see the latest issue of the journal.



## AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

ISSN 1301-2215

Dergi Web Sayfası: www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

### Adres:

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07070 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2443

Faks: 0 242 2274564

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

### TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

Sunulmuş olan makalenin yazar(lar)ı olarak ben/bizler aşağıdaki konuları kabul ve taahhüt ederiz:

- Makale AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ Baş Editörlüğüne ulaşıncaya kadar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.
- Ben/Biz bu makalenin, etik kurallara uygun ve gerektiren hallerde etik izin belgelerinin alınmış olduğunu ve belirtilen materyal ve yöntemler kullanıldığında herhangi bir zarara ve yaralanmaya neden olmayacağını taahhüt ederiz.
- Bütün yazarlar makalenin tüm sorumluluğunu üstleniriz.
- Bu makale başka bir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere herhangi bir yere sunulmamıştır.
- Bütün yazarlar gönderilen makaleyi görmüş ve onaylamıştır.
- Makalenin telif hakkından feragat ederek bu hakkı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne devrettiğimizi ve Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesini makalenin yayımlanabilmesi konusunda yetkili kıldığımızı kabul ederiz.

Yukarıdaki konular dışında yazar(lar)ın aşağıdaki hakları saklıdır:

- Telif hakkı dışındaki patent hakları yazar(lar)a aittir.
- Yazar(lar) makalenin tümünü kitaplarda ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarında kullanabilir(ler).
- Yazar(lar)ın satış amaçlı olmayan kendi faaliyetleri için makalelerini çoğaltma hakları vardır.

Basıma kabul edilsin veya edilmesin dergiye sunulan makaleler iade edilmez ve esere ait tüm materyaller (fotoğraflar, orijinal şekiller ve diğerleri), dergi editörlüğüne iki yıl süreyle saklanır ve süre bitiminde imha edilirler.

Bu belge, tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yazarların farklı kuruluşlarda bulunması durumunda imzalar farklı formlarda sunulabilir. Ancak bütün imzaların ıslak imza olması zorunludur.

*Yazar(lar)ın Adı ve Soyadı	Adresi	Tarih	İmza

\*: Satır sayısı yazar sayısı kadar olmalı, yetersizse artırılmalıdır.

**Sunulan eserin basıma kabul edilmemesi halinde bu belge geçersizdir.**

İMZALAYINIZ VE POSTAYLA "Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 07070 Antalya, TÜRKİYE" ADRESİNE GÖNDERİNİZ.

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ** (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*)

ISSN 1301-2215

Journal web page: www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

**Address:**

Faculty of Agriculture  
Akdeniz University  
07070 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2443

Fax: +90 242 2274564

E-mail: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

**COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT**

Please note that publication of this article **can not** proceed until this signed form is submitted.

Author(s)	
Article title	

**Corresponding Author's Contact Information**

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

As the author (s) of the article submitted, we hereby accept and agree to the following terms and conditions.

- I/We acknowledge that the Faculty of Agriculture at Akdeniz University does not carry any responsibility until the article arrives at the Bureau of Editor in Chief of the AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*).
- I/We confirm that this article is in compliance with ethical rules, carries the ethical permission documents for the conditions required and will not cause any damage or injury when the materials and methods described herein are used.
- The author(s) here take the full responsibility for the contents of the article.
- The article has not been previously published and has not been submitted for publication elsewhere.
- All the authors have seen, read and approved the article.
- We accept that by disclaiming the copyright of the article, we transfer this right to the Faculty of Agriculture at Akdeniz University and authorize the Faculty of Agriculture at Akdeniz University in respect to publication of the article.

Except for the above issues, the author (s) reserve (s) the following rights

- The author(s) retain (s) all proprietary rights, other than copyright, such as patent rights.
- The author(s) can use the whole article in their books, teachings, oral presentations and conferences.
- The author (s) has/have the right to reprint/reproduce the article for noncommercial personal use and other activities.

Whether accepted for publication or not, articles submitted to the journal are not returned and all the materials (photographs, original figures and tables, and others) is withheld for two years and is destroyed at the end of this period of time.

This document must be signed by all of the authors. If the authors are from different institutions, the signatures can be submitted on separate forms. Nevertheless, all the signatures must be wet signatures.

*Author(s) Name(s)	Address	Date	Signature

\*: The number of colon must be equal to the number of authors. If insufficient, it must be increased.

**If the submitted article is not accepted for publication, this document is null and void.**

**PLEASE SIGN THE FORM AND SEND BY MAIL TO:** Faculty of Agriculture Akdeniz University, 07070 Antalya, TURKEY