

DERİM

Cilt | **35**
Volume

Sayı | **2**
Number

Yıl | **2018**
Year

ISSN 1300-3496
e-ISSN 2149-2182

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı *Owned on behalf of Republic of Turkey Ministry*
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü *of Food, Agriculture and Livestock*
Adına Sahibi *Batı Akdeniz Agricultural Research Institute*

Enstitü Müdürü *Director of Institute*
Dr. Abdullah ÜNLÜ

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

Grafik Tasarım *Design*
Aytekin AKTAŞ

DERİM

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

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

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

CABI

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

AGRIS

TÜBİTAK
ULAKBİM

OpenAIRE
Open Access Infrastructure for Research in Europe

Google
Akademik

Yayın Yönetim Yeri *Administration Address*

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Demircikara Mahallesi Paşa Kavakları Caddesi No:11 Muratpaşa/ANTALYA

Tel:0 242 321 67 96 Fax:0 242 321 15 12

derim@derim.com.tr

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

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

Editör/Editor Adres/Adress

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

Alan Editörleri/Section Editors Adres/Adress

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

Dr. Öğr. Üyesi Aylin KABAŞ *Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sayı Hakemleri/Referees for This Issue Adres/Adress

- Prof. Dr. Ahmet BALKAYA *Ondokuz Mayıs Üniversitesi*
- Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*
- Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA *Erciyes Üniversitesi*
- Doç. Dr. Ali Fuat TARI *Harran Üniversitesi*
- Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*
- Dr. Öğr. Üyesi Alihan ÇOKKIZGIN *Gaziantep Üniversitesi*
- Dr. Bilgin GÜVEN *Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü*
- Prof. Dr. Deniz YILMAZ *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*
- Prof. Dr. Emin GÜZEL *Çukurova Üniversitesi*
- Prof. Dr. Ersin POLAT *Akdeniz Üniversitesi*
- Prof. Dr. Eşref İRGET *Ege Üniversitesi*
- Prof. Dr. Fatih ŞEN *Ege Üniversitesi*
- Prof. Dr. Fikret YAŞAR *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*
- Doç. Dr. Gülay KAÇAR *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*
- Prof. Dr. İbrahim DUMAN *Ege Üniversitesi*
- Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi*
- Doç. Dr. Kubilay BAŞTAŞ *Selçuk Üniversitesi*
- Prof. Dr. Mehmet KARACA *Akdeniz Üniversitesi*
- Doç. Dr. Mehmet Salih SAYAR *Dicle Üniversitesi*
- Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN *Adnan Menderes Üniversitesi*
- Doç. Dr. Ömer SÖZEN *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi*
- Prof. Dr. Önder TÜRKMEN *Selçuk Üniversitesi*
- Prof. Dr. Recep ÇAKIR *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*
- Prof. Dr. Serdar SATAR *Çukurova Üniversitesi*
- Prof. Dr. Soner SOYLU *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*
- Prof. Dr. Yıldız DAŞGAN *Çukurova Üniversitesi*

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

İÇİNDEKİLER

CONTENTS

Araştırma Makaleleri

Research Articles

Bahçe Bitkileri	Horticulture
<p>Batı Akdeniz Bölgesinden toplanan yerel taze fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) genotiplerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi Kamile ULUKAPI - Köksal AYDINŞAKİR - Rana KURUM</p>	<p><i>Determination of some parameters of landrace green bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) genotypes collected from Western Mediterranean Region of Turkey</i> Kamile ULUKAPI - Köksal AYDINŞAKİR - Rana KURUM</p>
<p>Edranol, Ettinger ve Wurtz avokado çeşitlerinin hasat dönemleri boyunca meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal değişimlerinin belirlenmesi Süleyman BAYRAM - Seyla TEPE</p>	<p><i>Determination of some physical and chemical changes of fruits of Edranol, Ettinger and Wurtz avocado varieties during harvest periods</i> Süleyman BAYRAM - Seyla TEPE</p>
<p>Tuzluluk ve su noksanlığı stresi altında yetiştirilen farklı patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında bazı meyve kalite özelliklerine ait değişimler Sevinç KIRAN - Şebnem KUŞVURAN - Çağla ATEŞ - Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU</p>	<p><i>The changes of fruit quality parameters at using of different eggplant rootstock/scion combinations which growing under salt and drought stress.</i> Sevinç KIRAN - Şebnem KUŞVURAN - Çağla ATEŞ - Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU</p>
Bitki Koruma	Plant Protection
<p>Farklı konukçulardan elde edilen <i>Botrytis cinerea</i> populasyon yapısının moleküler tanımlanması İlknur POLAT - Görkem SÜLÜ - Aytül KİTAPÇI - Emine GÜMRÜKÇÜ - Ömür BAYSAL</p>	<p><i>Molecular fingerprinting of <i>Botrytis cinerea</i> population structure from different hosts</i> İlknur POLAT - Görkem SÜLÜ - Aytül KİTAPÇI - Emine GÜMRÜKÇÜ - Ömür BAYSAL</p>
<p>Predatör, <i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae)'nin plastik seralarda çam poleni uygulanmış ve uygulanmamış biber bitkilerindeki performansı Halil KÜTÜK</p>	<p><i>Performance of the predator <i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) on plastic greenhouse pepper sprayed vs unsprayed pine pollen</i> Halil KÜTÜK</p>
<p>Farklı sıcaklıkların <i>Binodoxys angelicae</i> (Haliday) (Hym.: Brachonidae)'nin <i>Aphis gossypii</i> Glover (Hem.: Aphididae) üzerinde bazı biyolojik özelliklerine etkisi Mehmet KARACAOĞLU - Serdar SATAR</p>	<p><i>Effect of temperature on some biological parameters of <i>Binodoxys angelicae</i> (Haliday) (Hym.: Brachonidae) on <i>Aphis gossypii</i> Glover (Hem.: Aphididae)</i> Mehmet KARACAOĞLU - Serdar SATAR</p>
Gıda Bilimi ve Teknolojisi	Food Science and Technology
<p>Domatesin bazı fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin melezleme ile değişimi Muharrem GÖLÜKCÜ - Aylin KABAŞ - Arzu BAYIR YEĞİN - Fatih Alpay VURAN - Kadriye YÜKSEL - Ayşe TANIR</p>	<p><i>Change of some physical and chemical properties of tomato by hybridization</i> Muharrem GÖLÜKCÜ - Aylin KABAŞ - Arzu BAYIR YEĞİN - Fatih Alpay VURAN - Kadriye YÜKSEL - Ayşe TANIR</p>

İÇİNDEKİLER

CONTENTS

Araştırma Makaleleri

Research Articles

Tarımsal Yapılar ve Sulama

Farm Structures and Irrigation

Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum L.*) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri
161-172
Derya KAZGÖZ CANDEMİR - Berkant ÖDEMiŞ

*Effects of foliar sulfur applications in reducing water stress applied to the cotton plant (*Gossypium hirsutum L.*) during different development periods*
Derya KAZGÖZ CANDEMİR - Berkant ÖDEMiŞ

Çukurova bölgesinde drenaj suyu ile sulanan kinoa bitkisinde su-verim ilişkileri ve ekonomik değerlendirme
173-185
Semih Metin SEZEN - Servet TEKİN – Mehmet YILDIZ

Water-yield relations and economic evaluation of quinoa irrigated with drainage water in the Çukurova Region
Semih Metin SEZEN - Servet TEKİN – Mehmet YILDIZ

Tarla Bitkileri

Field Crops

Antalya doğal florasından toplanan düğmeli yoncanın (*Medicago orbicularis L.*) moleküler karakterizasyonu
186-193
Cengiz ERDURMUŞ

*Molecular characterization of button medic (*Medicago orbicularis L.*) collected from Antalya natural flora*
Cengiz ERDURMUŞ

Bazı nohut çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurları bakımından değerlendirilmesi
194-200
Hüseyin GÜNGÖR – Ziya DUMLUPINAR

Evaluation of some chickpea lines and cultivars for yield and yield components
Hüseyin GÜNGÖR – Ziya DUMLUPINAR

Tarım Makinaları ve Teknolojileri

Agricultural Machinery and Technologies

Farklı anız yönetim sistemlerinin yakıt, kapasite yönünden karşılaştırılması ve doğrudan anıza ekim
201-208
Betül KOLAY - Songül GÜRsoy - Özlem AVŞAR - Abdullah SESSİZ

The comparison of different stubble management systems in terms of fuel, capacity and direct sowing
Betül KOLAY - Songül GÜRsoy - Özlem AVŞAR - Abdullah SESSİZ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Soil Science and Plant Nutrition

Örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde petiol özsuyu nitrat azotu ile bitki ve toprak azot değerleri arasındaki ilişkiler
209-215
Cevdet Fehmi ÖZKAN – Elif Işıl DEMİRTAŞ – Filiz ÖKTÜREN ASRI – Nuri ARI

Relationships between petiol sap nitrate with nitrogen content of soil and plant in protected cucumber cultivation
Cevdet Fehmi ÖZKAN – Elif Işıl DEMİRTAŞ – Filiz ÖKTÜREN ASRI – Nuri ARI

Determination of some parameters of landrace green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes collected from Western Mediterranean Region of Turkey

Kamile ULUKAPI¹ Köksal AYDİNŞAKİR² Rana KURUM²

¹ Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya

² Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

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

ORCID:0000-0001-8184-8967

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):87-95
doi:10.16882/derim.2018.335815

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 23.08.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 07.06.2018



Abstract

Being one of the agricultural products to be commonly grown and consumed in the world, beans display a wide range of production and sort in Turkey though it is not a native land. Although the beans production is limited to some parts of Turkey, it is commonly cultivated for family consumption both at low and high-altitude territories. However, the demand towards the commercial seeds seems to increase today, and this situation threatens the presence of landrace genotypes. The landrace genotypes, one of the genetic sources, are crucial for maintaining the genetic variability, food safety and breeding applications. From this point of view, this study was conducted in order to determine some parameters of landrace green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes collected from Antalya, Isparta, and Burdur in Western-Mediterranean of Turkey between 2013 and 2014. In order to develop a gene pool and to make a beginning material for breeding studies, 124 landrace common bean genotypes adapted to both coastal line and highlands have been gathered, recorded and taken under protection with the detected locations. As a result of the study, the most genotypes were collected from Antalya province. It has been determined that there are more landrace common bean varieties (56.5%) in higher altitude areas and it is detected that the pole type (5.5%) is more common than the bush type. Furthermore, the seeds of 62.9% of the collected genotypes were unicolor and white color was predominant in the seed color.

Keywords: Green bean; Collection; Landrace cultivar; Turkey; *Phaseolus vulgaris* L.

Batı Akdeniz Bölgesinden toplanan yerel taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi

Öz

Dünyada en fazla yetiştirilen ve tüketilen tarımsal ürünlerden biri olan fasulye, anavatanı olmamasına rağmen Türkiye'de geniş bir üretim alanı ve çeşitlilik sergilemektedir. Türkiye'de fasulye üretimi, bazı bölgelerle sınırlı olsa da hem düşük hem de yüksek rakımlı alanlarda genellikle aile tüketimi için yetiştirilmektedir. Bununla birlikte, günümüzde ticari tohumlara olan talep artmaktadır ve bu durum yerel taze fasulye genotiplerinin varlığını tehdit etmektedir. Genetik kaynaklardan bir tanesi olan yerel genotipler, genetik değişkenlik, gıda güvenliği ve ıslah uygulamaları için oldukça önemlidir. Bu açıdan bakıldığında çalışma, 2013-2014 yılları arasında Batı Akdeniz'de yer alan Antalya, Burdur ve Isparta illerinden toplanan yerel taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Gen havuzu ve ıslah çalışmalarına başlangıç materyali oluşturmak için hem düşük hem de yüksek rakımlı alanlara adapte olmuş 124 tane fasulye genotipi toplanmış ve kayıt altına alınmıştır. Çalışma sonucunda en fazla genotip Antalya ilinden toplanmıştır. Yüksek rakımlı bölgelerde daha fazla yerel fasulye çeşidi bulunduğu (%56.5) ve tırmanıcı büyüme özelliğine sahip olan çeşitlerin (%85.5) bodur büyüme özelliğinde ki çeşitlerden daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, toplanan genotiplerin %62.9'unun tohumları tek renklidir ve tohum renginde beyaz rengin baskın olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taze fasulye; Toplama; Yerel çeşit; Türkiye; *Phaseolus vulgaris* L.

1. Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important crops in terms of human consumption, animal feeding and sustainable agriculture and holds the 90.0% share of cultivated beans. According to the 2013 data, a

total of 21 365 919 tons of common beans are produced throughout the world and Turkey is the 3rd country producing the highest common beans with 632 301 tons (FAO, 2016). Despite the fact that Turkey is not the native country of common bean, its production and variety are shown richness. Common cultivation of

common bean is made with commercial seeds but especially landrace cultivars are grown on the edge of greenhouses or with crops such as corn in fields in both low and high-altitude territories for family consumption.

Progress in plant breeding, especially after the green revolution, resulted in the extinction of landrace cultivars and modern cultivars has taken the place of landrace cultivars (Engels, 2004). Nowadays it is seen that commercial seeds are increasing in demand in terms of uniformity, so that threatens the existence of landrace genotypes. Landrace genotypes are one of the important genetic sources in terms of food security, breeding studies and sustainable genetic diversity.

Genetic erosion, a term that refers to the disappearance of gene or gene combinations in locally adapted landrace varieties, is threatened plant diversity. The first stage causing the genetic erosion is modern cultivars take the place of landrace cultivars, the second stage is modern breeding applications. Therefore, especially, landraces genotypes in vulnerable or threatened regions, they need to be produced for immediate use and protected for future use (Matur, 2011).

Although natural resources have undergone changes by natural and artificial selection for thousands of years, wild habitats and farms have been sufficient to protect plant genetic diversity. Today, it is under the pressure of demographic, socio-economic and technological changes. Uniformity is preferred instead of diversity. The loss of genetic material leads to irreversible erosion of genetic diversity. In the near future, extreme changes due to climate change are predicted. However, it is thought that there will also be changes in abiotic and biotic conditions. In addition to climate change, the world population is expected to reach 9 billion by 2050. It is clear that the collection and conservation of genetic diversity are necessary to solve the problem of agricultural land and water deficiency caused by population growth. Plant genetic resources are of the essence material for sustainable agriculture. Their hiding and use are critical to food security both today and in the future. A collection of germplasm is a prerequisite for the use of genetic materials and is the first step for their ex-situ storage. (Frison, 2011).

This study was carried out using the landrace common bean genotypes were grown in districts and villages of Antalya, Burdur and Isparta provinces in the Western Mediterranean Region between 2013 and 2014. 124 landrace common bean genotypes were adapted in both low and high altitude territory were collected and recorded and taken under protection with the detected locations in order to develop the gene pool and to form the starting material for breeding trials.

2. Materials and Methods

The Mediterranean Region is divided into east and west. The West Mediterranean Region, where the landrace common bean genotypes are collected, constitutes 4.7% of Turkey's surface area with an area of 36.797 km² (Anonim, 2009).

The Real Mediterranean climate prevails in the coastal part of the Mediterranean. The Mediterranean Mountain Climate is emerging in areas where the Real Mediterranean climate is deteriorated due to altitude. Areas farther from the sea where the Mediterranean effect has weakened are called Continental Mediterranean Climates. The Middle Anatolia Continental Climate prevails in areas where the sea effect has disappeared significantly and the precipitation regime has changed (Sarı, 2009). This diversity of climate seen in the Mediterranean Region can be expressed in the Western Mediterranean region. This is one of the reasons for the variation in the landrace common bean varieties cultured in the Western Mediterranean Region. The IBPGR collection form (general) used during the collection of the landrace common bean genotypes is given in part in Table 1 below was used (Anonymous, 2017).

The study was conducted in 2013-2014. Through the study, Antalya, Burdur and Isparta cities, which are significant centers for bean production and towns, including 39 districts at the total, where bean plantation is widely maintained and villages which belong to these cities above; were visited and landrace genotypes were collected (Figure 1). At the first stage of the genotype detection, each village was considered as a station. But only, the stations where the landrace genotypes were

Table 1. IBPGR collection form (general)

Descriptors in this column must be filled in	Descriptors in this column should be filled in
Genus:	Cultural practices:
Species:	Shifting (circle one): yes no
Subspecies:	Irrigated (circle one): yes no
Collector's number:	Transplanted (circle one): yes no
Collecting institute:	Terraced (circle one): yes no
Date of collection:	Sowing month:
Country of collection:	Harvest month:

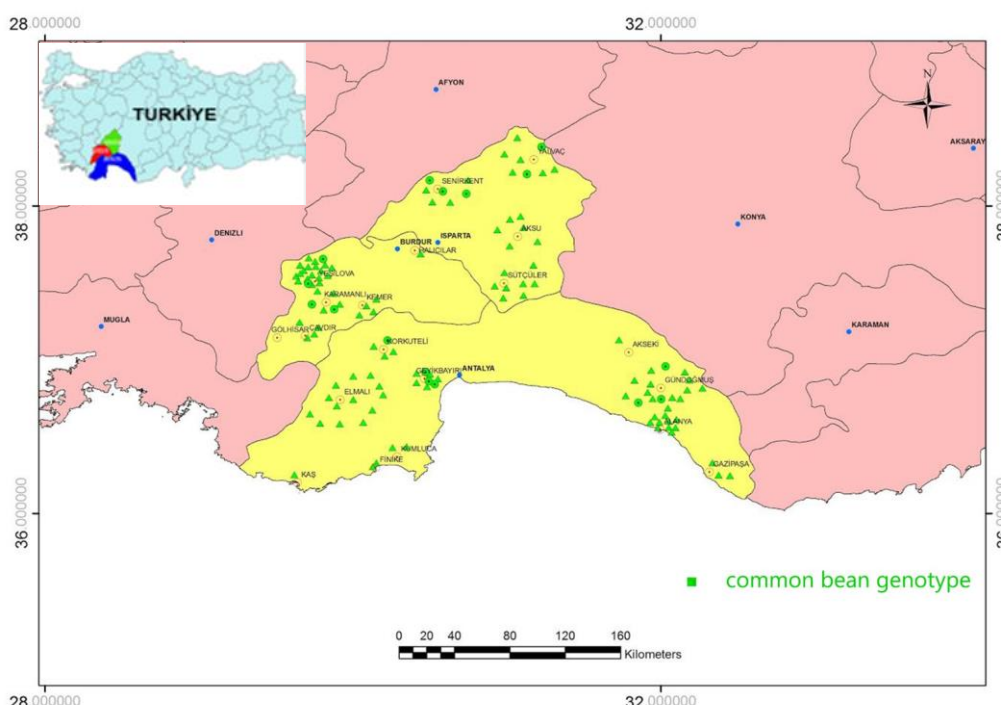


Figure 1. The map of the West Mediterranean Region and the areas where the landrace common bean genotypes are collected

found and collected were numbered and recorded. Before the stations were determined, was contacted with the Provincial Food Agriculture and Livestock and producer associations of these cities and towns. Areas where common bean production was widely cultivated were determined and all landrace genotypes were collected through face to face communication with local growers. When collecting; Genotypes growth patterns, seed shapes and colors, local names and location information were recorded.

3. Results and Discussion

As a result of the population surveys, a total of 124 different populations of green beans were collected, 60 from Antalya, 35 from Burdur and

29 from Isparta. The collected coordinates and altitudes of the landrace genotypes, the locations and the number of genotypes collected from these locations were given in Table 2. As seen in Table 2, it can be said that Antalya is richer than the other cities in terms of landrace common bean genotypes. When the collected genotypes were examined, it is observed that the landrace common bean genotypes in the Western Mediterranean Region were generally grown in pole type and landrace varieties production is more prevalent in higher altitudes areas. A total of 18 genotypes (14.5%) were collected from low altitude regions. The number of genotypes collected from high altitude regions is 106. Of these, 36 genotypes (29.0%) were collected from 500-1000 m and 70 genotypes (56.5%) were collected at altitudes of 1000-1500 m.

Table 2. Genotype numbers, locations and coordinates of collected landrace common beans in West Mediterranean Region of Turkey

Genotype number	Location	Coordinates	Altitude (m)
4	Antalya-Korkuteli	37°04'23.6"N-30°11'53.0"E	998 (HT)*
8	Antalya-Geyikbayırı	36°52'37.8"N-30°27'52.8"E	609 (HT)
2	Antalya-Finike	36°18'11.5"N-30°08'20.8"E	113 (LT)
16	Antalya-Gündoğmuş	36°48'36.6"N-31°59'43.6"E	890 (HT)
1	Antalya-Akseki	37°03'03.6"N-31°47'30.7"E	1175 (HT)
1	Antalya-Kaş	36°12'00.8"N-29°38'21.4"E	14 (LT)
10	Antalya-Alanya	36°33'20.8"N-32°01'13.8"E	64 (LT)
2	Antalya-Kumluca	36°21'06.8"N-30°16'37.5"E	11 (LT)
3	Antalya-Gazipaşa	36°16'23.7"N-32°18'24.8"E	29 (LT)
13	Burdur-Elmalı	36°44'12.4"N-29°55'05.5"E	1085 (HT)
3	Burdur-Çavdır	37°09'07.2"N-29°41'44.2"E	1078 (HT)
1	Burdur-Halıcılar	37°35'00.6"N-30°05'33.2"E	925 (HT)
2	Burdur-Göhlhisar	37°08'46.1"N-29°30'32.3"E	1005 (HT)
6	Burdur-Karamanlı	37°22'02.8"N-29°48'30.1"E	1295 (HT)
4	Burdur-Kemer Belenli	37°18'13.5"N-29°59'56.8"E	1299 (HT)
19	Burdur-Yeşilova	37°30'23.9"N-29°45'08.7"E	1207 (HT)
8	Isparta-Sütçüler	37°29'52.3"N-30°58'26.0"E	1015 (HT)
6	Isparta-Aksu	37°48'03.4"N-31°04'06.0"E	1222 (HT)
7	Isparta-Senirkent	38°06'33.9"N-30°32'59.1"E	963 (HT)
8	Isparta-Yalvaç	38°17'55.9"N-31°10'43.4"E	1107 (HT)

*:HT: High-altitude territory, LT: Low-altitude territory

Similar to the results of this study, [Bozoğlu and Sözen \(2013\)](#) collected 44.1% of genotypes from 1001-1500 altitudes, which is the largest group. [Dutta et al. \(2016\)](#) collected 23 landrace bean varieties from Lushai hill (India). Similar to this study, a significant portion of genotypes were collected from high altitude locations, and they noted that especially high-value crops were one of the reasons for the loss of landrace varieties. Researchers who indicated that landrace beans are a large variation between genotypes in the form of seeds, size and color ([Dutta et al., 2013](#)). Greenhouse cultivation is common on coastal regions and commercial varieties cultivars are preferable in greenhouse cultivation in terms of uniformity all around the world. This causes the disappearance of landrace varieties. Although the price of common beans tends to increase, it cannot compete with vegetables such as tomato, pepper, eggplant which are widely grown in the greenhouses. In addition, separation of the first pods of the plant as seed for next growing season, removal of seeds and spreading and drying of the seeds in the landrace varieties lead farmers to use commercial seeds.

The seeds were collected genotypes were stored by giving registration numbers for molecular and morphological characterization. Using [Madakbaş \(2006\)](#)'s work as an example, recorded information was given to the genotypes. At this stage, the traffic code of the

city in which seeds collected was written in the beginning. Then, The CB abbreviation was used to indicate that the collected genotype was a common bean. The name of the collected region was coded by abbreviated (e.g Kumluca: KU) and finally the generations were numbered (e.g 07CBKU). In some populations, differences in growth characteristics were observed after planting. These populations were separated from each other by the letters A, B at the end of the registration numbers (e.g 07CBKU1-A). Similarly, in [Çirka and Çiftçi \(2016\)](#), a total of 378 bean genotypes collected from the south of the Eastern Anatolia Region was named with the abbreviated names (Malatya: ML) and the number of the samples added at the end. They also recorded the names of the villages, the identity of the farmers, the local name of the variety and the purpose of growing the variety during the collection. Places where genetic resources are collected are called 'station'. This term refers to the area where a mixture of samples is taken and ecological records are kept once in a single collection. It is quite easy to determine a location of a station for annual plants. In plants, although genetic differences occur as a result of selection during the growing season, these differences usually occur at low levels. While farmers who use different seeds collect samples from each farm, single samples are taken from the farms using the same seed to represent the whole area ([Şehirli and](#)

Özgen, 2012). Sözen et al. (2014), collected 54 landrace bean populations considering the seed color and shape from the Central Black Sea Region. When collecting, they took into consideration the cultivation areas of bean and determined the survey points according to the gradual sampling method. In the study, after the farms that had been cultivating the landrace varieties were identified and then the seeds taken from the farms where the same kind of seeds was used were recorded as the same population. This is often the case, especially in the same village and neighboring villages due to seed exchange is common. Rao et al. (2006) stated that morphological characterization studies should be conducted in two or three seasons, and beside this may not be practical due to the high accession diversity in landrace varieties. In this study, collected common bean genotypes were grown for 2 years and characterized morphologically. In the first year of characterization, the different genotypes identified within the populations were separated and renamed and re-recorded. During the collection of genetic material; orientations of local authorities, face-to-face interviews with farmers, seed features, local names of landrace varieties, plant growth habits.

The distribution of 124 landrace bean genotype collected in the Antalya, Burdur and Isparta by province and growing type ratio was given in Table 3. As seen in Table 3, most landrace beans were collected from Antalya province (60) and least from Isparta province (29). In the evaluation of the collection, it was seen that the landrace beans showing the pole growth feature was in the majority in all three provinces. In general, when all genotypes were examined, a similar ratio (85.5%) were obtained with the results obtained from provinces. Burdur was the province that grew most of the landrace bush variety (17.24%). The results obtained indicate that mainly climbing varieties are grown in the Western Mediterranean Region. Bozoğlu and Sözen (2007) collected 400 samples from 200-2100 altimeters from Artvin according to the color and shape of the seed. The researchers evaluated 292 of these samples in terms of different characteristics. They reported that 30.0% of these samples were bush types and 70.0% of them had semi-climbing or climbing types. In another study, the researchers found that 34.7% of the 72 landrace bean genotypes were bush types,

56.9% were semi-climbing and 8.4% were climbing (Bozoğlu and Sözen, 2013). Bozoğlu and Gülümser (1999) stated that there is a positive and significant relationship between yield and plant length. Rana et al. (2015) reported that climbing bean cultivars were preferred, especially high altitudes, because they were grown together with maize and amaranth. However, they stated that the change of growth type of bean according to the regions determined in ecological conditions as well as the growing system. The reasons why climbing bean cultivars; In the winter months, it is used to evaluate the edges of the greenhouses in low altitudes and thus it is possible for the farmer to earn income from these empty areas and in the summer months it is possible to grow more than one product at the same time with multiple cultivation with plants such as corn at high altitudes. Studies carried out, including this study, show that climbing-type landrace bean genotypes are more than bush genotypes in Turkey. In a study in Uganda, 268 local beans were examined and they indicated that the dominant growth type was indeterminate bush - types II (49.0%) followed by determinate bush - type I, then semi-climbing - type III and climbing - type IV least (5.0%) (Okii et al., 2014). Landrace varieties can easily undergo genetic erosion. The genetic resources are usually protected by the cultivation by farmers. Thanks to their cultivation in the same area for years, they also reflect the preferences of producers and consumers where they grow up. One of the criteria considered during the collection of landrace bean genotypes was seed characteristics. The seed characteristics determined according to the UPOV criteria were utilized both for the collection of the seeds and for the morphological characterization of the genotypes. The distribution of landrace bean genotypes collected in the Antalya, Burdur and Isparta province by the color of the seeds and diversity of seed morphology were given in Table 4 and Figure 2, respectively. As shown in Table 4, there are more genotypes with unicolor seed characteristics. When analyzed as a percentage, it was determined that the multicolor seeds constitute 37.1% of all populations, whereas the unicolor seeds constitute 62.9% and the white dominates the seed colors. However, the main color of the seeds and the second main color of the seeds differ according to the provinces.

Table 3. The distribution of 124 landrace bean genotype collected in the Antalya, Burdur and Isparta by province and growing type ratio

Province	Total number	Growing type	Pole ratio (%)	Bush ratio (%)
Antalya	60	53 pole, 7 bush	88.33	11.66
Burdur	35	31 pole, 4 bush	88.57	11.43
Isparta	29	24 pole, 5 bush	82.76	17.24

Table 4. The distribution of landrace bean genotypes collected in the Antalya, Burdur and Isparta province by color of the seeds

Province	Color	Main color	Second main color
Antalya	Unicolor: 35 Multicolor: 25	White: 20	None: 35
		Mustard color: 1	
		Yellow: 19	Brown: 8
		Buff color: 1	
		Brown: 7	Red: 15
		Red: 8	
		Purple: -	Black: 1
		Black: 3	
Burdur	Unicolor: 26 Multicolor: 10	Light pink: 1	Light pink: 1
		White: 12	None: 26
		Mustard color: 6	
		Yellow: 2	Brown: 4
		Buff color: 1	
		Brown: 8	Red: 1
		Red: 2	Black: 2
		Purple: 1	
Isparta	Unicolor: 18 Multicolor: 11	Black: 2	
		Light pink: 1	Light pink: 2
		White: 9	None: 18
		Mustard color: 2	
		Yellow: 8	Brown: 5
		Buff color: 4	
		Brown: 3	Red: 4
		Red: -	Black: -
Purple: -			
Black: 3			
Light pink: -	Light pink: 2		

As seen in Table 4, while the purple color in the main color criterion of the seeds is not found in genotypes collected from Antalya province, the genotypes with red, purple and pinkish orange colors are not found in Burdur. In addition, black color, one of the second main colors, is not found in the genotypes collected from Burdur. Bozoğlu and Sözen (2013) collected 400 bean genotypes according to seed color and shape, in order to prevent the loss of landrace bean variety from Artvin province. They notified that the genotypes were collected; 180 (45.0%) white seed color, 113 (28.3%) unicolor seed color, and the remaining 107 (26.7%) had multicolored seed color. The most common seed color in the Western Mediterranean region is white, which accounts corresponds to 33.0% of the total genotypes. This is followed by genotypes with yellow seed (23.0%). Similarly, white seed color (63.9%) was dominant in the

landrace bean genotypes collected from Central Blacksea Region (Sözen et al., 2014).

Compared with this study, it can be said that seed color variability (white, gray, brown, black) detected in the Middle Black Sea Region is less than in the Western Mediterranean Region. Rana et al. (2015) characterized 4274 accessions in the Gene Bank of India and similar to this study, white (31.0%) and red (29.0) were dominant and 66.0% had single seed color. The researchers have noted that they have detected many seed colors and that this color diversity is also found elsewhere in the world. This shows that the genes that managed the seed color have been moved through introgress between gene pools and hybridization. Okii et al. (2014) have studied 284 bean accessions, 268 of which are landrace accessions and they reported that the



Figure 2. Diversity of seed morphology of collected from Antalya, Isparta and Burdur province

dominant color was maroon (18.0%) in these seed coat. In a study comparing landrace varieties of beans from Bulgaria and Portugal, the regional differences in seed characteristics were clearly demonstrated. While the Portuguese landrace beans have many seed colors (red, white, brown, brownish, bicolor), it has a dominant white color in the Bulgarian landrace beans (Stoilova et al., 2013). As can be understood from the results, the use of seed characteristics during the collection of local varieties is extremely important. In the last 100 years, significant losses have occurred in diversity and this situation continues uninterruptedly. These irreversible losses, including landrace varieties, worry about gene banks and plant breeders. Polymorphism is the primary source of change in the morphological and physiological appearance of plants. It is the basis for plants and animals to be adaptable to various environmental conditions. Diversity ensures that living beings are resistant to the challenges of the future (Hammer et al., 2003). Since landrace varieties are important genetic resources, the priority is to collect and record these varieties.

4. Conclusion

Landrace cultivars are one of the plant genetic resources and are included in the group to be given priority as genetic material. Due to the diversity and distinctiveness of plant growth habit and seed color, these characteristics come to the fore in the collection of landrace beans. In this study, we have concluded that the landrace green bean material we collected is very rich when considering the seed visual properties. Finally, we suggest that the data obtained from this study will be able to support future breeding programs and provide significant contributions to the conservation of landrace bean gene resources in Mediterranean Region.

Acknowledgements

The study was supported by Akdeniz University Scientific Research Projects Unit (Project no: 2013.01.0104.001).

References

Anonim, (2009). TR61 Bölgesi (Antalya Isparta Burdur) Bölge Planı 2010-2013. http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/Download/61_Bati_Akdeniz_Bolge_Planı.pdf. Accessed

- date: September 25, 2017).
- Anonymous, (2017). IBPGR collection form (general). <http://www.central-repository.cgiar.org/download.html?path=/Collecting%20Missions%20File%20Repository/Bioversity%20International/CN272/CN272CollectingForms4.pdf> (Accessed date: July 20, 2017).
- Bozoğlu, H., & Gülümser, A. (1999). Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin korelasyonları ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana*, 15-18 Kasım 1999, s: 360-365.
- Bozoğlu, H., & Sözen, Ö. (2007). Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin Province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(5):327-334.
- Bozoğlu, H., & Sözen, Ö. (2013). Artvin ilinde fasulye biyoçeşitliliği. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(1):1-5.
- Çirka, M., & Çiftçi, V. (2016). Doğu Anadolu'nun güneyinde yetiştirilen taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının toplanması ve bakla özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2):135-145.
- Dutta, S.K., Singh, A.R., Boopathi, T., Singh, S. B., Lungmuana, Malsawmzuali, Dubey, S., Singh, M. C. & Ngachan, S.V. (2013). Seeds of pole-type Frenchbean landraces, *ICAR News*, 19(4):20.
- Dutta, S.K., Chatterjee, D., Sarkar, D., Singh, S.B., Boopathi, T., Kuotsu, R., Vikramjeet, K., Akoijam, R.S., Saha, S., Vanlalhmangaiga, M., & Chowdhury, S. (2016). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L., *Fabaceae*) landrace of Lushai hills in India: Nutrients and antioxidants source for the farmers. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 15(2):313-320.
- Engels, J.M.M. (2004). Plant genetic resources management and conservation strategies: problems and progress. *Acta Horticultureae*, 634:113.
- FAO, (2016). <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. (Accessed date: 23 September, 2016).
- Frison, A. (2011). After vavilov: collecting germplasm in the 21st century. Chapter 1: A brief history of plant germplasm collecting. <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/procedures/collecting1995/Chapter1.pdf>. (Accessed date: June 01, 2017).
- Hammer, K., Arrowsmith, N., & Gladis, T. (2003). Agro biodiversity with emphasis on plant genetic resources. *Naturwissenschaften*, 90(6):241-250.
- Madakbaş, S.Y. (2006). Samsun İlinin Çarşamba Ovası ve Ladik İlçesinde toplanmış taze fasulye populasyonları. *Hasad*, 22(256):86-90.
- Matur, P.N. (2011). Assessing the threat of genetic erosion. <http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/procedures/collecting2011/Chapter4-2011.pdf> (Accessed date: August 22, 2017).

- Okii, D., Tukamuhabwa, P., Odong, T., Namayanja, A., Mukabaranga, J., Paparu, P., & Gepts, P. (2014). Morphological diversity of tropical common bean germplasm. *African Crop Science Journal*, 22(1):59-67.
- Rana, J.C., Sharma, T.R., Tyagi, R.K., Chahota, R.K., Gautam, N.K., Singh, M., Sharma, P.N., & Ojha, S.N. (2015). Characterization of 4274 accessions of common bean (*P. vulgaris* L.) germplasm conserved in the Indian gene bank for phenological, morphological and agricultural traits. *Euphytica*, 205(2):441-457.
- Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2006). Manual of Seed Handling in Genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8, Bioersivity International, Rome, Italy. 163 p.
- Sarı, S. (2009). Batı Akdeniz Bölümü'nden İç Anadolu'ya geçiş iklimleri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Sözen, Ö., Özçelik H., & Bozoğlu, H. (2014). Domestic bean (*P. vulgaris* L.) populations collected from Middle BlackSea Region are a research on biodiversity. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Arazi Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi*, 2(1):1-14.
- Stoilova, T., Pereira, G., & Tavares-De-Sousa, M. (2013). Morphological characterization of a small common bean (*P. vulgaris* L.) collection under different environments. *Journal of Central European Agriculture*, 14(3):854-864.
- Şehirli S., & Özgen, M. (2012). Bitkisel Gen Kaynakları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:1605, 245 s.

Edranol, Ettinger ve Wurtz avokado çeşitlerinin hasat dönemleri boyunca meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal değişimlerinin belirlenmesi

Süleyman BAYRAM¹ Seyla TEPE¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: suleyman.bayram@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0001-8476-6553

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2018/35(2):96-110

doi:10.16882/derim.2018.339252

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 21.09.2017

Kabul Tarihi/Accepted: 29.08.2018



Öz

Türkiye’de avokado yetiştiriciliği, yüksek pazar potansiyeline sahip olduğu için Akdeniz bölgesinde giderek yaygınlaşmaktadır. Avokadonun pazar değerini, meyvenin hasat olgunluğu ve hasat sonrası olgunlaşma süreci etkilemektedir. Avokadonun klimakterik özellik göstermesi nedeniyle, farklı ekolojik koşullarda olgunluk kriterlerin belirlenmesinin ticari önemi ve gerekliliği bulunmaktadır. Bu nedenle; ülkemizde yetiştirilen Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinde, ekim ayından başlamak üzere 15-20 gün aralıklarla meyve örnekleri alınarak, hasat ve olgunlaşma sürecinde analizleri yapılmıştır. Her bir çeşidin meyve olgunluk indeksinin tanımlanmasında, meyve etinin kuru ağırlık ve yağ içeriği, hala en güvenilir sonuçları vermektedir. Bu indeks değerlerinin yetersiz kaldığı durumlarda ise, diğer hasat sonu analizleri (tat, meyve eti sertliği ve meyve ağırlık kaybı) olgunluk tespitinde yardımcı olmuştur. Sonuç olarak; erken hasat, Edranol için ekim ayının ortasından ocak ayının başına kadar, Ettinger için ekim ayı boyunca, Wurtz için ekim ayı ortasından ocak ayının ortasına kadar devam eden dönem olarak belirlenmiştir. Optimum hasat, Edranol için ocak başından nisan sonuna kadar, Ettinger için kasım başından ocak ortasına kadar ve Wurtz için ocak ortasından nisan sonuna kadar süren dönem olarak saptanmıştır. Geç hasat ise, Edranol için mayıs ayı boyunca, Ettinger için ocak ortasından şubat ortasına kadar ve Wurtz için mayıs başından haziran başına kadar devam eden dönem olarak kararlaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Avokado; Çeşit; Hasat; Meyve; Olgunluk; İndeks

Determination of some physical and chemical changes of fruits of Edranol, Ettinger and Wurtz avocado varieties during harvest periods

Abstract

Avocado cultivation is becoming widespread every year in the Mediterranean region due to its high market potential in Turkey. Market value of the avocado is influenced by harvest maturity of fruit and the ripening process in post-harvest. Due to climacteric property, determination of maturity criteria in the different ecological conditions is essential. Therefore, fruit samples of Edranol, Ettinger and Wurtz varieties, were taken at 15-20 days' intervals from October and analyzed during the harvesting and ripening period. In the describing of the fruit maturity index of each variety, the dry weight and oil content of the fruit flesh give the most reliable results. In cases where these index values are inadequate, other postharvest analyzes (taste, fruit firmness and fruit weight loss) can be used to determine maturity. In the study; early harvest time was determined as from mid-October to early January for Edranol, during October for Ettinger and mid-October to mid-January for Wurtz. The optimum harvest was determined as from the beginning of January to the end of April for Edranol, from early November to mid-January for Ettinger and from mid-January to late April for Wurtz. The late harvest was determined for Edranol throughout May, for Ettinger from mid-January to mid-February, and for Wurtz from May to early June.

Keywords: Avocado; Cultivars; Harvest; Fruit; Maturity; Index

1. Giriş

Herdem yeşil subtropik bir meyve türü olan avokado, Dünya’da 5 kıtada 50’ye yakın ülkede yetiştirilmektedir (Zentmyer, 1987; Knight, 2002). Ülkemizde avokado yetiştiriciliği; 1970’li yılların başında FAO aracılığıyla Kaliforniya’dan 4 çeşidin (Fuerte, Hass, Bacon ve Zutano) getirilmesi ile başlamış ve çeşide

özgü karakterleri gösterdikleri belirtilmiştir (Doğrular vd., 1983; Demirkol, 1997; Demirkol, 1998). Bunun sonucu olarak, Akdeniz sahil kuşağında bulunan Alanya, Gazipaşa ve Anamur gibi yerlerde, 1980’li yılların ortasından itibaren avokado alanları hızlı bir yayılış göstermiştir. Meyve eti yenen türlerde meyve tutumunun ilk dönemlerinde, genellikle hücre bölünmesi meydana gelmekte ve daha sonra

hücre büyümesi takip etmektedir (Scora vd., 2002). Avokado da ise, ilk aşamadaki hücre bölünmesinin sonrasında, meyve ağaç üzerinde kaldığı sürece hücre büyümesi ile birlikte, yavaş da olsa hücre bölünmesi ve büyüme devam etmektedir (Schroeder, 1953). Avokado meyvesinin morfolojik ve anatomik olarak gelişimi, çeşide ve yetiştirme şartlarına göre değişmekle birlikte, 6-12 ay arasında veya üzerinde bir sürede gerçekleşmektedir (Scora vd., 2002).

Avokado meyvesinin klimakterik özellik göstermesi (Bower ve Cutting, 1988) ve ancak hasat edildikten sonra olgunlaşması (Lee; 1981; Vakis vd., 1985; Flitsanov vd., 2000) nedeniyle, meyve gelişiminin ve olgunluk seviyesinin belirlenmesinin çok büyük ticari önemi bulunmaktadır. Aynı zamanda, avokadonun hasat sırasında olgunluk seviyesi, meyvenin içsel ve dışsal yeme kalitesini etkileyen en önemli faktördür (Magzawa ve Tesfay, 2015). Birçok meyvenin aksine avokado meyvesinin dışsal değişimleri, olgunluğun bir indeksi olarak kullanılmamakta ve olgunluğun aşamasını gösteren herhangi bir işaret de bulunmamaktadır (Lee, 1981; Magzawa ve Tesfay, 2015).

Avokadonun optimum hasat olgunluğu; meyve kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir (Magzawa ve Tesfay, 2015). Olgunluk üzerine etkisi olan en önemli unsur olarakta, lezzetlilik gösterilmektedir (Lee, 1981; Kassim vd., 1999). Avokado meyvesinin hasadı, olgunluğun doğru aşamasında toplanmasını ve uzak pazarlara yüksek kalitede ulaştırılmasını amaçlayan ihracat zincirinde, çok önemli bir işlemdir (Ginsberg, 1985; Magzawa ve Tesfay, 2015). Avokadonun hasat zamanı ve metodu, hasat sonrası meydana gelen olgunlaşma süreci ve raf ömrü üzerine çok etkili olmaktadır (Kassim vd., 2013). Meyve fiyatları, genellikle hasat sezonunun başında yüksek olduğu için erken hasadı teşvik etmekte ve olgunlaşmamış meyvelerin pazara sunulmasına neden olmaktadır (Lee vd., 1983; Hofman vd., 2000). Avokado meyvesi yeme olumuna gelmeden önce hasat edildiğinde, kabul edilmeyen yeme kalitesi, başarısız olgunlaşma veya düzgün olmayan yumuşama meydana gelebilmekte (Young ve Lee, 1978; Lee vd., 1983; Flitsanov vd., 2000; Hofman vd., 2002) ve meyve etinde kuru madde oranı düşük seviyede bulunmaktadır

(Kassim vd., 2013). Olgunlaşmamış meyve; sulu, kauçuğumsu, tatsız, büzülmüş ve kararmış bir hale gelmektedir (Lee vd., 1983; Vakis vd., 1985; Flitsanov vd., 2000; Magzawa ve Tesfay, 2015).

Avokado yetiştiriciliğinin yapıldığı serin subtropikal bölgelerde, pazarda meyvenin az ve fiyatının yüksek olduğu üretim sezonunun sonunda, genellikle geç hasat önemli bir ticari değere sahiptir (Hofman vd., 2000). Ancak, aşırı olgun meyvenin hasadı, olgunlaşma sürecinde çürümeyi arttırmaktadır (Flitsanov vd., 2000). Bu nedenle, meyvenin olgunluk aşamasının ve optimum hasat olgunluğunun belirlenmesinin çok büyük önemi bulunmaktadır (Lee vd., 1983; Vakis vd., 1985; Flitsanov vd., 2000; Magzawa ve Tesfay, 2015). Dünyada avokado yetiştiriciliğinin ve ticaretinin yoğun olarak yapıldığı ülkelerde, meyvenin kuru ağırlık içeriği en önemli olgunluk indeksi ve hasat kriteri olarak kabul edilmektedir (Ranney vd., 1992; Mizrach vd., 1999). Ancak, kuru madde içeriğine göre meyvelerin ticari olgunluğa ulaştığı kararı verildiğinde, bazen kabul edilebilir kalitede olmayan meyvelerde pazarlanabilmektedir. Bu nedenle, meyvenin olgunluğu için karar verilmesi aşamasında, özellikli daha fazla olgunluk standardının uygulanması tavsiye edilmektedir. Bu araştırmada; Türkiye'de Akdeniz bölgesinde üretimi yapılan Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinin meyve olgunluk standartlarının ve en uygun hasat periyodunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirli dönemlerde alınan meyve örneklerinde; hasat ve hasat sonrası olgunlaştırma sürecinde (manav koşullarını temsil etmesi amacıyla oda koşullarında), bazı meyve kalite kriterilerindeki değişimler gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonucunda ise, her bir çeşit için meyve olgunluğu ve olgunlaşmasına göre erken, optimum ve geç olmak üzere 3 hasat dönemi önerilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma; 2010-2011 ve 2012-2013 yılları arasında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'ne ait Meyvecilik biriminde bulunan 20 yaşındaki Meksika alt türüne ait çöğür anaçlar üzerine aşılı Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerine ait ağaçlarda yürütülmüştür.

İlk hasat periyodu çalışmaları, Ekim 2010-Haziran 2011 arasında yapılmıştır. Ancak, bir sonraki hasat periyodunda, bazı çeşitlere ait ağaçlarda don ve periyodisite olayı yaşandığı için yeterince meyve örneği alınamamış ve ikinci hasat periyodu çalışmaları Ekim 2012-Haziran 2013 arasında yürütülmüştür.

2.2. Yöntem

Denemede; her bir çeşit için tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 2'şer adet ağaç olacak şekilde, toplam 6'şar adet ağaç seçilmiştir. Her bir hasatta, her bir ağacın dört bir yönünden toplam 6'şar adet meyve örneği alınmıştır. Edranol, Ettinger, ve Wurtz çeşitlerine ait ağaçlarda, her iki hasat periyodu boyunca genellikle 15±5 gün aralıklarla, hasat edilen meyveler hemen laboratuvara taşınmış ve ilk analizler aynı gün içinde gerçekleştirilmiştir. Ekim-haziran hasat dönemi boyunca yapılan olgunlaştırma çalışmaları ise, manav koşullarını temsil etmesi amacı ile oda koşullarında yapılmıştır. Olgunlaştırma işlemi; herhangi bir ısıtma veya soğutma uygulamasının olmadığı, ortam sıcaklığında meyvelerin 7 ve 14 gün bekletilmesi ile yürütülmüştür. Oda koşullarında ise, ortalama sıcaklığın 18°C-30°C ve oransal nemin %25-%85 olduğu gözlemlenmiştir. Hasattan sonra yapılan başlangıç (0. gün) analizlerinde; meyve ağırlığı (g), meyve boyu (mm), meyve eni (mm), meyve eti oranı (%), çekirdek oranı (%), meyve yoğunluğu (g ml⁻¹), Lee (1981)'nin Soxhlet metoduna göre meyve eti yağ içeriği (%) ve Zerbini ve Polesello (1984)'nin C.I.E. L*a*b* renk sistemine göre Minolta CR-400 kromametresi ile meyve eti rengi ve kabuk rengi ölçülmüştür. Olgunlaşma sürecinde (7. ve 14. gün) analizlerinde; meyve ağırlık kaybı (%), Lee ve Coggins (1982)'e göre kuru ağırlık (%) ve 3 mm'lik uç ile meyve eti sertliği (kgcm⁻²) ölçümleri yapılmıştır. Tat analizleri ise, meyvelerde renk, tekstür ve lezzetlilik durumlarına bakılarak analiz edilmiştir. Tat analizinde değerlendirmeler 1-5 puanlama (1: Çok kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi) esasına (IPGRI) ve en az 5 kişilik panelist ekibinin verdiği puanlamaya göre belirlenmiştir. İstatiksel analiz; farklı hasat zamanlarında her bir çeşitten alınan meyve örneklerinde, fiziksel ve kimyasal parametreler arasındaki ilişki JUMP paket programı ile analiz edilmiş ve ortalamalara ait farklılıklar LSD testi ile saptanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinde, farklı tarihlerde hasattan hemen sonra fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve sırasıyla Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği üzere; genellikle hasat periyodu boyunca meyve gelişim değerleri (meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu) arasında istatiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. İlk hasat döneminde; genellikle meyve gelişiminde ekim-mart ayları arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki gözlemlenmiştir. Ancak, ocak-şubat ayları arasında yaşanan iklimsel olaylardan (don, yağmur ve rüzgâr) sonra yoğun meyve dökümleri meydana gelmiş ve mart ayından itibaren ağaçlarda meyve yükü azaldığı için meyve örneği alımlarında problemler ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda, hasat tarihlerine göre pomolojik değerlerde düzenli bir dağılım tespit edilememiştir. Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinde; genellikle meyve ağırlığına, enine ve boyuna ait değerler ekim ayından itibaren artmıştır. Ettinger çeşidinde, hasat periyodu daha kısa olmasına rağmen, daha hızlı meyve gelişimi gözlemlenmiştir. Ayrıca, tüm çeşitlerin meyve gelişimi değerleri, ilk hasat periyoduna göre daha düşük seviyede olmasına rağmen, ikinci hasat periyodu boyunca artarak devam etmiştir. Tüm çeşitlerin meyve eti oranı, çekirdek oranı ve meyve yoğunluğu değerleri ise, düzenli olmayan bir değişim göstermiştir. Antalya (Demirkol, 1997) ve Kaliforniya (Lee ve Young, 1983) koşullarında yapılan çalışmalarda; çiçeklenmede (tozlanma ve dölllenme) sonrasında, hava sıcaklıklarının artmaya başladığı dönem boyunca (haziran ortasından ağustos ortasına kadar), meyvelerde hızlı bir büyüme tespit edilmiştir. Bununla birlikte, havaların nispeten serinlemeye başladığı, eylül ayından itibaren ise gelişme hızının yavaşmış olmasına rağmen, meyve gelişiminin tamamen durmadığı bildirilmiştir. Bu bildirimler ile benzer bir şekilde, çalışmanın yapıldığı her iki hasat periyodu boyunca, genellikle meyve gelişim değerleri (ağırlık, en ve uzunluk) artmıştır. Ayrıca, McOnie ve Wolstenholme (1982)'un Güney Afrika'da, Lee ve Young (1983)'nin Kaliforniya'da, Zilkah ve Klein (1987)'nin İsrail'de, Undurraga vd. (1987) ve Olaeta vd. (2007)'nin Şili'de, Bayram ve Aşkın (2006)'nin Antalya'da ve Ozdemir vd. (2009)'nin Hatay'da aynı ve farklı avokado çeşitleri üzerinde yaptığı çalışmalar ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 1. Edranol çeşidinin hasat periyodu boyunca pomolojik değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlığı (g)*	Meyve boyu (mm)*	Meyve eni (mm)*	Meyve eti oranı (%)*	Çekirdek oranı (%)*	Meyve yoğunluğu (g ml ⁻¹)	Meyve eti yağ içeriği (%)*
05.10.2010	175.04 g	106.82 g	60.19 h	75.01 ab	11.33	0.99 c	6.82 h
19.10.2010	190.07 fg	106.15 g	61.73 gh	73.91 ab	11.08	1.03 bc	6.76 h
03.11.2010	206.97 ef	111.86 ef	64.30 f	73.57 ab	13.37	1.19 a	6.62 h
23.11.2010	205.09 ef	111.11 fg	63.39 fg	72.75 b	13.86	1.14 ab	7.72 h
12.12.2010	237.87 cd	115.78 bf	66.79 ce	74.99 ab	13.14	0.96 c	10.32 fg
29.12.2010	219.02 de	115.01 cf	64.77 ef	73.86 ab	13.53	0.97 c	8.50 gh
13.01.2011	240.48 c	116.71 be	67.55 bd	76.31 a	12.23	0.98 c	10.97 ef
17.02.2011	221.02 de	112.89 df	65.34 df	74.48 ab	11.44	1.01 c	11.93 ef
10.03.2011	274.96 a	123.48 a	70.18 a	75.02 ab	12.38	0.96 c	12.69 e
23.03.2011	247.86 bc	117.47 bd	68.13 ac	73.81 ab	13.41	0.94 c	15.40 d
08.04.2011	264.73 ab	120.73 ab	69.48 ab	75.01 ab	10.95	0.94 c	17.98 bc
25.04.2011	246.75 bc	118.00 bc	67.55 bd	75.90 ab	11.94	0.99 c	16.95 cd
10.05.2011	254.24 ac	117.45 be	68.91 ac	73.92 ab	12.01	1.02 bc	19.65 b
24.05.2011	262.61 ab	119.84 ac	69.79 ab	74.24 ab	12.15	0.96 c	22.26 a
LSD	19.43	4.99	2.35	8.40	10.53	0.11	2.37
08.10.2012	135.62 f	94.58 f	55.89 f	74.48 a	10.33 b	0.96	5.88 h
05.11.2012	159.90 e	98.97 ef	58.78 e	73.35 ab	14.01 a	1.00	7.74 g
21.11.2012	169.53 de	100.98 de	59.90 de	74.17 a	14.01 a	0.98	7.90 fg
12.12.2012	169.59 de	101.10 de	60.02 de	73.73 ab	12.84 a	0.97	7.35 gh
03.01.2013	183.06 bd	101.29 de	62.98 bc	74.19 a	12.48 ab	1.03	9.41 ef
24.01.2013	182.82 cd	100.94 de	61.83 cd	72.23 ac	13.67 a	0.94	10.28 e
12.02.2013	189.71 bc	106.68 bc	62.22 c	74.02 a	13.06 a	1.00	12.19 d
06.03.2013	215.65 a	112.07 a	64.78 ab	71.06 bc	13.00 a	1.00	13.40 cd
28.03.2013	217.16 a	110.01 ab	65.13 a	73.39 ab	12.07 ab	0.98	14.25 c
17.04.2013	214.98 a	106.03 bd	65.66 a	70.37 c	13.93 a	1.01	17.84 b
14.05.2013	200.61 ab	103.13 ce	64.40 ab	72.82 ac	12.00 ab	1.02	21.34 a
LSD	17.78	5.35	2.07	2.83	2.44	0.09	1.64

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Çizelge 2. Ettinger çeşidinin hasat periyodu boyunca pomolojik değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlığı (g)*	Meyve boyu (mm)*	Meyve eni (mm)*	Meyve eti oranı (%)*	Çekirdek oranı (%)*	Meyve yoğunluğu (g ml ⁻¹)	Meyve eti yağ içeriği (%)*
05.10.2010	239.10 de	120.67 de	69.38 bc	69.54 d	19.41 a	1.07 ab	8.70 f
19.10.2010	222.98 e	116.53 e	63.12 f	68.87 d	17.66 ab	1.04 bc	9.69 f
03.11.2010	253.73 cd	121.98 cd	65.81 e	69.31 d	17.90 ab	1.15 a	11.80 ef
23.11.2010	262.89 cd	124.86 bd	66.68 de	70.70 bd	16.98 ad	1.04 bc	10.61 ef
12.12.2010	259.37 cd	121.08 ce	66.95 ce	69.96 cd	17.22 ac	0.95 d	13.63 de
29.12.2010	262.79 cd	121.05 ce	67.74 ce	74.05 a	15.72 be	0.95 cd	15.10 cd
13.01.2011	309.95 b	130.80 a	70.29 b	72.98 ac	14.81 ce	1.12 ab	17.98 bc
17.02.2011	277.85 c	125.46 bc	68.47 bd	73.09 ab	14.34 de	0.97 cd	20.01 ab
10.03.2011	337.06 a	129.58 ab	74.20 a	74.94 a	13.49 e	0.97 cd	21.39 a
23.03.2011	342.18 a	132.39 a	74.89 a	73.55 ab	14.75 ce	0.96 cd	21.50 a
LSD	25.27	4.73	2.49	3.10	2.75	0.09	2.82
08.10.2012	187.79 d	110.44 d	59.64 c	67.34	19.89	0.99 ab	9.70 d
05.11.2012	207.83 cd	114.73 cd	61.93 b	69.39	19.34	1.00 ab	13.98 c
21.11.2012	226.55 bc	118.48 bc	63.87 b	69.92	18.07	0.94 b	16.97 bc
12.12.2012	229.35 b	119.18 bc	63.77 b	70.87	16.46	0.96 b	17.89 b
03.01.2013	250.73 a	121.61 ab	66.28 a	72.53	14.76	0.97 ab	19.64 ab
24.01.2013	270.39 a	124.52 a	68.34 a	71.80	16.70	1.04 a	21.85 a
LSD	20.25	4.71	2.09	5.73	5.47	0.08	3.69

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Çizelge 3. Wurtz çeşidinin hasat periyodu boyunca pomolojik değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlığı (g)*	Meyve boyu (mm)*	Meyve eni (mm)*	Meyve eti oranı (%)*	Çekirdek oranı (%)*	Meyve yoğunluğu (g ml ⁻¹)	Meyve eti yağ içeriği (%)*
05.10.2010	184.50 h	110.73 g	59.30 g	69.12 a	17.56 ce	1.17 a	4.62 h
19.10.2010	199.90 gh	115.51 f	60.99 fg	68.67 ab	16.15 e	1.01 bd	5.53 h
03.11.2010	201.56 gh	119.06 ef	66.77 bc	65.23 ef	18.12 be	1.01 bd	6.19 h
23.11.2010	222.78 ef	120.25 e	63.03 ef	68.41 ac	17.55 ce	1.06 ad	8.93 fg
12.12.2010	219.30 fg	118.75 ef	62.77 ef	65.94 ce	19.63 ac	1.09 ab	9.20 efg
29.12.2010	222.78 ef	119.98 e	63.05 ef	69.38 a	19.33 ad	1.02 bd	8.60 g
13.01.2011	255.69 bc	124.82 bd	66.37 bd	63.16 f	21.28 a	1.07 ac	10.38 ef
17.02.2011	232.85 df	122.62 ce	63.66 df	65.48 df	20.00 ab	1.10 ab	10.85 e
10.03.2011	295.20 a	131.94 a	69.95 a	67.98 ad	19.77 ac	1.00 bd	13.59 d
23.03.2011	248.06 cd	126.40 bc	64.89 ce	68.46 ac	17.01 de	0.96 cd	13.48 d
08.04.2011	257.43 bc	125.92 bc	66.42 bd	66.30 be	19.11 ad	0.94 d	15.41 c
25.04.2011	226.84 ef	119.71 ef	63.65 df	67.16 ae	19.04 ad	1.07 ac	17.10 bc
10.05.2011	238.94 cde	121.50 de	64.74 ce	66.93 ae	18.80 bd	1.00 bd	17.62 b
24.05.2011	272.92 b	127.85 bc	68.01 ab	67.08 ae	18.61 bd	0.98 bd	21.11 a
13.06.2011	267.70 b	128.01 ab	68.16 ab	67.14 ae	18.00 be	0.99 bd	19.47 a
LSD	19.53	4.39	2.84	2.57	2.35	0.12	1.74
08.10.2012	175.43 f	110.45 f	58.44 f	71.25 a	17.11 bc	1.01 ab	5.12 h
05.11.2012	184.74 f	114.53 ef	58.97 f	68.14 ac	19.14 ac	0.99 ab	7.25 g
21.11.2012	210.98 e	117.98 de	61.79 e	68.21 ac	18.30 ac	1.00 ab	8.70 fg
12.12.2012	237.61 bc	121.60 bd	64.35 cd	68.75 ab	18.55 ac	1.04 a	9.66 ef
03.01.2013	228.57 ce	121.94 ad	63.74 cd	68.61 ac	17.91 ac	0.97 b	10.33 ef
24.01.2013	218.19 de	117.89 de	62.95 de	71.56 a	15.88 c	1.01 ab	10.84 e
12.02.2013	233.41 bd	123.45 ac	64.62 bd	64.54 cd	21.18 a	1.01 ab	14.84 d
06.03.2013	248.12 ab	124.66 ac	66.23 ab	65.71 bd	18.94 ac	1.00 ab	14.49 d
28.03.2013	250.18 ab	125.12 ab	66.19 ab	65.16 bd	20.76 ab	1.02 ab	19.96 c
17.04.2013	238.15 bc	122.94 ac	65.34 bc	63.21 d	21.17 a	1.03 a	22.43 b
14.05.2013	258.28 a	126.60 a	67.57 a	64.47 cd	20.01 ab	0.99 ab	23.82 ab
04.06.2013	226.15 cde	119.55 cde	64.20 cd	62.65 d	20.66 ab	1.01 ab	24.98 a
LSD	18.85	5.13	1.84	4.42	4.14	0.05	1.89

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Avokado da meyve etinin yağ içeriğindeki artışın doğal bir sonucu olarak olgunluğun ortaya çıkması, uzun zamandan beri bilinen bir gerçektir (Kikuta ve Erickson, 1968; Barmore, 1976; Young ve Lee, 1978; Osuna-Garcia vd., 2010; Magzawa ve Tesfay, 2015). Bu ilişki için en iyi örnek ise, ağaç üzerinde meyveler maksimum olgunluğa ulaşırken, aynı zamanda yüksek bir yağ içeriğine de sahip olmalarıdır (Kikuta ve Erickson, 1968; Osuna-Garcia vd., 2010). Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinde de, her iki hasat dönemi boyunca meyve etinin yağ içeriği artmış ve birçok çalışma ile uyumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Güney Kıbrıs'ta yapılan benzer bir çalışmada (Vakis vd., 1985); hasat periyodu süresince meyve eti yağ içeriğinde saptanan artışa dikkat çekilmiştir. Avokadonun meyve gelişimi boyunca yağ ve kuru ağırlık içeriği arasında yüksek oranda pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Lee vd., 1983; Requejo-Tapia

vd., 1999; Pak vd., 2003; Calvalho vd., 2014). Bu çalışmada olduğu gibi, meyve etinin yağ ve toplam kuru ağırlık içeriği, çeşide ve hasat zamanlarına göre değişmekte (Vakis vd., 1985; Hofman vd., 2002; Ozdemir vd., 2009) ve meyve gelişimi boyunca artmaktadır (Lee ve Coggins 1982; Undurraga vd., 1987; Requejo-Tapia vd., 1999; Bayram ve Aşkın 2006; Ozdemir vd., 2009). Ayrıca, Kikuta ve Erickson (1968)'nin bildiği ile benzer bir şekilde meyve etinde yağ birikim hızı, denemede bulunan çeşitlere göre farklılık göstermiş ve Ettinger çeşidinin meyve etinin yağ içeriği, ilk hasattan son hasada kadar daha hızlı ve yüksek miktarda artmıştır. Bununla birlikte, diğer iki çeşide göre Ettinger çeşidinin daha erken hasat edilmesi ve optimum hasat süresinin kısa bir periyotta olması, yağ birikim hızını etkilemiştir.

Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinin meyve kabuk rengi ve meyve eti rengi değerleri, her iki

hasat boyunca saptanmış ve sırasıyla Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir. Bu değerlere göre; tüm çeşitlerin meyve kabuğu renk değerlerinde, hasat periyotları boyunca istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir. Ancak, tüm çeşitlerin meyve kabuğu değerleri ile hasat tarihleri arasında, genellikle düzenli bir ilişkinin olmadığı ve sadece yeşil renkte belirli bir seviyede değişimin olduğu görülmüştür. Demirkol (1997)'un farklı çeşitlerle yaptığı çalışmada da, meyve gelişim periyodu boyunca kabuğun yeşil renğinde bir miktar değişimin olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi, olgunluk derecesine bağlı olarak bazı çeşitlerin meyve kabuğu renginin, yeşilden açık yeşile değiştiği söylenmiş (Magzawa ve Tesfay, 2015) ve uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Meyve kabuğu rengi, bu çalışmada olduğu gibi, avokadonun kalitesini belirlenmede yardımcı olan göstergelerden biri olmasına (Kassim vd., 2013) ve hasat tarihlerine göre farklılık bulunmasına rağmen, renk değerlerinde çok hızlı ve net bir değişimden bahsetmek mümkün değildir. Bu nedenle, meyve eti renk

değerlerine göre olgunluk standardının belirlenmesi, tek başına uygulamada yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, olgunlaşma sürecinde meyve kabuğunun karamasının (Hass çeşidinde), düşük meyve kalitesi ile ilişkisinin olmadığı da belirtilmiştir (Osuna-Garcia vd., 2011). Meyve eti renginde; hasat tarihleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gözlemlenmesine rağmen, her iki hasat periyodu boyunca düzenli bir değişim tespit edilememiştir. Ayrıca, meyve eti renk değerlerinde, hasat tarihlerine göre genellikle beyaz, açık yeşil ve sarı renge doğru kısmen bir değişim görülmesine rağmen, olgunluğun belirlenmesi için yeterli bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Bu nedenle; Hatton ve Campbell (1959) ile benzer bir sonuca ulaşılmıştır.

Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşitlerinde, her iki hasat periyodunda belirli aralıklarla hasat edilen meyvelerde, hasat sonu olgunlaşma sürecinde yapılan analizlere göre kuru madde ve meyve eti sertliği değerleri sırasıyla Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 4. Edranol çeşidinin hasat periyodu boyunca meyve kabuğu ve meyve eti renk değerleri

Hasat zamanı	Meyve kabuk rengi			Meyve eti rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
05.10.2010	39.07 ce	-11.06 ab	17.47 d	62.29 fg	-16.62 cd	41.04 fg
19.10.2010	40.90 ac	-11.46 ac	19.82 ad	60.37 g	-17.27 de	40.37 g
03.11.2010	41.48 a	-14.01 c	19.24 bd	64.72 ef	-21.70 g	43.16 ab
23.11.2010	39.46 ce	-11.14 ab	18.84 bd	63.56 ef	-15.24 a	39.30 h
12.12.2010	39.13 ce	-11.88 bc	18.93 bd	65.13 df	-18.47 f	42.10 ce
29.12.2010	40.33 ad	-10.60 ab	19.92 ad	63.38 fg	-18.34 f	41.60 ef
13.01.2011	38.43 e	-12.39 bc	19.81 ad	64.08 ef	-17.84 f	41.80 de
17.02.2011	40.27 ae	-12.15 bc	20.54 ac	66.42 ce	-17.39 e	42.36 be
10.03.2011	41.46 a	-9.03 a	21.46 ab	68.75 ac	-16.69 ce	42.13 be
23.03.2011	41.66 a	-12.04 bc	22.07 ab	67.81 bd	-16.53 c	42.13 be
08.04.2011	41.18 ab	-12.44 bc	22.25 a	67.74 bd	-16.68 ce	43.02 ac
25.04.2011	40.38 ad	-10.95 ab	21.39 ac	67.82 bd	-16.23 bc	42.76 ad
10.05.2011	41.02 ac	-10.19 ab	19.72 ad	71.16 a	-15.55 ab	43.18 ac
24.05.2011	38.65 de	-10.19 a	18.47 cd	69.70 ab	-15.08 a	43.87 a
LSD	1.85	2.62	2.62	2.88	0.72	1.04
08.10.2012	41.73 ce	-14.02 fg	22.37 c	64.67 e	-18.74 bc	43.02 bc
05.11.2012	42.27 bd	-14.10 fg	23.10 bc	66.81 de	-19.01 c	43.27 b
21.11.2012	42.75 ac	-13.97 efg	21.95 c	68.58 cd	-16.63 bc	39.24 g
12.12.2012	41.88 cd	-14.89 g	26.56 a	66.51 de	-17.21 bc	41.63 ef
03.01.2013	40.25 e	-11.82 bc	22.04 c	67.35 de	-17.00 bc	40.89 f
24.01.2013	42.18 bd	-14.33 fg	26.32 ab	68.22 d	-16.98 bc	41.86 de
12.02.2013	43.54 ab	-13.36 def	25.24 ac	66.92 de	-17.06 bc	41.20 ef
06.03.2013	43.89 a	-12.80 cd	24.62 ac	71.20 ac	-15.80 ac	42.83 bc
28.03.2013	42.79 ac	-12.63 cd	23.83 ac	69.46 bd	-11.20 a	42.07 ce
17.04.2013	42.81 ac	-10.78 b	26.91 a	73.38 a	-13.88 ab	42.70 bd
14.05.2013	40.88 de	-9.17 a	18.29 d	71.96 ab	-15.01 abc	44.78 a
LSD	1.55	1.19	1.43	2.98	4.98	0.95

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Çizelge 5. Ettinger çeşidinin hasat periyodu boyunca meyve kabuğu ve meyve eti renk değerleri

Hasat zamanı	Meyve kabuk rengi			Meyve eti rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
05.10.2010	41.47 cd	-12.62 ab	19.83 b	60.46 de	-15.89 a	39.03 c
19.10.2010	44.88 a	-14.55 cd	25.37 a	63.26 cd	-16.67 b	38.69 c
03.11.2010	42.86 ac	-15.04 d	20.14 b	65.00 bc	-21.99 e	41.50 b
23.11.2010	40.37 d	-14.02 a	19.33 b	59.81 e	-17.37 b	38.58 c
12.12.2010	40.73 cd	-11.93 cd	22.05 b	64.85 bc	-19.17 d	41.72 b
29.12.2010	42.81 abc	-14.85 d	25.21 a	65.59 bc	-18.85 cd	41.82 ab
13.01.2011	41.24 cd	-13.48 bc	21.97 b	63.08 cd	-19.35 d	41.23 b
17.02.2011	42.56 bc	-14.70 d	25.15 a	67.46 ab	-18.35 c	42.46 a
10.03.2011	44.26 ab	-14.24 cd	25.42 a	67.62 ab	-17.33 b	41.39 b
23.03.2011	44.19 ab	-14.22 cd	25.47 a	68.87 a	-16.72 b	41.79 b
LSD	2.17	1.22	2.92	2.94	0.72	0.67
08.10.2012	43.39 ab	-15.38 b	23.35 ab	65.00	-19.03 c	40.82 b
05.11.2012	43.81 ab	-16.02 b	25.40 a	65.26	-19.78 c	42.01 a
21.11.2012	43.02 ab	-14.97 b	21.79 b	65.82	-16.69 a	39.74 c
12.12.2012	42.71 b	-15.01 b	23.52 ab	67.69	-17.89 b	40.91 b
03.01.2013	44.73 a	-15.43 b	25.86 a	66.81	-17.25 ab	40.52 bc
24.01.2013	43.29 ab	-13.62 a	23.56 ab	66.07	-17.53 b	40.59 bc
LSD	1.75	1.16	2.62	2.96	0.78	0.96

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Çizelge 6. Wurtz çeşidinin hasat periyodu boyunca meyve kabuğu ve meyve eti renk değerleri

Hasat zamanı	Meyve kabuk rengi			Meyve eti rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
05.10.2010	33.65 bc	-7.48 ac	10.43 df	53.23 e	-16.43 ab	37.35 g
19.10.2010	33.31 bd	-6.92 ab	9.34 f	53.34 e	-17.56 bc	38.73 f
03.11.2010	36.57 a	-10.69 f	11.81 ae	57.68 bc	-21.59 c	40.68 de
23.11.2010	33.58 bd	-6.93 ab	9.28 f	59.13 bc	-16.86 ab	38.85 f
12.12.2010	33.98 bc	-8.58 ce	10.93 cf	53.58 e	-19.42 bc	40.17 de
29.12.2010	33.66 bd	-8.43 ce	11.60 ae	54.96 de	-19.42 bc	40.49 de
13.01.2011	32.78 cd	-8.96 de	11.62 ae	53.64 e	-19.61 bc	39.95 e
17.02.2011	34.20 b	-9.41 e	12.96 ab	59.52 ac	-19.05 bc	42.63 a
10.03.2011	33.93 bc	-8.61 ce	12.14 ad	57.02 cd	-18.88 bc	41.02 cd
23.03.2011	34.58 b	-9.25 e	13.23 a	60.08 ab	-18.44 bc	41.80 ac
08.04.2011	34.11 bc	-9.12 de	12.86 ac	60.79 a	-18.64 bc	41.90 ac
25.04.2011	34.33 b	-9.07 de	13.23 a	59.64 ab	-18.51 bc	41.83 ac
10.05.2011	33.87 bc	-7.91 bd	11.56 ae	59.60 ab	-12.55 a	42.09 ab
24.05.2011	32.39 d	-7.42 ac	11.15 bf	59.89 ab	-18.06 bc	41.67 bc
13.06.2011	32.77 cd	-6.53 a	10.13 ef	58.45 ac	-18.31 bc	42.60 ab
LSD	1.37	1.21	1.95	2.53	4.55	0.95
08.10.2012	35.75 ab	-11.57 fg	15.26 ab	56.44 de	-18.82 b	37.39 f
05.11.2012	34.61 ce	-10.69 ef	14.01 bc	56.10 de	-20.22 c	41.43 bc
21.11.2012	36.22 a	-11.28 fg	14.06 bc	59.71 a	-18.70 b	38.47 e
12.12.2012	33.65 eg	-11.63 fg	15.65 a	56.54 ce	-19.30 bc	40.65 bd
03.01.2013	35.83 ab	-11.22 fg	15.37 ab	58.36 ad	-19.41 bc	41.30 bc
24.01.2013	34.10 df	-11.97 g	16.60 a	55.80 e	-18.73 b	40.38 d
12.02.2013	35.22 ac	-9.90 de	13.94 bd	57.03 be	-19.42 bc	40.67 bd
06.03.2013	35.11 bd	-9.37 cd	13.22 cd	59.42 a	-19.18 bc	41.49 b
28.03.2013	34.69 ce	-8.77 c	12.48 d	57.06 be	-19.48 bc	40.56 cd
17.04.2013	33.47 fg	-7.22 b	10.94 e	59.21 ab	-18.21 b	40.82 bd
14.05.2013	33.98 ef	-6.57 ab	9.80 ef	58.85 ac	-19.03 bc	42.46 a
04.06.2013	32.77 g	-5.43 ab	8.47 f	57.90 ae	-16.52 a	42.98 a
LSD	1.06	1.02	1.50	2.35	1.37	0.91

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

Çizelge 7. Edranol çeşidinin olgunlaşma sürecinde, kuru madde (%) ve meyve eti sertliği (kg cm⁻²) değerleri

Hasat zamanı	Kuru madde (%)			Meyve eti sertliği (kg cm ⁻²)		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	16.09 h	16.55 fg	14.15 k	77.73 a	43.49 f	0.00 b
19.10.2010	15.79 h	15.94 g	15.42 jk	58.43 de	32.40 g	0.00 b
03.11.2010	15.81 h	16.49 fg	16.15 ij	76.75 a	64.79 cd	0.00 b
23.11.2010	18.88 g	18.56 ef	17.50 hı	64.25 c	54.02 e	0.00 b
12.12.2010	20.29 fg	19.47 e	19.34 gh	78.79 a	74.47 ab	0.00 b
29.12.2010	19.12 fg	19.84 de	19.50 fg	77.30 a	76.59 a	39.08 a
13.01.2011	20.92 ef	20.36 de	21.19 eg	80.05 a	56.54 de	0.00 b
17.02.2011	23.02 cd	20.43 de	22.05 ce	69.59 b	12.42 h	0.00 b
10.03.2011	22.27 de	21.74 cd	21.38 def	69.51 b	65.90 bc	0.00 b
23.03.2011	23.29 cd	24.42 b	23.91 bc	65.35 bc	7.31 hı	0.00 b
08.04.2011	25.41 b	23.13 bc	23.30 bd	64.48 bc	0.00 ı	0.00 b
25.04.2011	24.86 bc	25.10 b	24.98 b	63.22 cd	0.00 ı	MÇ
10.05.2011	27.96 a	30.24 a	29.24 a	68.43 bc	3.56 hı	0.00 b
24.05.2011	30.04 a	30.91 a	30.64 a	53.09 e	2.62 hı	MÇ
LSD	1.90	2.15	1.91	5.22	8.89	1.07
08.10.2012	15.14 ı	15.51 g	16.61 f	57.17 c	16.67 d	0.00 b
05.11.2012	17.06 h	17.63 fg	18.81 df	65.18 a	46.08 bc	0.00 b
21.11.2012	18.49 gh	18.87 ef	19.16 df	52.84 d	49.07 b	0.00 b
12.12.2012	19.03 fg	19.90 de	18.66 ef	58.90 bc	49.93 b	0.00 b
03.01.2013	20.30 ef	20.44 de	20.42 def	58.82 bc	55.91 a	0.94 a
24.01.2013	21.12 de	20.56 de	21.05 de	61.34 ab	40.65 c	0.00 b
12.02.2013	22.12 cd	23.61 bc	21.24 de	55.67 cd	12.74 d	0.00 b
06.03.2013	23.65 c	23.10 cd	22.89 cd	51.74 de	0.00 e	0.00 b
28.03.2013	23.42 c	21.63 de	27.01 bc	52.37 d	0.00 e	0.00 b
17.04.2013	25.99 b	25.64 b	31.91 a	47.89 ef	0.00 e	0.00 b
14.05.2013	29.89 a	29.92 a	29.91 ab	45.14 f	2.43 e	MÇ
LSD	1.56	2.20	4.20	3.99	5.76	0.60

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

MÇ: Meyveler çürümüş

Çizelge 8. Ettinger çeşidinin olgunlaşma sürecinde, kuru madde (%) ve meyve eti sertliği (gcm⁻²) değerleri

Hasat zamanı	Kuru madde (%)			Meyve eti sertliği (gcm ⁻²)		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	21.63 f	20.88 f	21.41 f	58.98 e	44.04 b	0.00
19.10.2010	21.73 f	20.28 f	16.97 g	65.90 d	15.88 de	MÇ
03.11.2010	23.24 ef	23.49 ef	23.37 ef	76.51 a	5.27 f	MÇ
23.11.2010	23.87 def	24.66 de	23.47 ef	71.79 ab	5.19 f	0.00
12.12.2010	25.24 de	27.17 cd	25.68 de	66.45 cd	26.19 c	0.00
29.12.2010	26.16 cd	28.64 ac	28.09 cd	71.09 bc	59.68 a	0.00
13.01.2011	28.49 c	28.01 bd	29.18 bc	71.16 bc	17.38 ce	0.00
17.02.2011	32.06 b	30.84 ab	31.87 ab	64.48 d	8.41 ef	0.00
10.03.2011	34.95 a	32.05 a	33.48 a	55.91 ef	17.93 cd	0.00
23.03.2011	33.14 ab	31.21 ab	34.10 a	53.94 f	0.00 f	MÇ
LSD	2.59	3.53	3.15	4.73	9.31	0.00
08.10.2012	22.34 c	22.97 c	25.96 b	57.17 b	19.58 a	MÇ
05.11.2012	25.86 b	25.49 bc	29.98 ab	64.71 a	0.00 c	0.00
21.11.2012	28.00 b	29.00 ab	27.56 ab	50.40 cd	13.53 a	0.00
12.12.2012	31.18 b	29.83 a	27.02 ab	55.12 bc	6.84 b	0.00
03.01.2013	32.20 a	30.39 a	31.26 a	50.48 cd	18.79 a	0.00
24.01.2013	33.14 a	31.24 c	29.98 ab	47.73 d	0.00 c	0.00
LSD	2.71	3.76	5.25	5.19	6.35	0.00

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

MÇ: Meyveler çürümüş

Çizelge 9. Wurtz çeşidinin olgunlaşma sürecinde, kuru madde (%) ve meyve eti sertliği (kg cm⁻²) değerleri

Hasat zamanı	Kuru madde (%)			Meyve eti sertliği(kg cm ⁻²)		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	15.35 g	16.26 j	15.49 ı	80.44 ef	54.89 d	0.00 b
19.10.2010	17.31 f	17.02 ij	16.01 hı	84.69 ce	43.72 e	0.00 b
03.11.2010	18.68 ef	18.65 hj	18.66 gh	87.29 c	64.56 c	0.00 b
23.11.2010	20.13 e	19.73 gı	18.91 gh	85.87 cd	64.48 c	0.00 b
12.12.2010	22.62 d	21.19 fh	19.54 g	84.38 ce	87.91 a	0.00 b
29.12.2010	22.27 d	22.20 fg	20.85 fg	88.31 bc	89.96 a	56.07 a
13.01.2011	23.80 d	22.65 fg	22.63 ef	95.62 a	85.16 ab	2.67 b
17.02.2011	23.38 d	23.98 ef	24.01 de	92.63 ab	64.32 c	0.00 b
10.03.2011	29.24 c	27.08 cd	26.18 cd	89.01 bc	76.51 b	0.00 b
23.03.2011	27.65 c	26.46 de	29.00 bc	79.11 f	14.00 f	0.00 b
08.04.2011	28.61 c	28.24 cd	27.11 bc	89.17 bc	64.40 c	0.00 b
25.04.2011	31.08 b	29.44 bc	30.04 b	84.30 ce	45.77 e	0.00 b
10.05.2011	31.49 b	31.28 b	34.35 a	88.86 bc	78.24 b	0.00 b
24.05.2011	33.86 a	32.34 b	33.44 a	81.94 df	7.39 f	MÇ
13.06.2011	34.82 a	36.18 a	35.50 a	82.02 df	51.35 de	MÇ
LSD	1.73	2.92	2.93	4.93	8.80	3.48
08.10.2012	16.60 h	17.61 h	17.99 g	74.70 cd	59.13 ab	0.00 d
05.11.2012	20.50 g	20.82 g	19.85 fg	83.51 a	59.92 ab	0.00 d
21.11.2012	22.01 g	22.04 fg	21.19 ef	77.22 bc	65.11 ab	0.00 d
12.12.2012	24.40 f	23.39 ef	24.13 d	80.76 ab	66.53 a	15.49 b
03.01.2013	24.33 f	23.37 ef	23.26 de	74.23 cd	67.63 a	44.43 a
24.01.2013	26.43 e	24.28 e	23.36 de	71.64 de	56.62 b	7.63 c
12.02.2013	29.07 d	27.03 d	25.89 d	72.27 de	57.01 b	6.60 c
06.03.2013	32.49 c	31.26 c	31.71 c	73.21 de	46.40 c	0.00 d
28.03.2013	34.74 b	31.69 c	33.59 c	74.00 cd	39.08 c	0.00 d
17.04.2013	36.02 b	36.02 b	36.55 b	73.37 de	41.52 c	0.00 d
14.05.2013	38.89 a	38.55 a	39.25 b	70.07 ef	43.96 c	MÇ
04.06.2013	39.46 a	37.22 ab	42.61 a	66.76 f	1.40 d	MÇ
LSD	1.83	1.78	2.73	3.71	9.05	4.90

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.
MÇ: Meyveler çürümüş

Bu verilere göre, başlangıç (0. gün) ve olgunlaşma sürecinde (7. ve 14. gün), her iki hasat dönemi boyunca kuru ağırlık (%) değerleri artmıştır. Ancak, her bir hasattan sonra yapılan analizlerde (0., 7. ve 14. gün) kuru ağırlık değerlerinde önemli istatistiksel farklılık elde edilmiştir. Avokadonun hasat zamanı, kaliteyi doğrudan etkilemekte, özellikle erken ve geç hasat ile istenmeyen olgunlaşma süreci meydana gelmektedir (Hofman vd., 2000; Kassim vd., 2013). Bu nedenle, avokado da olgunluğunun belirlenmesi için kuru ağırlık değerleri, meyve etinin yağ içeriği birlikte, kabul edilen en önemli göstergelerden biridir (Mizrach vd., 1999; Kassim vd., 2013; Calvalho vd., 2014).

Yeni Zelanda da Hass çeşidi ile yapılan bir çalışmada (Gamble vd., 2010); kuru maddenin artması ile birlikte, tüketicilerin avokado satın alma isteğinin arttığı ve bu tercih aralığının

%22-27 arasında olduğu bildirilmiştir. Calvalho vd. (2014)'nin Kolombiya 'da yaptığı bir çalışmada ise, Hass çeşidinin hasadı için minimum yağ içeriğinin %11.2 ve kuru madde oranının % 22-26 arasında olması önerilmiş ve kuru madde ile yağ içeriği arasında saptanan ilişkiye ($r=0.70-0.99$) dikkat çekilmiştir. Ayrıca, Yeni Zelanda da yapılan diğer bir çalışmada (Pak vd., 2003); Hass çeşidinin ithalat dönemi boyunca (bölgelere göre 2-5 ay arasında), kuru madde yüzdesinin günlük artışının %0.06-0.11 arasında linear bir şekilde olduğu bildirilmiştir. Hass çeşidi ile yapılan başka bir çalışmada (Osuna-Garcia vd., 2010) ise, ekim ayından nisan ayına kadar hasat periyodu boyunca, olgunlaşma derecesine göre kuru madde içeriğinin de arttığı bildirilmiştir.

Bu bildirimler ile uyumlu olarak tüm çeşitlerin hasat döneminin belirlenmesinde; meyve etinin yağ içeriği ile birlikte, kuru madde oranı en

önemli gösterge olmuş ve hasat periyodu boyunca belirli seviyede artmıştır. Kuru ağırlık değerleri; çeşide, hasat tarihlerine ve yıllara göre değişmekle birlikte, daha erken ve kısa dönemde hasat edilen Ettinger çeşidinde, hasat dönemi boyunca daha hızlı bir artış görülmüştür. Antalya koşullarında [Ozdemir ve Topuz \(2004\)](#)'un yaptığı bir çalışmada; Fuerte ve Hass çeşitlerinin kasım, aralık ve ocak ayında hasat edilmesi ile birlikte, hasat tarihlerine göre kuru madde ve yağ içeriği değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Ayrıca, meyvelerin olgunlaşma sürecinde (1., 4. ve 8. günde) yapılan analizlere göre önemli farklılıklar belirlenmiş olmasına rağmen, bu çalışmada olduğu gibi belirli bir kaniya varılmamıştır.

Denemede bulunan çeşitlerin meyve eti sertliği değerleri ($g\ cm^{-2}$) incelendiğinde (Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9); hasat periyodunun ilk başlarında düzenli ve belirgin bir değişim olmamasına rağmen, genellikle ilerleyen süreçte yavaş yavaş bir azalmanın olduğu görülmüştür. Ayrıca, çeşide ve olgunlaşma sürecine bağlı olarak meyve eti sertliği değişmiş ve hasat periyodu uzun olan çeşitlerde (Wurtz ve Edranol), daha yüksek değerler tespit edilmiştir.

Hasat sonu meyvelerde olgunlaşma süreci, genellikle 7 ile 14 gün arası bir zamanda tamamlanmıştır. Bu süreçte, meyve eti sertliği değerleri minimum düzeye ve sıfır seviyesine kadar azalmıştır. Bu sonuçlar ile aşağıda verilen diğer çalışmalar karşılaştırıldığında; hasat olgunluğu (0. gün) ve hasat sonu olgunlaşma sürecinde (7. ve 14. gün) saptanan meyve eti sertliği değerlerinin benzer olduğu ve ortaya çıkan sonuçların birbirini desteklediği görülmüştür.

Meyve eti sertliği, birçok meyve çeşidi için bir olgunluk indeksi olarak başarılı bir şekilde kullanılmakta ([Ginsberg, 1985](#); [Flitsanov vd., 2000](#)) ve olgunlaşma sürecinde hızla değişmektedir ([Flitsanov vd., 2000](#)). Meyve eti sertliği ile olgunluk arasına ilişkiye en önemli örnek, armut yetiştiriciliği için tek başına çok güvenilir bir olgunluk indeksi olmasıdır ([Ginsberg, 1985](#)). Meyve eti sertliği, avokadonun da olgunluğunun ve olgunlaşmasının değerlendirilmesi için güvenilir metotlardan biridir ([Magzawa ve Tesfay, 2015](#)). Ancak, hasat tarihlerinin meyve eti sertliği üzerine önemli bir etkisi olduğu da belirtilmesine

rağmen ([Osuna-Garcia vd., 2010](#); [Magzawa ve Tesfay, 2015](#)), tek başına ağaç olumunu belirlemede çok kullanışlı değildir ([Hatton vd., 1964](#); [Hofman vd., 2002](#)). Bunun nedeni; avokado da olgunluğun ve olgunlaşmanın tespiti aşamalarında, meyve eti sertliği okuma değerlerinin çok yavaş bir şekilde değişmesidir ([Magzawa ve Tesfay, 2015](#)). Hasat sonu olgunlaşma sürecinde ise, meyve eti sertliği olgunlaşmanın bir göstergesi olarak kullanılmakta ([Hofman vd., 2002](#)), başlangıçta makul bir oranda değerler azalırken, daha sonra azalma oranı artmakta ve meyve tamamen olgunlaştığında sıfıra yaklaşmaktadır ([Magzawa ve Tesfay, 2015](#)). Ayrıca, Hass çeşidinin olgunlaşma sürecinde, meyve eti sertliğinin $0.0007\ kg\ cm^{-2}$ ve altında bir seviyeye kadar azalması, tüketicilerin satın alma isteğini arttırmaktadır ([Gamble vd., 2010](#)).

Edranol, Ettinger ve Wurtz çeşidinde, her iki hasat periyodu boyunca, hasat sonu olgunlaşma sürecinde (7. ve 14. gün) saptanan meyve ağırlık kaybı değerleri (%) ve tat analizleri sırasıyla Çizelge 10, Çizelge 11 ve Çizelge 12'de verilmiştir. Bu çizelgelerdeki değerler incelendiğinde; meyvenin ağırlık kaybı değerlerinde (%), olgunluğa ve olgunlaşmaya bağlı olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Hasat sonu çalışmalarında; meyvenin erken (ekim-kasım arası) ve geç dönemde (nisan-haziran arası) hasadına göre ağırlık kaybı değerleri değişmiştir. Ayrıca, genellikle hasatta meyvenin olgunluk evresi, ağırlık kaybını etkilemiş ve hasat tarihlerine göre meyvenin olgunluk seviyesi arttıkça, olgunlaşma sürecinde (7. ve 14. gün) ağırlık kaybı değerleri de azalmıştır.

Meyvedeki ağırlık kaybını, avokado örneklerin konulduğu oda koşullarının da etkilediği düşünülmektedir. Bu öngörü; özellikle denemede bulunan Edranol ve Wurtz avokado çeşitlerine ait değerler doğrulamaktadır. Edranol ve Wurtz avokado çeşitlerinin meyve ağırlık kaybı değerleri, erken (ekim-kasım ayları arası) ve geç hasat dönemlerinde (nisan-haziran ayları arası), olgunlaşma sürecinin 7. gününde %7-13 arası bulunurken 14. gününde %15-20 arası olduğu saptanmıştır. Kış döneminde yapılan hasatta (aralık-mart ayları arasında) ise, olgunlaşma sürecinin 7. gününde %3-5 arası ve 14. gününde % 7-10 arası olduğu bulunmuştur.

Çizelge 10. Edranol çeşidinin olgunlaşma sürecinde, meyve ağırlık kaybı (%) ve tat değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlık kaybı (%)			Tat		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	0.00	13.15 a	20.17 a	0.00	0.00 d	1.00 c
19.10.2010	0.00	8.14 b	15.14 b	0.00	0.00 d	2.83 b
03.11.2010	0.00	5.73 cd	12.04 cd	0.00	0.00 d	3.00 b
23.11.2010	0.00	4.34 eg	10.68 de	0.00	0.00 d	3.17 b
12.12.2010	0.00	3.16 h	7.09 g	0.00	0.00 d	3.50 b
29.12.2010	0.00	3.31 h	6.94 g	0.00	0.00 d	0.00 d
13.01.2011	0.00	3.88 gh	7.34 g	0.00	2.33 c	3.50 b
17.02.2011	0.00	5.02 df	7.81 fg	0.00	2.83 c	3.50 b
10.03.2011	0.00	4.06 fh	9.30 ef	0.00	0.00 d	3.33 b
23.03.2011	0.00	5.86 cd	9.80 e	0.00	2.33 c	3.50 b
08.04.2011	0.00	6.32 c	9.57 e	0.00	3.50 b	4.50 a
25.04.2011	0.00	5.56 cd	11.88 cd	0.00	4.50 a	MÇ
10.05.2011	0.00	5.23 ce	13.07 c	0.00	3.83 b	3.33 b
24.05.2011	0.00	9.07 b	15.51 b	0.00	4.00 ab	MÇ
LSD	0.00	1.00	1.54	0.00	0.54	0.91
08.10.2012	0.00	13.05 a	28.48 a	0.00	0.00 d	0.00 e
05.11.2012	0.00	7.93 bc	18.26 c	0.00	0.00 d	3.17 ab
21.11.2012	0.00	6.15 de	14.47 de	0.00	0.00 d	3.17 ab
12.12.2012	0.00	6.76 cd	10.11 fg	0.00	0.00 d	2.17 cd
03.01.2013	0.00	4.92 e	8.50 g	0.00	0.00 d	2.83 ac
24.01.2013	0.00	5.94 de	10.12 fg	0.00	0.00 d	2.83 ac
12.02.2013	0.00	5.89 de	9.46 g	0.00	3.00 c	3.17 ab
06.03.2013	0.00	5.69 de	11.07 eg	0.00	3.83 b	3.33 a
28.03.2013	0.00	5.43 de	13.59 ef	0.00	2.67 c	1.50 d
17.04.2013	0.00	6.75 cd	17.91 cd	0.00	3.00 c	2.50 bc
14.05.2013	0.00	8.77 b	24.54 b	0.00	4.67 a	MÇ
LSD	0.00	1.61	3.68	0.00	0.43	0.78

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

MÇ: Meyveler çürümüş

Çizelge 11. Ettinger çeşidinin olgunlaşma sürecinde, meyve ağırlık kaybı (%) ve tat değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlık kaybı (%)			Tat		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	0.00	10.67 a	17.80 a	0.00	0.00 e	4.00
19.10.2010	0.00	7.64 b	14.70 b	0.00	3.17 d	MÇ
03.11.2010	0.00	6.29 cd	13.20 b	0.00	4.00 bc	MÇ
23.11.2010	0.00	5.40 e	10.32 c	0.00	3.67 cd	3.33
12.12.2010	0.00	4.21 f	8.14 de	0.00	4.67 ab	3.50
29.12.2010	0.00	3.70 f	7.31 e	0.00	0.00 e	4.00
13.01.2011	0.00	4.18 f	8.35 de	0.00	4.00 bc	4.17
17.02.2011	0.00	5.51 de	9.97 d	0.00	4.67 ab	3.33
10.03.2011	0.00	4.45 f	10.43 c	0.00	4.17 ac	4.17
23.03.2011	0.00	6.70 c	10.55 c	0.00	4.83 a	MÇ
LSD	0.00	0.87	1.83	0.00	0.67	0.95
08.10.2012	0.00	13.76 a	24.94 a	0.00	MÇ	MÇ
05.11.2012	0.00	9.06 b	16.48 b	0.00	4.00	3.83
21.11.2012	0.00	6.78 c	14.05 b	0.00	4.50	3.17
12.12.2012	0.00	6.14 c	10.79 c	0.00	3.67	4.17
03.01.2013	0.00	5.45 c	9.25 c	0.00	4.17	4.67
24.01.2013	0.00	6.32 c	10.46 c	0.00	3.83	4.33
LSD	0.00	2.05	3.30	0.00	0.92	1.00

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

MÇ: Meyveler çürümüş

Çizelge 12. Wurtz çeşidinin olgunlaşma sürecinde, meyve ağırlık kaybı (%) ve tat değerleri

Hasat zamanı	Meyve ağırlık kaybı (%)			Tat		
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	0. Gün	7. Gün	14. Gün
05.10.2010	0.00	12.04 a	20.23 a	0.00	0.00 d	2.50 d
19.10.2010	0.00	7.97 c	15.83 c	0.00	0.00 d	2.50 d
03.11.2010	0.00	6.44 d	13.53 d	0.00	0.00 d	3.00 cd
23.11.2010	0.00	4.99 ef	10.92 ef	0.00	0.00 d	3.50 bc
12.12.2010	0.00	3.66 h	7.71 hı	0.00	0.00 d	2.67 d
29.12.2010	0.00	3.28 h	6.97 ı	0.00	0.00 d	0.00 e
13.01.2011	0.00	3.71 gh	8.68 gh	0.00	0.00 d	3.17 bd
17.02.2011	0.00	4.92 eg	8.56 gh	0.00	0.00 d	3.50 bc
10.03.2011	0.00	3.77 fh	8.88 gh	0.00	0.00 d	4.50 a
23.03.2011	0.00	5.89 de	9.20 fh	0.00	1.67 c	3.83 ab
08.04.2011	0.00	5.59 de	9.88 fg	0.00	0.00 d	3.00 cd
25.04.2011	0.00	5.84 de	11.74 e	0.00	4.33 a	3.50 bc
10.05.2011	0.00	4.91 eg	12.23 de	0.00	0.00 d	4.50 a
24.05.2011	0.00	8.58 bc	18.03 b	0.00	3.67 b	MÇ
13.06.2011	0.00	9.70 b	20.38 a	0.00	3.83 b	MÇ
LSD	0.00	1.24	1.76	0.00	0.43	0.79
08.10.2012	0.00	13.36 a	25.59 a	0.00	0.00 d	MÇ
05.11.2012	0.00	8.02 c	17.77 c	0.00	2.83 c	3.00 c
21.11.2012	0.00	6.32 d	14.99 cd	0.00	0.00 d	1.67 d
12.12.2012	0.00	5.51 def	10.62 ef	0.00	0.00 d	2.67 c
03.01.2013	0.00	4.42 f	7.58 g	0.00	0.00 d	3.33 bc
24.01.2013	0.00	5.42 def	8.83 fg	0.00	0.00 d	3.00 c
12.02.2013	0.00	5.10 def	8.87 fg	0.00	0.00 d	4.00 ab
06.03.2013	0.00	5.24 def	10.9 ef	0.00	4.33 a	4.33 a
28.03.2013	0.00	4.86 ef	12.67 de	0.00	3.67 b	2.67 c
17.04.2013	0.00	6.14 de	14.94 cd	0.00	0.00 d	4.00 ab
14.05.2013	0.00	7.93 c	20.97 b	0.00	3.67 b	MÇ
04.06.2013	0.00	10.96 b	24.32 a	0.00	4.17 ab	MÇ
LSD	0.00	1.34	2.89	0.00	0.51	0.81

(*) Aynı harf grubuna giren değerler arasında 0.01 düzeyinde fark önemli değildir.

MÇ: Meyveler çürümüş

Güney Kıbrıs'ta [Vakis vd. \(1985\)](#)'ın yaptığı benzer bir araştırmada; belirli dönemlerde bazı çeşitlerden alınan meyve örneklerinde, hasattan olgunlaşmaya kadar geçen süre içinde meyvenin ağırlık kayıplarının %7-18 arasında değiştiği ve olgunlaşmış meyveye göre olgunlaşmamış meyvenin daha fazla ağırlık kaybettiği ifade edilmiştir. Ayrıca, meyvenin yağ içeriği artarken, ağırlık kaybının azaldığı ve aralarında bir ilişkinin olduğu vurgulanmıştır. Amerika Bileşik Devletleri'nde Florida'da 31 avokado çeşit ile yapılan çalışmada ([Soule ve Harding, 1955](#)); yaklaşık 27 °C'de olgunlaştırılan meyvelerin ağırlık kaybı değerleri %2 ile %8 arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Meksika'da [Martinez Damian \(1987\)](#)'ın yaptığı bir çalışmada; 19°C ve %60 nemde ağırlık kaybı değerleri, 8. günde olgunlaşan çeşitlerin %5.29-6.26 arası ve 13.

günde olgunlaşan çeşitlerin %11.10-11.14 arası olduğu bulunmuştur. Florida'da yapılan bir araştırmada; hasat döneminin başında alınan örneklerinde ağırlık kaybının daha yüksek olduğu ([Hatton ve Campbell, 1959](#)), meyve kabuğunun buruştuğu ve genellikle olgunlaşma için daha fazla süre gerektiği bildirilmiştir ([Hatton vd., 1964](#)). Hasat tarihlerinin ilerlemesi ile, genel olarak ağırlık kaybının azaldığı da belirtilmektedir ([Hatton ve Campbell, 1959](#); [Hatton vd., 1964](#); [Osuna-Garcia vd., 2010](#)). Olgunlaşma sürecinde ortaya çıkan ağırlık kaybı, meyvenin kalitesinin belirlenmesi için yardımcı olan metotlardan biri olmasına ve diğer olgunluk kriterleri ile birlikte kullanılmasına rağmen ([Hatton ve Campbell, 1959](#); [Kassim vd., 2013](#)), tek başına bir olgunluk indeksi olmadığı kararına da varılmıştır ([Hatton ve Campbell, 1959](#)).

Bu bildirişlerle uyumlu olarak, çeşide, meyvenin olgunluğuna, hasat ve hasat sonu olgunlaşma koşullarına göre meyvede ağırlık kaybı oranları (%) değişmiştir. Çeşitlerin anatomik ve fizyolojik yapısının meyvenin ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi olduğu bilinmekle birlikte, erken hasat ağırlık kaybını arttırmış ve hasat periyodu ilerledikçe, olgunluğa bağlı olarak ağırlık kaybı azalmıştır. Geç hasatta ise, olgunluğun ileri aşamasında olan meyvelerin ağırlık kaybı oranları artmıştır. Ayrıca, olgunlaşma ortamının koşullarına (sıcaklık ve nem değerlerine) göre ağırlık kaybı yüzdesi değişmiş ve sıcaklığın arttığı dönemlerde daha fazla kaybın olduğu görülmüştür.

Tat analizlerinde ise, meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak, 7. günde ve/veya 14. günde yapılmıştır. Ancak, hasat tarihlerine göre (erken veya geç dönem) bazı çeşitlerin meyvelerinin tat analizlerinde, bazı problemler ortaya çıkmış ve meyve etinde bozulmaların (çürüme, karama, büzülme veya kauçuğumsu bir tekstür) olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaşmış meyvelerde yapılan tat analizlerine göre en yüksek değerlere, genellikle Edranol'da mart-mayıs, Ettinger'de kasım-ocak ve Wurtz'da şubat-haziran ayları arasında ulaşılmıştır. Avokadonun meyve kalitesinin değerlendirilmesinde, en yaygın metotlar biri lezzetliliktir (Kassim vd., 2013). Avokadonun olgunluk periyodu boyunca, meyvenin birçok karakteristik özelliği ile tat arasında ilişki bulunmakta (Lee, 1981; Lee ve Young, 1983; Gamble vd., 2010) ve lezzetlilik ile hasat tarihleri arasında yüksek seviyede korelasyon bulunmaktadır (Soule ve Harding, 1955; Lee ve Young, 1983). Ayrıca, genellikle çeşitlerin yağ ve kuru ağırlık içeriğinin artması ile birlikte, yeme kalitesi pozitif yönde etkilenmektedir (Lee vd., 1983; Gamble vd., 2010). Bu bildiriler ile uyumlu bir şekilde, meyvenin gelişimine bağlı olarak tat kalitesi olumlu yönde etkilenmiştir.

Bu denemede olduğu gibi, meyvenin tat, aroma, renk ve tekstür bakımından kabul edilebilir lezzetlilik de olması gerekmektedir (Young ve Lee, 1978; Lee, 1981; Gamble vd., 2010; Magzawa ve Tesfay, 2015). Tekstür, meyvenin olgunlaşma aşamasını etkileyen en önemli unsurdur. Olgunlaşma aşamasını ise, meyve etinin kremamsı yapısını ve yumuşaklığını arttıran yüksek yağ içeriği ile meyve eti sertliği önemli oranda etkilenmektedir (Magzawa ve Tesfay, 2015). Bu nedenle, hasat olgunluğu için

karar verilmesinde, meyvenin tadı en önemli gösterge olmakta ve genellikle olgunluğa bağlı olarak hızlıca artmaktadır (Hatton vd.; 1964; Lee vd., 1983; Magzawa ve Tesfay, 2015). Ancak, meyvede yapılan tat analizi; hassasiyet, kalibrasyon ve maliyet açısından bazı zorluklar içermekte ve ancak olgunlaşmanın tamamlanmasından sonra yapılabilmektedir (Lee, 1981).

Meyvenin olgunluğunu ve olgunlaşmasını belirleyen lezzetlilik testleri; tüm faktörlerle (yağ içeriği, olgunlaşma gün sayısı, ağırlık kaybı) yakından ilişkisi olmasına rağmen, bu faktörlerin hiçbiri en erken toplama tarihini belirlemek için tek başına seçilmemiştir (Vakis vd., 1985). Hatton vd. (1964)'ne göre bunun nedeni; meyve ağırlığının ve yağ içeriğinin artışı ile lezzetlilik arasında çok yakın bir ilişki olmasına rağmen, düşük ve yüksek yağ içeriğine sahip bazı çeşitlerin vasat bir lezzette olduğunun belirlenmesidir. Bu bildirileri, denemenin tat analizi sonuçları da desteklemektedir.

4. Sonuç

Denemenin yapıldığı her iki hasat periyodu boyunca, genellikle tüm çeşitlerin meyve gelişim değerleri artmış ve yıllara göre farklılık göstermiştir. Meyve ağırlığı, eni ve boyu bakımından ilk yıl daha yüksek değerler gözlemlenmiştir. Hasatta yapılan analizlere göre kuru ağırlık ve yağ içeriği, en güvenilir olgunluk indeksleri olarak belirlenmiştir. Bu indeks değerlerinin yetersiz kaldığı durumlarda ise, hasat sonu analizlerinin (tat, meyve eti sertliği ve meyve ağırlık kaybı) yardımı ile olgunluğun tespiti daha da kolaylaşacaktır. Diğer fiziksel karakterlerin ise, hasat dönemi boyunca değerlerinin düzensiz bir dağılım göstermesi nedeniyle, olgunluk ile ilgili ilişkisi belirlenmemiştir.

Bu çalışmanın sonucunda; erken veya geç hasat edilen meyvenin olgunlaşmasında bazı problemler ortaya çıkmasından dolayı, tüm çeşitlerin meyvelerinin fiziksel ve kimyasal gelişimleri dikkate alınarak, hasat zamanının 3 farklı döneme ayrılması önerilmiş ve her bir hasat dönemi, meyvenin olgunluğuna ve olgunlaşma sürecine göre tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya göre; erken hasat; meyvenin normal bir şekilde olgunlaştığı (çürüme,

bozulma ve kauçuğumsu bir tekstürün olmadığı) ve kabul edilebilir olgunluk aşamasına (tat, yağ ve kuru madde içeriği) tekstürün ulaştığı hasadın ilk dönemidir. Optimum hasat; meyvenin fiziksel ve kimyasal yapısı olarak, en uygun bir hasat olgunluğuna ulaşıldığı, olgunlaşmış meyvenin yüksek değerlerde kaliteye ve tada sahip olduğu bir dönemdir. Geç hasat; aşırı olgunluğun etkisi ile ağaçta dökülmelerin ve meyve kabuğunda çatlamların görüldüğü döneminin hemen öncesinde, meyvenin kabul edilebilir kalite değerlerine sahip olduğu hasadın son dönemidir.

Sonuç olarak, meyve etinin yağ ve kuru ağırlık içeriğine göre Edranol çeşidinin hasat zamanı; erken hasat için ekim ortası-ocak başı (sırasıyla %6-9 ve %16-20), optimum hasat için ocak başı-nisan sonu (sırasıyla %10-19 ve %21-25) ve geç hasat için ise mayıs ayı (sırasıyla %20-22 ve %26-30) tespit edilmiştir. Meyve etinin yağ ve kuru ağırlık içeriğine göre Ettinger çeşidinin hasat zamanı; erken hasat için ekim ayı (sırasıyla %8-12 ve %21-24), optimum hasat için kasım başı-ocak ortası (sırasıyla %13-19 ve %25-30) ve geç hasat için ise ocak ortası-şubat ortası (sırasıyla %20-22 ve %31-33) dönem olarak belirlenmiştir. Meyve etinin yağ ve kuru ağırlık içeriğine göre Wurtz çeşidinin hasat zamanı; erken hasat için ekim ortası-ocak ortası (sırasıyla %6-10 ve %20-25), optimum hasat için ocak ortası-nisan sonu (sırasıyla %11-20 ve %26-33) ve geç hasat için ise mayıs başı-haziran başı (sırasıyla %21-23 ve %34-38) dönem olarak saptanmıştır.

Kaynakça

Barmore C.R. (1976). Avocado Fruit Maturity. Proceedings of the I. International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. Gainesville: Fruit Crops Dept.. Florida Cooperative Extension Service Institute of Food ve Agricultural Sciences University of Florida pp. 103-109.

Bayram S., & Aşkın, M.A. (2006). Bazı avokado çeşitlerinde hasat zamanının belirlenmesinde yağ ve kuru ağırlık parametrelerinin kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2):38-48.

Bower, J.P., & Cutting, J.G. (1988). Avocado fruit development and ripening physiology. In: J. Janick (ed.) Horticultural Reviews. Volume 10: pp. 229-271.

Carvalho, C. P., Velásquez, M. A., & Rooyen, Z. V. (2014). Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of 'Hass' avocado

fruits in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 32(3):399-406.

Demirkol, A. (1997). Antalya Koşullarında Yetiştirilen Bazı Önemli Avokado Çeşitleri Üzerinde Biyolojik Morfolojik ve Fizyolojik Araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Demirkol, A. (1998). Avocado growing in Turkey. *World Avocado Congress III Proceedings*. Israel 22-27 October 1995, 451-456.

Doğrular, H.A., Tuncay, M., & Şengüler, A. (1983). Antalya ve Alanya Koşullarında Avokado Çeşitlerinin Adaptasyonu (Ara Sonuç Raporu). Turunçgil Araştırma Enstitüsü, Antalya.

Flitsanov, U. Mizrach, A., Liberzon, A., Akerman, M., & Zauberman, G. (2000). Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology*, 20:279-286.

Gamble, J, Harker, F.R., Jaeger, S.R., White, A., Bava, C., Beresford, M., Stubbings, B., Wohlers, M., Hofman, P.J., Marqez, R., & Woolf, A. (2010). The impact of dry matter, ripeness and internal defects on consumer perceptions of avocado quality and intentions to purchase. *Postharvest Biology and Technology*, 57:35-43.

Ginsberg, L. (1985). Postharvest Physiological Problems of Avocados. South African Avocado Growers' Association Yearbook, 8: 8-11.

Hatton, T.T.Jr., & Campbell, C.W. (1959). Evaluation of indices for Florida avocado maturity. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 72:349-353.

Hatton, T.T.Jr., Harding, P.L., & Reeder, W.F. (1964). Seasonal Changes in Florida Avocados. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1310.

Hofman. P.J., Jobin-Décor, M. & Giles. J. (2000). Percentage of dry matter ve oil content are not reliable indicators of fruit maturity or quality in late-harvested 'Hass' avocado. *HortScience*, 35(4):694-695.

Hofman, P.J., Fuchs, Y., & Milne D.L. (2002). Harvesting Packing Postharvest Tecnology Transport and Processing. In: A.W. Whitley. B. Schaffer and B.N. Wolstenholme (Eds): *The Avocado: Botany Production and Uses; Cabi Publishing*, 14:363-390.

Kassim, A, Workneh, T.S., & Bezuidenhout, C.N. (2013). A review on postharvest handling of avocado fruit. *African Journal of Agricultural Research*, 8(21):2385-2402.

Kikuta, Y. & Erickson, L.C. (1968). Seasonal Changes Of Avocado Lipids During Fruit Development and Storage. California Avocado Society Yearbook 52: pp. 102-108.

Knight, R.J.Jr. (2002). History Distribution and Uses. In: A.W. Whitley. B.Schaffer and B.N. Wolstenholme (Eds) *The Avocado: Botany Production and Uses; Cabi Publishing* 1, p. 10.

- Lee, S.K. (1981). Methods for Percent Oil Analysis of Avocado Fruit. California Avocado Society Yearbook 65, 133-141.
- Lee, S.K., & Coggins C.W Jr. (1982). Dry Weight Method for Determination of Avocado Fruit Maturity. California Avocado Society Yearbook 66:67-70.
- Lee, S.K., & Young, R.E. (1983). Growth measurement as an indication of avocado maturity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108(3):395-397.
- Lee, S.K., Young, R.E., Schiffman, P.M., & Coggins, C.W.Jr. (1983). Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (3): 390-394.
- Magwaza, L.S., & Tesfay, S.Z. (2015). A review of destructive and non-destructive methods for determining avocado fruit maturity. *Food and Bioprocess Technology*, 8(10):1995-2011.
- Martinez Damian, M.T. (1987). Characterization of Eleven Late-Maturing Selections of Avocado (*Persea americana* Mill.). California Avocado Society Yearbook, 205-222.
- Mizrach, A., Flitsanov, U, El-Batsri, R., & Degani, C. (1999). Determination of avocado maturity by ultrasonic attenuation measurements. *Scientia Horticulturae*, 80:173-180.
- McOnie, A.J., & Wolstenholme, B.N. (1982). Avocado Fruit Growth and Maturity in Two Natal Locaties. South African Growers' Association Yearbook. 5: 76-77.
- Olaeta, J.A., Undurraga, P., & Jaque, R. (2007). Effect of size and height of fruit within the tree on content of oil in hass and fuerte avocados (*Persea americana* Mill.). *Proceeding VI World Avocado Congress*, p:1-10, Chile.
- Osuna-García, J.A., Doyon, G., Salazar-García, S., Goenaga, R., & González-Durán I. J. L. (2010). Effect of harvest date and ripening degree on quality and shelf life of Hass avocado in Mexico. *Fruits*, 65: 367-375.
- Osuna-García, J.A., Doyon, G., Salazar-García, S., Goenaga, R. & González-Durán I. J. L. (2011). Relationship between skin color and some fruit quality characteristics of 'Hass' avocado. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 95(1-2):15-23.
- Ozdemir, F., & Topuz, A. (2004) Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chemistry*, 86:79-83.
- Ozdemir, A. E., Çandır, E.E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirköser, T.H., & Yıldız, E. (2009). The effects of physical and chemical changes on the optimum harvest maturity in some avocado cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(9):1878-1886.
- Pak, H.A., Dixon, J., & Cutting, J.G.M. (2003). Influence of early season maturity on fruit quality in New Zealand 'Hass' avocados. *NZ Avocado Grower's Association Annual Research Report*, 3:54-59.
- Ranney C.A Gillette, G., Brydon, A., McIntyre, S., Rivers. O., Vasquez C.A., & Wilson. E. (1992). Physiological maturity and percent dry matter of California avocado. *Proceedings of Second World Avocado Congress*, p:379-85.
- Requejo-Tapia, L.C., Woolf, A.B., Roughan, G., Schroeder, R., Young, H., & White, A. (1999). Avocado Postharvest Research: 1998/99: Seasonal Changes in Lipid Content and Fatty Acid Composition of 'Hass' Avocados. HortResearch Client Report No. 2000/1 Contract No.5262. pp. 1-27.
- Schroeder, C.A. (1953). Growth and development of the 'Fuerte' avocado fruit. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 61:103-109.
- Scora, R.W., Wolstenholme, B.N., & Lavi, U. (2002). Taxonomy ve Botany. In: A. W. Whitley. B. Schaffer ve B. N. Wolstenholme (Editör). *The Avocado: Botany. Production ve Uses; Cabi Publishing*, 2: pp. 15.
- Soule, M.J.Jr., & Harding, P.L. (1955). Relation of maturity of Florida avocados to physical characters. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 68:303-308.
- Undurraga, P., Oleata, J., & Gardiazabal, F. (1987). Seasonal changes on chemical and physical parameters in six avocado (*Persea americana* mill) cultivars grown in Chile. *South African Avocado Growers Association Yearbook*, 10:138-140.
- Vakis, N.J., Gregoriou, C., & Papademetriou, M. (1985). Maturity and picking dates of avocados under Cyprus conditions. *California Avocado Society Yearbook*, 69:81-88.
- Young, R.E., & Lee, S.K. (1978). Avocado fruit maturity. *California Avocado Society Yearbook*, 62:51-57.
- Zentmyer, G.A. (1987). Avocados around the World. *Avocado Society Yearbook*, 71:63-77.
- Zerbini, E., & Polesello, A. (1984). Measuring the color of apple skin by different techniques. *Proceedings of the second Workshop on Pome Fruit Quality*, p:161-171.
- Zilkah, S., & Klein, I. (1987). Growth kinetics and determination of shape and size of small and large avocado fruits cultivars 'Hass' on the tree. *Scientia Horticulturae*, 32:195-202.

Tuzluluk ve su noksanlığı stresi altında yetiştirilen farklı patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında bazı meyve kalite özelliklerine ait değişimler

Sevinç KIRAN¹, Şebnem KUŞVURAN², Çağla ATEŞ¹, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU³

¹ Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

² Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksek Okulu, Çankırı

³ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

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

ORCID:0000-0002-6756-0235

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2018/35(2):111-120

doi: 10.16882/derim.2018.427095

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 25.05.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 22.10.2018



Öz

Bu çalışma; tuza toleransı yüksek ticari patlıcan anaçları (Köksal ve Vista) üzerine kurağa ve tuza tolerant Mardin Kızıltepe (MK) ve Burdur Merkez (BM) ve hassas Kemer (K) ve Artvin Hopa (AH) kalemler aşılanarak ve aşılanmadan oluşan patlıcan bitkileri, kuraklık ve tuz stresi altında meyve kalite özellikleri bakımından incelenmiştir. Araştırma sıcaklık ve nem kontrolünün sağlandığı cam serada yürütülmüştür. Kuraklık stresi, saksılarda yarıyışlı su seviyesinin %50 düzeyinde tutulması ile sağlanmıştır. Tuz stresi ise elektriksel iletkenlik (EC) 6 dS m⁻¹ olan ve NaCl ile hazırlanmış su kullanılarak oluşturulmuştur. Kuraklık ve tuz stresi ortamında yetiştirilen bitkilerden elde edilen meyveler bazı meyve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Buna göre meyve kuru ağırlığı (MKA), meyve suyu EC düzeyi, titre edilebilir asitlik miktarı (TA), suda çözünebilir madde miktarı (SÇKM), C vitamini (Vit C) miktarı kuraklık ve tuz etkisi ile artmış ve pH düzeyi azalmıştır. Kuraklık ve tuz stresi altında aşısız bitkilerde kuru ağırlık düzeyinde artış meydana gelirken; anaç kullanımı meyve suyu EC düzeyi, SÇKM ve Vit C içerikleri kuraklık stresi koşullarında kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Çalışma sonucunda, kuraklık stresi altında patlıcanda tolerant anaç üzerine aşılanmanın meyve kalitesini iyileştirme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık; Aşılama; Meyve kalitesi; *Solanum melongena*; Tuzluluk

The changes of fruit quality parameters at using of different eggplant rootstock/scion combinations which growing under salt and drought stress

Abstract

Effects of drought and salt stress on fruit quality in grafted plants, which salt and drought tolerance Mardin Kızıltepe (MK), Burdur Merkez (BM) and sensitive Kemer (K), Artvin Hopa (AH) as scion genotypes were grafted on the salt tolerance commercial eggplant as rootstocks (Köksal and Vista). This study was carried out in glasshouse where controlled temperature and humidity. For drought stress, plant-available water, 50% was consumed for irrigation. The salinity level determined as 6 dS m⁻¹ (EC) with NaCl. The end of the experiment, fruit dry weight (DW), fruit juice EC level, titratable acidity (TA), soluble solid content (SSC), vitamin C (Vit C) contents were investigated. These parameters values were increased with drought and salinity; however fruit pH level was decreased. In the grafted plants on Köksal and Vista rootstock, fruit juice EC level, soluble solid content and Vit C content increased under drought conditions compared to control plants. As a result, using of tolerance rootstock in grafting was found effectively improving of fruit quality under drought condition in eggplant.

Keywords: Drought; Grafting; Fruit quality; *Solanum melongena*; Salinity

1. Giriş

Yüksek antioksidant özelliğe sahip olan patlıcan (*Solanum melongena* L.), Asya, Afrika ve Akdeniz ülkelerinde ekonomik ve besleyici olma yönüyle öne çıkarken özellikle Avrupa'da düşük kaloriye sahip olması nedeniyle diyetlerin bir parçası olarak önem kazanmıştır (Daunay ve Janick, 2007). Geniş bir varyasyona sahip olan patlıcan Türkiye'de, yaz aylarında genellikle

açık alanda, kış aylarında ve son baharda ise örtüaltında yetiştirilmektedir. Yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı kurak ve yarı kurak bölgelerde tuz ve kuraklık stresleri ürün kalitesi ve verimini düşüren önemli çevresel faktörlerdir. Patlıcan birçok sebze türüne göre kurağa daha tolerant olmakla birlikte tuzluluğa orta tolerant bir sebze olarak sınıflandırılmaktadır (Zayova vd., 2017; Rady ve El-Azeem, 2018). Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda yüksek

sıcaklıklara bağlı olarak artan evapotranspirasyon, toprakta tuz çözeltilerinde artışa neden olmakta, dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesindeki azalmaya bağlı olarak verim önemli bir düzeyde düşüş göstermektedir (Tuna ve Eroğlu, 2017). Bununla birlikte kurak yetiştirme sezonlarında kuraklık ve tuzluluğun birlikte ortaya çıkması meydana gelen zararın daha şiddetli hissedilmesine neden olmaktadır. Sebzelelerde tuz ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine toleransın artırılmasına yönelik olarak gerçekleştirilen ıslah çalışmalarının zaman alıcı olması nedeniyle alternatif bir yöntem olarak aşılı fide kullanımı giderek artış göstermiştir (Schwarz vd., 2010). Kavun (Romero vd., 1997), domates (Sánchez-Rodríguez vd., 2012) ve karpuzda (Proietti vd., 2008) gerçekleştirilen çalışmalar kurak ve tuz stresine tolerant anaç ve kalem kullanımının söz konusu streslere toleransın sağlanması ve etkili bir üretimin için önemli bir strateji olduğunu göstermiştir. Kuru madde, çözünür şeker içeriği ve Vit C gibi kalite parametrelerinin kuraklık ve tuz stresinden etkilendiği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Nuruddin vd., 2003, Botia vd., 2005, Ünlükara vd., 2015). En önemli abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuzluluk ve kuraklık gibi olumsuz çevre koşulları, meyve veriminde stresin süresi ve şiddetine bağlı olarak değişen oranlarda azalmaya neden olurken; tadı belirleyen çözünür madde içerikleri, Vit C ve organik asitler gibi kalite parametrelerinde artış meydana gelmektedir (Nahar vd., 2011; Kyriacou vd., 2017). Nitekim taze ürünlerin pazarlandığı marketlerde şeker ve asit oranları ve bunun yanında tat, aroma ve besin değeri özellikleri, bir ürünün değerini ortaya koymaktadır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999). Patlıcanda anaçlık çeşitler biyotik kökenli streslere karşı aşılama yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Daunay, 2008). Sadece anaçlık çeşidin değil kalemin çeşit özelliği ile anaçla kalem arasındaki etkileşim de gelişmeyi ve bitkinin performansını doğrudan etkilemektedir (Cohen vd., 2002). Patlıcanda aşılamanın meyve kalite özellikleri üzerine etkileri ile ilgili çalışmalarda anaç kullanımının meyve verimi üzerine olumlu etkisinin bulunduğu ve kuru madde ve çözünür şeker içeriğini artırdığı ifade edilmiştir (Radicetti vd., 2016; Kyriacou vd., 2017).

Bu çalışmanın amacı, önceki çalışmalarımızda sonucu belirlenen tuz stresine tolerant anaç çeşitleri ile tuz ve kuraklığa tepkileri belirlenen

patlıcan genotiplerinin stres koşullarında aşılı ve aşısız kombinasyonlarının meyve kalite özelliklerinin belirlenerek aşılama ile stres koşulları arasındaki muhtemel etkileşimlerin ortaya konulmasıdır (Kıran vd., 2015, Kıran vd., 2016).

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2015 yılında Ankara'da Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yer alan cam serada Şubat ile Ağustos ayları arasında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamında, sera içi sıcaklığının 26-18°C (gündüz/gece) ve nispi nemin %50-60 olması sağlanmıştır.

Çalışmada materyal olarak tolerant Mardin Kızıltepe (MK) ve Burdur Merkez (BM) ile hassas Artvin Hopa (AH) ve Kemer (K) genotipleri kalem olarak kullanılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarla bu genotiplerin tuz ve kuraklık streslerine tolerans durumları ortaya konmuştur (Yaşar vd., 2003, Kıran vd., 2016). Köksal ve Vista çalışmada anaç olarak kullanılmıştır. Bu anaçlar biyotik faktörlere karşı patlıcan yetiştiriciliğinde kullanılmakta olup, anaçların tuz stresine tolerant oldukları Kıran vd. (2015) tarafından yapılan çalışma ile ortaya konmuştur. Dört farklı kalem genotipi, 2 adet ticari anaç üzerine aşılama olarak toplam 8 adet anaç/kalem kombinasyonu oluşturulmuştur. Kalem olarak kullanılan genotipler ayrıca aşısız, kendi kökleri üzerinde de yetiştirilmiştir. Patlıcan tohumları torf:perlit (2:1) karışımı içeren viyollere ekilmiş, tohum ekiminden 30 gün sonra fidelerde aşılama gerçekleştirilmiştir. Aşılama yöntemi olarak daha çok *Solanaceae* familyasında yaygın olarak kullanılan tüp aşılama (tube grafting) yöntemi kullanılmıştır (Yetişir vd., 2004). Kendi kökleri üzerinde yetişmiş aşısız bitkilerin kontrol olarak yer aldığı çalışmada, aşılama üç gün sonra aşılı ve aşısız fideler 39 x 35 cm boyutlarında 35 L hacminde içinde orta bünyeli toprak bulunan (kum: %48.9, silt: %17.5, kil: %33.6, hacim ağırlığı 1.26 g cm⁻³; tarla kapasitesi: %19.78, solma noktası: %10.62, EC: 1.28 dS m⁻¹, pH:7.75) saksılara her saksıda bir bitki olacak şekilde dikilmişlerdir. Dikimle birlikte saksılara toprak analiz sonuçlarına göre dekara diamonyum fosfat ve üre formunda 10 kg fosfor ve 7 kg azot, çiçeklenme döneminde ise dekara üre formunda 3 kg azot verilmiştir.

2.1. Kuraklık ve tuz uygulamaları

Aşılardan 45 gün sonra kuraklık ve tuz stresinin oluşturulması için uygulamalara başlanmıştır. Bu aşamaya kadar tüm saksılara çeşme suyu (EC: 0.20-0.70 dS m⁻¹, pH: 6.8-7.10) ile tarla kapasitesi düzeyinde su verilmiştir. Kuraklık stresi (K₁) konusuna ait bitkiler yarıyıllı suyun %50'si düzeyinde tutulurlarken, kontrol (K₀) bitkileri tarla kapasitesi düzeyinde sulanmışlardır. Topraktaki nem miktarı ağırlık esasına göre belirlenmiştir. Tuz stresi için tuz uygulamalarının (T₁) yapılacağı bitkilere yetiştirme periyodu boyunca elektriksel iletkenliği (EC) 6 dS m⁻¹ seviyesinde tuzlu sulama suyu uygulanmıştır. Tuz uygulaması için NaCl stok solüsyonundan yararlanılmıştır. Kontrol bitkileri (T₀) çeşme suyu ile tarla kapasitesi düzeyinde sulanırken, tuz konusunda bitkiler serbest drenaj koşullarında (tarla kapasitesi + %20 yıkama suyu) NaCl içeren sulama suyu ile sulanmışlardır.

2.2. Ölçüm ve analizler

Stres uygulamalarına başladıktan 45 gün sonra olgunlaşan meyveler hasat edilmeye başlanmıştır. Meyve kalitesini belirlemek amacıyla, her saksıdaki bitki üzerinde oluşan meyveler antesis döneminden itibaren 4 haftalık olduklarında hasat edilerek hemen laboratuvara getirilmiş ve analizler yapılmıştır. Meyve kuru ağırlıkları için meyveler 80°C'lik etüvde 72 saat süresince kurutulmuş ve süre sonunda ağırlıkları belirlenmiştir.

Doğranmış meyve örnekleri alınarak, darası alınmış petri kaplarına konulmuş, hassas terazi ile tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Meyve suyu EC değeri EC metre ile (HI-991 301, Hanna Instruments, Padova, Italy); pH değerleri ise pH metre (HI-9023, Hanna Instruments) ile belirlenmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) dijital el reflaktometresi ile tespit edilmiştir. Bunun için meyve süzüğünden alınan birkaç damla örnek dijital el reflaktometresi (ATC-1 ATAGO, Tokyo, Japan) ile 3 tekrarlamalı okunmuş, 20°C'de % olarak ifade edilmiştir. Titre edilebilir asitlik miktarı, 0.1N NaOH ile titre edilmesi ve harcanan baz miktarına göre maleik asit cinsinden hesaplanması ile % olarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992). Meyve vitamin C içeriği (mg 100 ml⁻¹) oksalik asit ile stabilize edilmiş örneklerin 2.6 diklorofenilindenfenol boya

maddesi ile renklendirilmesi esasına göre spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992).

Çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüş ve değerlendirilmiştir. Elde edilen sayısal değerler varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerin yapılmasında MSTAT-C programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Meyve kuru ağırlık değerleri (MKA) kuraklık ve tuz stresi altında anaç x genotip (kalem) x uygulama interaksyonundan önemli derecede etkilenmiş, (p<0.05) kuraklık ve tuz uygulamalarına bağlı olarak kontrollere göre artış göstermiştir. En yüksek meyve kuru ağırlığı kuraklık stresinde aşısız Kemer'de (%13.10) (Çizelge 1), tuz stresinde ise Vista/Kemer (%11.88)'de belirlenmiştir (Çizelge 2). Kontrole göre değişim oranlarının da incelendiği çalışmada, anaçlar üzerine aşılama ile her iki stres koşullarında genel olarak azalma göstermiştir. MKA değerleri bakımından en yüksek artış değerleri kurak stres koşullarında aşısız BM (%70.90) genotipinde, tuzluluk koşullarında ise Vista/AH (%53.46) kombinasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çalışmamızda kuraklık ve tuzluluk nedeniyle ortaya çıkan MKA artışı, aşısız bitkilerde yüksek bulunmuştur. Bu durumun, bitki dokularının tuzlu ve kurak ortamlara ozmotik uyum sağlayabilmeleri için karbonhidrat biriktirme yeteneği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Krauss vd., 2006). Amor vd. (2000) ve Dorji vd. (2005) tarafından kuraklık, Öztekin (2009) ve Ünlükara vd. (2015) tarafından tuzluluk koşullarında MKA'nın artabileceği, meyvede su oranının azalmasına bağlı olarak meyve iriliğinin olumsuz yönde etkilendiği ifade edilmiştir. Çalışmamızda genotiplerin kuvvetli anaçlar üzerine aşılansması stres altında bitkilerin topraktan su alımına devam edebilmelerini ve osmotik uyum sağlayabilmelerini sağlamış, böylelikle karbonhidrat birikimlerinin daha az olmasını dolayısıyla MKA'nın düşmesine sebep olmuş olabilir. Nitekim aynı aşı kombinasyonlarının

Çizelge 1. Kuraklık stresi sonucunda aşılı ve aşısız patlıcanların meyve kuru ağırlığı (MKA), elektriksel iletkenlik (EC), pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA) ve C vitamini (Vit C) içeriklerinde meydana gelen değişimler

Genotip (Kalem)	Anaç	Uyg	MKA (%)	Dğş. (%)	EC (dSm ⁻¹)	Dğş. (%)	pH	Dğş. (%)	SÇKM (%)	Dğş. (%)	TA (%)	Dğş. (%)	Vit C (mg100g ⁻¹ YA)	Dğş. (%)
MK	Aşısız	K ₀	7.89 f-h		6.61 d-h		6.01 c-e		4.93 d-g		0.97 l-l		5.59 c	
		K ₁	11.07 b	40.39	7.25 a-e	9.57	5.99 c-f	-0.39	5.17 c-e	4.73	1.24 e-h	28.00	6.26 b	12.00
	Köksal	K ₀	9.23 c-f		6.47 e-h		6.11 bc		4.20 f-h		0.93 j-m		4.94 d	
		K ₁	9.81 b-d	6.21	7.63 a-d	17.82	5.76 f-g	-5.73	4.75 d-h	13.10	1.70 b	82.64	6.99 a	41.59
	Vista	K ₀	8.23 e-g		7.42 a-e		6.25 b		4.20 f-h		1.06 h-k		4.14 ef	
		K ₁	10.40 bc	26.37	7.84 ab	5.57	5.54 hl	-11.31	5.01 d-f	19.37	1.97 a	85.85	4.50 de	8.74
BM	Aşısız	K ₀	6.11 l		6.50 e-h		5.99 c-f		4.43 e-h		0.82 lm		3.47 g-l	
		K ₁	10.44 bc	70.90	6.72 c-h	3.39	5.49 l	-8.40	4.71 d-h	6.48	1.61 b-d	95.84	3.64 f-h	4.91
	Köksal	K ₀	7.13 g-l		5.86 h		5.94 c-g		4.23 f-h		0.86 k-m		3.39 g-j	
		K ₁	10.05 bc	40.99	7.78 a-c	32.78	5.89 c-g	-0.90	4.53 e-h	7.17	1.63 bc	88.34	3.57 f-l	5.34
	Vista	K ₀	8.12 e-g		6.10 f-h		5.95 c-g		4.20 f-h		1.16 g-j		1.87 l	
		K ₁	10.42 bc	28.39	7.99 a	31.69	5.92 c-g	-0.56	5.90 bc	40.59	1.33 e-g	14.83	3.00 l-k	60.38
AH	Aşısız	K ₀	7.48 g-l		6.46 e-h		5.87 c-g		5.00 d-f		0.74 lm		3.75 fg	
		K ₁	10.30 bc	37.68	7.71 a-d	3.39	5.84 d-g	-0.51	5.43 b-d	8.67	1.19 f-l	61.38	4.75 d	26.80
	Köksal	K ₀	8.34 e-g		7.08 a-f		5.91 c-g		4.00 h		0.96 j-m		3.82 fg	
		K ₁	9.48 c-e	13.69	7.32 a-e	19.46	5.79 e-g	-1.98	4.80 d-h	20.00	1.32 e-g	37.24	6.06 bc	58.53
	Vista	K ₀	6.57 hl		5.85 h		5.82 d-g		4.67 d-h		0.80 lm		2.52 k	
		K ₁	9.03 c-f	37.37	7.09 a-f	21.21	5.73 g-h	-1.49	5.10 de	9.29	1.32 e-g	64.83	3.36 g-j	33.18
K	Aşısız	K ₀	8.47 d-g		5.93 gh		6.53 a		4.14 gh		0.73 m		3.10 h-j	
		K ₁	13.10 a	54.72	7.30 a-e	1.24	5.85 d-g	-10.36	4.25 f-h	2.82	2.00 a	173.42	4.07 ef	31.12
	Köksal	K ₀	8.09 e-g		6.74 b-h		6.23 b		5.03 d-f		1.15 g-j		1.58 l	
		K ₁	9.15 c-f	13.18	6.82 b-h	23.17	6.06 b-d	-2.83	6.87 a	36.42	1.40 d-f	21.94	3.46 g-j	118.71
	Vista	K ₀	6.39 l		6.32 e-h		5.89 c-g		5.11 de		1.13 g-j		1.84 l	
		K ₁	9.17 c-f	43.39	6.98 a-g	10.44	5.77 fg	-2.04	6.13 b	20.03	1.46 c-e	29.35	2.88 j-k	56.36
CV (%)				8.03		2.10		8.85		9.94		8.10		

Aynı harfler interaksiyonlar (anaç x kalem x uygulama) arasındaki farklılıkların p<0.05'e göre önemli olmadığını göstermektedir.

MK: Mardin Kızıltepe, BM: Burdur Merkez, AH: Artvin Hopa, K: Kemer, Dğş: Değişim, YA: Yaş ağırlık

Çizelge 2. Tuz stresi sonucunda aşılı ve aşısız patlıcanların meyve kuru ağırlık (MKA), elektriksel iletkenlik (EC), suda çözünebilir madde miktarı (SÇKM) içeriklerinde meydana gelen değişimler

Genotip (kalem)	Anaç	Uygulama	MKA (%)	Dğş. (%)	EC (dSm ⁻¹)	Dğş. (%)	SÇKM (%)	Dğş. (%)
MK	Aşısız	T ₀	8.16 ef		6.85 h-l		4.50 f-h	
		T ₁	10.98 b	34.59	9.85 a-b	43.87	5.33 de	18.37
	Köksal	T ₀	8.21 ef		7.02 l-k		4.70 f-h	
		T ₁	11.14 b	35.67	9.96 a	41.83	4.86 e-h	3.40
	Vista	T ₀	8.80 de		7.59 e-h		4.63 f-h	
		T ₁	9.39 cd	6.63	9.86 ab	29.89	5.70 cd	23.02
BM	Aşısız	T ₀	6.69 hl		6.17 k-l		4.75 e-h	
		T ₁	9.90 c	47.88	9.83 ab	59.32	5.83 b-d	22.81
	Köksal	T ₀	7.35 gh		5.95 l		3.69 l	
		T ₁	10.03 c	36.36	8.76 c-d	47.37	4.37 gh	18.54
	Vista	T ₀	7.24 g-l		7.48 f-l		4.80 e-h	
		T ₁	10.05 c	38.83	9.20 a-c	22.98	5.70 cd	18.75
AH	Aşısız	T ₀	7.15 g-l		5.88 l		5.00 ef	
		T ₁	10.88 b	52.05	8.83 b-d	50.20	5.09 ef	1.73
	Köksal	T ₀	7.29 gh		7.36 g-j		4.95 e-h	
		T ₁	9.46 cd	29.75	8.84 b-d	20.06	6.35 ab	28.28
	Vista	T ₀	6.49 l		6.45 l-l		4.35 h	
		T ₁	9.96 c	53.46	8.52 c-e	32.02	6.10 bc	40.23
K	Aşısız	T ₀	6.52 l		6.33 j-l		5.00 ef	
		T ₁	9.83 c	50.64	8.38 c-f	32.46	5.93 bc	18.67
	Köksal	T ₀	7.67 fg		6.88 h-l		4.52 f-h	
		T ₁	10.73 b	39.86	9.14 a-c	32.80	6.76 a	49.67
	Vista	T ₀	8.21 ef		6.57 h-l		4.97 e-g	
		T ₁	11.88 a	44.66	8.05 d-g	22.53	6.40 ab	28.86
CV (%)			4.63		7.02		6.10	

Aynı harfler interaksiyonlar (anaç x kalem x uygulama) arasındaki farklılıkların p<0.05'e göre önemli olmadığını göstermektedir.

MK: Mardin Kızıltepe, BM: Burdur Merkez, AH: Artvin Hopa K: Kemer, Dğş: Değişim.

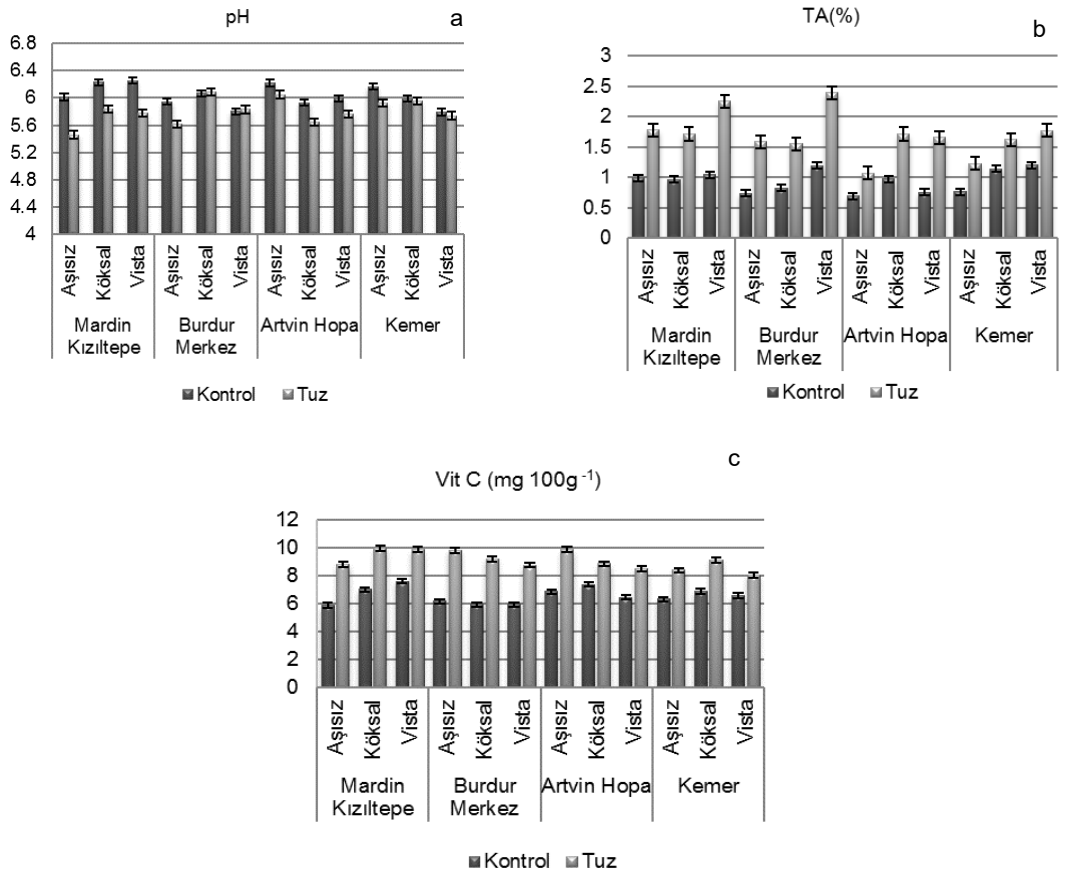
kuraklık ve tuz stresi altında aşısız bitkilere göre daha yüksek su potansiyeline ve verime sahip oldukları belirlenmiştir (Kıran vd., 2017a; Kıran vd., 2017b). Köksal üzerine aşılı genotiplerin MKA artışları her iki stresle birlikte genelde düşük kalırken, Köksal üzerine aşılı tolerant MK en düşük MKA artışı ile dikkati çekmiştir (%6.21). Proietti vd. (2008), Huang vd. (2009) ve López-Marín vd. (2017), çalışmalarında kuraklık ve tuz stresi altında aşılamanın MKA değerlerinde düşümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Koleška vd. (2018) ise aşılamanın özellikle su kullanım etkinliğini geliştirdiğini ifade etmişler, domateste tuz stresi koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında MKA bakımından aşılı bitkilerden elde edilen meyvelerin aşısız bitkilere oranla %20-30 daha yüksek değerlere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık ve tuz stresleri karşısında EC bakımından anaç x genotip (kalem) x uygulama interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kuraklık ve tuz uygulamaları ile birlikte patlıcan meyve sularındaki EC değeri artış göstermiştir. En yüksek EC artışını %32.78 ile Köksal/BM kuraklıkta, %59.32 ile aşısız BM tuzlulukta vermiştir (Çizelge 1 ve 2). En yüksek değerler kuraklıkta, Vista/BM'de (7.99 dS m^{-1}), tuzlulukta ise Köksal/MK kombinasyonlarında (9.96 dS m^{-1}) elde edilmiştir. Kuraklık ve tuz stresi ile birlikte osmotik dengenin korunması amacıyla iyon içeriklerinde ve buna bağlı olarak hücre özsuyu konsantrasyonunda meydana gelen değişim meyve suyunda EC artışını sağlamış olabilir. Huang vd. (2010), kuraklık ve tuz stresi koşullarının meyve suyunda K, Na ve Cl iyon birikimlerinde farklılıklara sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızda kuraklık stresi altında aşılı bitkilerin meyve suyundaki EC artışı aşısızlara göre çoğunlukla yüksek bulunmuştur. Colla vd. (2006) ve Rouphael vd. (2008), aşılı bitkilerin kuraklık koşullar altında K ve Ca iyonlarını bünyelerinde daha fazla tutabilmeleri EC artışını etkileyebileceğini bildirmiştir. Özellikle tuz ve kuraklık gibi abiyotik stres koşullarında tolerant/dayanıkları anaç kullanımı kaleme daha etkin su ve besin maddesi sağlaması ile birlikte bitkinin olumsuz çevre koşullarında etkili bir gelişme göstermesine imkan vermekte bu durumda aşılı bitkilerde daha yüksek meyve verimi ve aşısız bitkilere oranla çok daha düşük oranlarda fizyolojik zararlanma meydana gelmektedir (Lopez-Marín vd., 2017). Nitekim çalışmamızda kullandığımız aşılı bitkilerin

önceki çalışmalarımızda kuraklık stresi altında yapılarında K ve Ca iyonlarını daha fazla tuttukları belirlenmiştir (Kıran vd., 2017c). Proietti vd. (2008) ve Altunlu (2011) kuraklıkta yetişen karpuzda ve domateste benzer sonuçları elde etmişlerdir. Buna karşın tuz stresi durumunda genellikle aşılı genotiplerin EC artışının daha düşük düzeylerde gerçekleştiği anlaşılmıştır (Colla vd., 2006). Çalışmamızda kullandığımız aşılı bitkilerin, tuz stresi altında Na ve Cl iyonlarının emilimini azaltma yoluna gittikleri tespit edilmiştir (Kıran vd., 2017c). Bu suretle meyve dokusuna iletilen Na ve Cl iyonu miktarı düşük kalmış olabilir. Nitekim literatürde de benzer bulgular bulunmaktadır (Huang vd., 2009; Zhang vd., 2013)

Tuz ve kuraklık koşulları altında yetiştirilen patlıcan bitkilerine ait meyvelerde gerçekleştirilen pH ölçümlerinde genel olarak pH değerlerinde azalma kaydedilmiştir. Kuraklık stresi karşısında meyve suyu pH' sı bakımından ortaya çıkan farklılıklar anaç x genotip (kalem) x uygulama interaksyonu için önemli bulunurken ($p < 0.05$), tuz stresi karşısında aynı interaksyonun etkisi önemsiz kalmıştır. Kuraklık ve tuz stresleri aşılı ve aşısız patlıcanların meyve suyu pH değerlerinde düşümlere neden olurken (Çizelge 1 ve Şekil 1a), kombinasyonların farklı tepkiler verdiği görülmüştür. Kuraklıkla birlikte en düşük meyve suyu pH değeri aşısız BM meyvelerinde (%5.49) elde edilmiştir. En fazla meyve suyu pH kaybı Vista/MK (%11.31) kombinasyonunda olurken, pH değerini koruyarak kontrole en yakın değeri %0.39 ile aşısız MK vermiştir (Çizelge 1).

Meyve suyu pH değerinde düşüş oranı aşılı MK ve AH' da kontrole göre daha fazla olurken, BM ve K'de ise daha az bulunmuştur. Anaçlar üzerine aşılama, üzerine aşılana kalem genotiplerine göre meyve suyu pH değerleri üzerinde farklı etkiler yaratmıştır. Kalemlerin genotipik özellikleri arasındaki farklılıklar, kombinasyonların stres koşullarına farklı tepkiler vermesine neden olmuştur. pH değerinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir yere sahip olduğunu bildiren Turhan vd. (2011) domateste aşılamanın pH değişimi üzerinde etkisinin önemli olmadığını ifade ederken; Talhouni vd. (2017) tuz stresinin meyve suyunun pH değeri ile ilgili olarak uygulamalar arasındaki farklılığın



Şekil 1. Tuz stresi altında aşılı ve aşısız patlıcanların meyve suyu pH (a), titre edilebilir asitlik (TA) (b), vitamin C (c) içerikleri.

istatistiksel olarak önemlilik gösterdiği halde, kombinasyonlar arasında veya uygulama x kombinasyon interaksyonu bakımından önemsiz olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte Nuruddin vd. (2003) kuraklığın ve Krauss vd. (2006) tuzluluğun meyve suyu pH'sını azalttığını, Altunlu (2011) kurak koşullarda aşılı karpuz ve domates bitkilerinde pH seviyesinin aşısızlara göre daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Stres koşullarında SÇKM nin de incelendiği çalışmada, kurak ve tuzlu ortamda meyvelerdeki SÇKM miktarı kontrollere göre artmış ve kombinasyonlar arasında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. SÇKM üzerine anaç x genotip x uygulama interaksyonunun etkisi her iki stres için önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Bitkiler, dokularındaki ozmotik olarak aktif çözünür maddelerin miktarını arttırarak stres ortamına alışır (Munns ve Tester, 2008). Diouf vd. (2018), domateste tuz stresinin su

alımını azaltarak ozmotik potansiyeli ve çözünür madde içeriğini etkilediğini belirtmektedirler. Bu parametrenin kuraklık ve tuz stresi altındaki bitkilerde artış gösterdiği literatürde bildirilmiştir (Kahlaoui vd., 2011; Patanè vd., 2011; Diouf vd., 2018). Çalışmamızda da kuraklık ve tuz stresi, aşılı ve aşısız bitkilerde benzer etki göstererek meyvelerin SÇKM miktarlarının artmasına yol açmıştır. Diğer taraftan anaçlar üzerine aşılama ile meyvelerin SÇKM içeriklerinde aşısızlara göre çoğunlukla artışlar meydana gelmiştir. Kuraklıkta en yüksek SÇKM Köksal/K'de %6.87 olarak ölçülmüş, en yüksek artış oranını Vista/BM %40.59 ile vermiştir (Çizelge 1). Tuzlulukta ise en yüksek SÇKM değeri ve artış oranı Köksal/K'da ortaya çıkmıştır (%6.76 ve %49.67, Çizelge 2). Bu özellik bakımından AH ve K'in Köksal anacı ile oluşturduğu aşılı kombinasyonları tuz stresinde farklılık yaratarak, meyvelerin SÇKM değerlerinde önemli artışlara yol açmıştır. Kurağa ve tuza

duyarlı olan bu iki genotip, kuvvetli bir anaç olan Köksal ile iyi bir etkileşim sağlayarak daha fazla karbonhidrat biriktirme yoluna giderek stresin etkisini azaltmış olabilir. Çalışmamızda tuz stresinde Vista üzerine aşılama SÇKM'yi daha fazla artırmıştır. [Turhan vd. \(2011\)](#), bu özelliğin anaç genotipinin kuvvetine bağlı olarak ortaya çıktığını bildirmektedir. Araştırmacılar kuraklık ve tuz stresi altında anaçlar üzerine aşılamanın meyvelerdeki SÇKM'de artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir ([Proietti vd., 2008](#); [Rouphael vd., 2008](#); [Huang vd., 2010](#); [Talhouni vd., 2017](#)). Aşılı bitkilerin stres koşullarına ozmotik uyumu, muhtemelen çözünür şekerleri daha fazla biriktirmek yoluyla sağlamaktadırlar ([Huang vd., 2009](#)). Çözünür şeker artışı da aşılı bitki dokularında K iyonunun daha fazla tutumu ile ilişkilendirilebilir ([Kıran vd., 2017c](#); [Michałojć ve Buczkowska, 2009](#)).

Titre edilebilir asitlik miktarı meyve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kimyasal özelliklerden biri olarak değerlendirilmektedir ([Turhan vd., 2011](#)). Kuraklık ve tuzluluk TA değerinde de artışlara yol açmıştır. Bu artışlar genotiplere ve aşılı olup olmama durumlarına göre farklılık göstermiştir. Bu farklılıklara anaç x genotip (kalem) x uygulama interaksyonunun etkisi kuraklıkta önemli ($p < 0.05$), tuzlulukta ise önemsiz olmuştur. Kuraklıkta en yüksek TA değerleri aşısız K ve Vista/MK'da (2.00 ve %1.97)'de saptanmıştır (Çizelge 1). Meyvelerin en yüksek TA artış oranı, aşısız K ve BM'da belirlenmiştir (%173.42 ve %95.84, Çizelge 1). Tuz stresi altında anaçlar üzerine aşılama TA değerlerini çoğunlukla artırmıştır (Şekil 1b). Aşılı patlıcan meyvelerinin kuraklık TA değerleri anaç/kalem etkileşimine bağlı olarak değişmekle birlikte, çoğunlukla aşısızlara göre daha az TA artışı belirlenmiştir. Nitekim aşılı patlıcan bitkileri tarafından su ve besin maddeleri daha etkin alınmış ve kullanılmıştır ([Kıran vd., 2017c](#)). [Oda vd. \(1993\)](#) ve [Yetişir vd. \(2004\)](#) benzer sonuçları işaret etmektedir. Aşılı bitkilerden hasat edilen meyvelerin su içeriğinin daha yüksek olması nedeniyle meyve suyu TA azalmaya neden olmuştur. Çalışmada kullanılan aşılı bitkilerin genel olarak Vista üzerine aşılama meyve suyu TA'sını daha düşük seviyelerde tutmuştur. Öte yandan AH ve K duyarlı kalemlerinin oluşturduğu aşılı kombinasyonlarında TA artışı diğer aşılılara göre daha az gerçekleşmiştir. Aşılı MK'da ise TA artışı oldukça yüksek seviyelerde

bulunmuştur. Bu durum sadece anaç değil kalem genotipleri arasındaki farklılığın da TA bakımından önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca meyve suyu TA'sının düşük olduğu kombinasyonlarda pH yüksek bulunmuştur. Çünkü meyve suyunda asitlik pH ile yakından ilişkilidir. Kuraklığın ve tuzluluğun TA oranını artırdığına ilişkin çalışmalarda mevcuttur ([Kahlaoui vd., 2011](#); [Patanè vd., 2011](#); [Agbemafle vd., 2014](#)). [Huang vd. \(2009\)](#) ve [El-Shraiy vd. \(2011\)](#) tuz stresi, [Proietti vd. \(2008\)](#) kuraklık stresi altındaki bitkilerde aşılamanın TA üzerine azaltıcı etkisinin bulunduğunu saptamışlardır.

Önemli bir kalite kriteri olan Vit C, aynı zamanda oldukça önemli bir antioksidatif savunma bileşenidir. Bitkiler antioksidatif maddeler yardımıyla stresle mücadele etmektedirler. Çalışmamızda kuraklık ve tuz stresi uygulamaları Vit C bakımından farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar üzerine anaç x genotip x uygulama etkileşiminin etkisi kuraklık stresi altında önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Tuz uygulamaları altında üçlü etkileşimin etkisi önemsiz kalmıştır. Stres uygulamaları karşısında aşılı ve aşısız bitkilerin meyvelerinde Vit C artmıştır. Benzer şekilde domateste [Krauss vd. \(2006\)](#) tuz stresi altında, domateste [Guida vd. \(2017\)](#) su stresi altında taze meyvede Vit C değerlerinin olumlu yönde etkilendiğini bildirirlerken, [De Pascale vd. \(2001\)](#) Vit C'nin stres ile indüklenen serbest radikallerin detoksifikasyonunun bir parçası olduğunu rapor etmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar aşılamanın stres koşullarında ortaya çıkan serbest radikallere karşı korunmada etkili olan savunma mekanizmalarının da geliştirilmesinde etkili olabileceğini göstermiştir. Kuraklıkta Vit C'yi en fazla artıran aşılı kombinasyonu %118.71 ile Köksal/K olmuştur. En yüksek Vit C değeri Köksal/MK'da (6.99 mg 100 g⁻¹ FW) belirlenmiştir (Çizelge 1). Aşılı bitkilerin K iyonunu yapılarında daha fazla koruyabilmeleri ([Kıran vd., 2017c](#)) Vit C artışını sağlamış olabilir. Nitekim [Michałojć ve Buczkowska \(2009\)](#), K konsantrasyonundaki artışın Vit C artışında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan Vit C artışları, duyarlı AH ve K kalem genotiplerinin oluşturduğu aşılı kombinasyonlarında diğerlerine göre yüksek bulunmuştur. Bu sonuç aşılamanın özellikle bu genotiplerde stresin yıkıcı etkisinin önlenmesinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle Köksal anacı üzerine aşılama

meyvelerin Vit C içeriğini olumlu yönde etkilenmiştir. Su kısıtı koşulları altında Sanchez-Rodriguez vd. (2012) aşılı domateste ve Proietti vd. (2008) aşılı mini karpuzda da Vit C içeriğinin olumlu yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Öte yandan tuz stresi ile Vitamin C'nin çoğunlukla aşısız genotiplerde aşılılara göre daha fazla arttığı görülmüştür (Şekil 1c). Tolerant MK ve BK'nın Vit C artışları diğerlerine göre yüksek bulunmuştur. Al-Harbi vd. (2017), Vit C gibi diğer organik maddelerinde kuraklık gibi abiyotik stres koşullarında artış göstermesinde, kontrol bitkilerine oranla azalan meyve boyutunun etkili olabileceğini bildirmişlerdir Vit C artışlarının strese ve kullanılan anaç/kalem kombinasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bildirilmiştir. Nitekim Fernandez-Garcia vd. (2004) ve Huang vd. (2009) çalışmalarında, tuz stresinin aşılılara ve kullanılan anaca bağlı olarak Vit C artışı farklılık göstermiştir.

4. Sonuç

Kuraklık ve tuz stresi, genel olarak bitkilerde büyüme, gelişme ve verimi olumsuz etkilenen en önemli olumsuz çevre koşulları arasında yer almaktadır. Ancak birçok durumda meyve kalitesi üzerinde iyileştirici özellikleri de bulunabilmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada meyve kalitesi ile ilgili parametrelerin, kuraklık ve tuz streslerinden etkilendiğini göstermiştir. Kuraklık ve tuz stresi altında aşılı ve aşısız tüm genotiplerin meyve suyu pH değeri düşerken, kuru ağırlık, EC, SÇKM, TA ve Vit C değerleri artmıştır. Aşısız genotiplerin her iki stres altında meyve kuru ağırlık artışları daha yüksek bulunmuştur. Kuraklık stresi altında kullanılan anaç özellikleri meyvelerin EC, SÇKM, Vit C içeriklerinde daha fazla ve belirgin artışları sağlamıştır. Köksal anacı üzerine aşılıların meyvelerinde SÇKM ve Vit C içerikleri nispeten yüksek bulunmuştur. Aşılama etkisi tuz stresi altında genotipe ve anaç kullanımına göre değişkenlik göstermiştir. AH ve K'nın aşılı kombinasyonlarında tuz stresi ile SÇKM'de, kuraklık stresi ile SÇKM ve Vit C'de dikkati çeken artışlar meydana gelmiştir. Araştırma sonuçlarına göre patlıcanda dayanıklı anaç üzerine aşılama meyve kalitesini artırmak, tuz ve kuraklık streslerine toleransı desteklemek için yararlı bir uygulama olarak görülmüştür.

Kaynakça

- Agbemaflle, R., Owusu-Sekyere, J., Bart-Plange, A., & Otchere, J. (2014). Effect of deficit irrigation and storage on Physicochemical quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Pechtomech). *Food Science Quality Management*, 34(2):113-8.
- Al-Harbi, A. R., Al-Omran, A.M., & Alharbi, K. (2017). Grafting improves cucumber water stress tolerance in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(2):298-304.
- Altunlu, H. (2011). The effects of grafting against drought stress in tomatoes. PhD Thesis, University of Ege, Izmir.
- Amor, F.M., Ruiz-Sanchez, C., Martinez, V., & Cerda, A. (2000). Gas exchange, water relations and ion concentrations of salt stressed tomato and melon plants. *Journal of Plant Nutrition*, 23(9):1315-1325.
- Botia, P., Navarro, J.M., Cerda, A., & Martinez, V. (2005). Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stage of development. *European Journal of Agronomy*, 23(3):243-253.
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metodları. Biltav Yayınları, 380 s, Ankara.
- Cohen, R., Horev, C., Burger, Y., Shriber, S., Hershenhorn, J., Katan, J., & Edelstein, M. (2002). Horticultural and pathological aspects of Fusarium wilt management using grafted melons. *HortScience*, 37(7):1069-1073.
- Colla, G., Roupael, Y., Cadarelli, M., & Rea, E. (2006). Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience*, 41(3):622-627.
- Cuartero, J. & Fernandez-Munoz, R. (1999). Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4):83-125.
- Daunay, M., & Janick, J. (2007). History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulture*, 47(3):6-22.
- Daunay, M.C. (2008). Eggplant., Handbook of Plant Breeding: Vegetables II. Springer. Nuez F. (ed.). p. 163-220.
- De Pascale, S., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P., & Ritieni, A. (2001). Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(4):447-453.
- Diouf, I.A., Derivot, L., Bitton, F., Pascual, L., & Causse, M. (2018). Water deficit and salinity stress reveal many specific QTL for plant growth and fruit quality traits in tomato. *Frontiers in Plant Science*, 9(279):1-13.
- Dorji, K., Behboudian, M.H., & Zegbe-Domínguez, J. A. (2005). Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. *Scientia Horticulturae*, 104(2):137-149.

- El-Shraiy, A., Mostafa, M.A., Zaghlool, S.A., & Shehata, S.A.M. (2011). Alleviation of salt injury of cucumber plant by grafting onto salt tolerance rootstock. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(10):1414-1423.
- Guida, G., Sellami, M.H., Mistretta, C., Oliva, M., Buonomo, R., De-Mascellis, R., Patanè, C., Patanè, Y., Albrizio, R., & Giorio, P. (2017). Agronomical, physiological and fruit quality responses of two Italian long-storage tomato landraces under rain-fed and full irrigation conditions. *Agricultural Water Management*, 180(Part A):126-135.
- Huang, Y., Tang, R., Cao, Q.L., & Bie, Z.L. (2009). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 122(1):26-31.
- Huang, Y., Zhilong, B., Sanpeng, H., Hua, B., Zhen, A., & Zhixiong, L. (2010). Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto *Cucurbita ficifolia*. *Environmental and Experimental Botany*, 69(1):32-38.
- Kahlaoui, B., Hachicha, M., Rejeb, S., Rejeb, M.N., Hanchi, B., & Misle, E. (2011). Effect of saline water on tomato under subsurface drip irrigation: Nutritional and foliar aspects. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 11(1):69-86.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., & Ellialtıoğlu, Ş. (2015). Comparison of development of some eggplant rootstock in the salinity stress conditions. *Research Journal of Agricultural Science*, 8(1):20-30.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., & Ellialtıoğlu, Ş. (2016). The change of some morphological parameters in salt tolerant and salt sensitive genotypes under drought stress condition. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*, 21(2):130-138.
- Kıran, S., Ateş, Ç., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2017a). Investigations on some physiological and yield parameters of grafted and non-grafted eggplants under saline conditions. *Turkish Journal of Nature Science*, 6(1):31-36.
- Kıran, S., Ateş, Ç., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2017b). Some physiological properties and analysis of yield parameters of grafted and non-grafted eggplants under waterless conditions. *Soil Water Journal*, 6(2):18-25.
- Kıran, S., Ateş, Ç., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2017c). Kuraklık ve tuzluluk stresine dayanım üzerine farklı anaç ve çeşit kombinasyonlarından oluşan aşılı fide kullanımının etkilerinin belirlenmesi. TAGEM Sonuç Raporu. Proje No: TAGEM/TSKAD/14/A13/P02/02.
- Koleška, I., Hasanagić, D., Todorović, V., Murtić, S., & Maksimović, I. (2018). Grafting influence on the weight and quality of tomato fruit under salt stress. *Annals of Applied Biology*, 172(2):187-196.
- Krauss, S., Schnitzler, W., Grassmann, J., & Woltke, M. (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2):441-448.
- Kyriacou, M. C., Roupael, Y., Colla, G., Zrenner, R., & Schwarz, D. (2017). Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. *Frontiers in Plant Science*, 8(741):1-23.
- López-Marín, J., Gálvez, A., del Amor, F.M., Albacete, A., Fernández, J.A., Egea-Gilabert, C., & Pérez-Alfocea, F. (2017). Selecting vegetative/generative/dwarfing rootstocks for improving fruit yield and quality in water stressed sweet peppers. *Scientia Horticulturae*, 214(1):9-17.
- Michałojć, Z., & Buczkowska, H. (2009). Influence of varied potassium fertilization on eggplant yield and fruit quality in plastic tunnel cultivation. *Folia Horticulturae*, 21(1):17-26.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Physiology*, 59:651-681.
- Nahar, K., Ullah, S.M., & Islam, N. (2011). Osmotic adjustment and quality response of five tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) following water deficit stress under subtropical climate. *Asian Journal of Plant Science*, 10(2):153-157.
- Nuruddin, M.D., Madramootoo, C.A., & Dodds, G.T. (2003). Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *Hortscience*, 38(7):1389-1393.
- Oda, M., Tsuji, K., & Sasaki, H. (1993). Effect of hypocotyl morphology on survival rate and growth of cucumber seedling grafted on *Cucurbita* spp. *Japan Agriculture Research Quarterly*, 26(4):259-265.
- Öztekin, G.B. (2009). Response of Tomato Rootstocks to Salinity Stress. PhD Thesis, University of Ege, İzmir.
- Patane, C., Tringali, S., & Sortino, O. (2011). Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4):590-596.
- Proietti, S., Roupael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazi, M, Zacchini, M., Rea, E., Moscatello, S., & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6):1107-1114.
- Radicetti, E., Massantini, R., Campiglia, E., Mancinelli, R., Ferri, S., & Moschetti, R. (2016). Yield and quality of eggplant (*Solanum melongena* L.) as affected by cover crop species and residue management. *Scientia Horticulturae* 204:161-171.
- Rady, M.M., El-Azeem, M.M.A., El-Mageed, T.A.A., & Abdelhamid, M.T. (2018). Integrative potassium

- humate and biochar application reduces salinity effects and contaminants, and improves growth and yield of eggplant grown under saline conditions. *International Journal for Empirical Education and Research*, 1(2):37-36.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L., & Ruiz, J.M. (1997). Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: Effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 43(4):855-862.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Colla, G., & Rea, E. (2008). Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience*, 43(3):730-736.
- Sánchez-Rodríguez, E., Leyva, R., Constán-Aguilar, C., Romero, L., & Ruiz, J.M. (2012). Grafting under water stress in tomato cherry: improving the fruit yield and quality. *Annals of Applied Biology*, 161(3):302-312.
- Schwarz, D., Rouphael, Y., Colla, G., & Venema, J.H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127(2):162-171.
- Talhouni, M., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., & Kuşvuran, Ş. (2017). Tuz stresi altında yetiştirilen aşılı patlıcan bitkilerinde bazı bitki ve meyve özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(Özel sayı):71-80.
- Tuna, A.L., & Eroğlu, B. (2017). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri. *Anadolu Tarım Dergisi*, 32(1):121-131.
- Turhan, A., Ozmen, N., Serbeci, M.S., & Seniz, V. (2011). Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Horticulture Sciencei*, 38(4):142-149.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., & Cemek, B. (2015). Green long pepper growth under different saline and water regime conditions and usability of water consumption in plant salt tolerance. *Journal of Agricultural Sciences*, 21:167-176.
- Yaşar, F. (2003). Some of antioxidant enzyme activity investigation as in vivo and in vitro of eggplant genotypes under salt stress. PhD Thesis, University of Yuzuncu Yıl, Van.
- Yetişir, H., Garip, Y., & Sarı, N. (2004). Grafting in vegetables. *Bahçe*, 33(1-2):27-11.
- Zayova, E., Philipov, P., Nedev, T., & Stoeva, D. (2017). Response of in vitro cultivated eggplant (*Solanum melongena* L.) to salt and drought stress. *AgroLife Scientific Journal*, 6(1):276-282.
- Zhang, J.L., & Shi, H. (2013). Physiological and molecular mechanisms of plant salt tolerance. *Photosynthesis Research*, 115(1):1-22.

Molecular fingerprinting of *Botrytis cinerea* population structure from different hosts

İlknur POLAT¹ Görkem SÜLÜ¹ Aytül KİTAPÇI¹ Emine GÜMRÜKÇÜ¹ Ömür BAYSAL²

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Muğla

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: i_polat@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-9841-847X

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):121-134
doi: 10.16882/derim.2018.410051

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 27.03.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 04.06.2018



Abstract

Botrytis cinerea (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana*) causes gray mold disease on vegetable crops in greenhouses. Profound knowledge on pathogen diversity is necessary for efficiently disease management. In this study, forty-two *B. cinerea* isolates collected from 36 different greenhouses in Antalya province of Turkey were investigated. Twelve SRAP (sequence-related amplified polymorphism) and 18 ISSR (inter simple sequence repeat) primers producing high polymorphic fragments were used to genetic diversity of *B. cinerea* isolates infecting dill, basil, lettuce, bean, cucumber, tomato, pepper and eggplant. The unweighted pair-group method with arithmetic average analysis (UPGMA) was used to evaluate of combined ISSR and SRAP data showing a similarity range 0.15-0.90 among the isolates. Cophenetic correlation of the tree was high level ($r=0.93$). Interestingly, cluster analysis showed a divergent group consisting of lettuce isolates which were genetically different from the other isolates. On the other hand, transposable elements (*Flipper* and *Boty*) were detected among isolates from all the hosts. Isolates containing only the *Fliper* element were detected. The results showed that genetically characterized *B. cinerea* populations by a high level of genetic diversity were associated with genotype flow and the evolutionary potential of *B. cinerea*. In further studies, the newly tested molecular markers are useful and can be suggested for analyzing of genetic diversity and population structure of this pathogen on different hosts.

Keywords: Gray mold; Genetic diversity; Host differentiation; ISSR; SRAP; Transposable elements

Farklı konukçulardan elde edilen *Botrytis cinerea* popülasyon yapısının moleküler tanımlanması

Öz

Botrytis cinerea (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana*) örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde kurşuni küf hastalığı etmenidir. Patojende oluşan farklılıkların bilinmesi hastalıkla mücadelenin etkinliğini arttırmaktadır. Çalışmada, Türkiye'nin Antalya ilinde yer alan 36 farklı seradan 42 adet izolat kullanılmıştır. On iki SRAP (sequence-related amplified polymorphism) primer kombinasyonu ve 18 ISSR (inter simple sequence repeat) primeri dereotu, fesleğen, marul, fasulye, hıyar, domates, biber ve patlıcandan elde edilen *B. cinerea* izolatlarının genetik farklılıklarının belirlenmesinde oldukça yüksek polimorfizm sağlamışlardır. ISSR ve SRAP markırlardan elde edilen sonuçlar UPGMA (The unweighted pair-group method with arithmetic average analysis) analizine göre izolatlar arasında 0.15-0.90 oranında değişen benzerlik elde edilmiştir. Ayrıca, cophenetic correlation değeri $r=0.93$ ile oldukça yüksek bulunmuştur. Cluster analizi sonuçları değerlendirildiğinde marul izolatları diğer izolatlara göre oldukça uzak kümelenmiştir. Ayrıca, tüm izolatlar için tranpozabl elementler (*Flipper* ve *Boty*) araştırılmış ve sadece *Flipper* element tespit edilmiştir. Elde edilen genetik karakterizasyon sonuçlarına göre, *B. cinerea* popülasyonunda oldukça yüksek seviyede genetik farklılıklar bulunmuştur. Bu durum, *B. cinerea*'nin evrimselleşme potansiyeli ve gen akışlarından kaynaklanabilir. Farklı konukçulardan elde edilen bu patojenin genetik farklılıklarının belirlenmesinde kullanılan moleküler markırlar, ileride yapılacak çalışmalara da ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kurşuni küf; Genetik farklılık; Konukçu farklılığı; ISSR; SRAP; Tranpozabl elementler

1. Introduction

Greenhouse cultivation is the most widespread style for horticultural crops with advantages worldwide (Jensen, 2002). In the world, China takes first place with 2 million 700 thousand

hectares as protected agricultural land, South Korea, Spain, Japan and Turkey follow respectively (FAO, 2014). Mediterranean region of Turkey is unique area in the world due to the mild winter climatic conditions for greenhouse cultivation (Tüzel and Leonardi, 2010). About

250.000 da of Turkey's general greenhouse land is hosted in Antalya province that is around 35 percent of total greenhouse of Turkey capacity (TUİK, 2014). Diseases and pests are the most important factors limiting crop production in our country. On the other hand, use of over dose pesticide causes the environmental pollution, leads to damage on soil structure, disturb the natural balance in microflora, (Elad et al., 2007) and resistance to pesticides (Williamson et al., 2007; Sun et al., 2010; Shao et al., 2015). *B. cinerea* (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) causing gray mold disease is a polyphagous an airborne fungal pathogen attacking over 200 crop hosts worldwide. Pathogen limits vegetable cultivation in greenhouses and its control in fields is difficult. It has different modes of attack and survives as mycelia and/or conidia form for a long time (Williamson et al., 2007). In cultivation under greenhouse conditions, there is no available resistance variety to *B. cinerea*, yet. Therefore, effective control using chemicals is very important (Rosslénbroich and Stuebler, 2000; Sun et al., 2010). The pathogen is in the list of 'high-risk' category according to statement of Fungicide Resistance Action Committee (Brent and Hollomon, 1998; Angelini et al., 2012). Researchers have studied on its taxonomy and species for many years for effective disease management (Sun et al., 2010).

Molecular markers based on DNA have been introduced over the last two decades, which have revolutionized the entire scenario of biological sciences. Major DNA markers using for identification, diversity, taxonomy, relationship, fingerprinting and diagnostics were suggested (Datta et al., 2011; Baysal et al., 2013). In recent years, these markers as specific fragments of DNA that can be identified within the whole genome have been improved. SRAP molecular markers system also based on random amplification of coding regions in the genome. Its use in genetic diversity analysis is a simple, middle-yield, high-dominant total, repetitive way on genetic diversity of pathogens (Polat et al., 2014). ISSR markers allow a cost-effective detection and quantification of the pathogen (Schlötterer, 2004; Baysal et al., 2011). Transposons can have significant effects on distinctive phenotypic traits of phytopathogenic fungi. Two transposable elements, *Boty* and *Flipper*, are known to be

associated with the ubiquitous fungus *B. cinerea* (Kecskeméti et al., 2014).

This study aimed to characterize and assess the fingerprinting of *B. cinerea* isolates from different host using combined dominant ISSR and co-dominant SRAP molecular markers. ISSR and SRAP markers have not been used before in any study related to genetic diversity of *B. cinerea* to evaluate of isolates collected from different hosts. Furthermore, transposable elements (*Flipper* and *Boty*) were detected among isolates from all the hosts.

2. Materials and Methods

2.1. Survey studies

All plants infected with *Botrytis cinerea* were collected from the vegetable greenhouses during survey studies. Forty-two *B. cinerea* isolates were sampled representing from different districts Kumluca, Demre, Muratpaşa, Kepez, Aksu, Serik, and Alanya county of Antalya province in Turkey. Forty-two *B. cinerea* isolates infecting dill, basil, bean, cucumber, tomato, pepper, eggplant and lettuce were obtained from these different hosts. (Table 1). All samples were transferred to the laboratory in individual polyethylene bags to prevent cross contamination. Then, samples incubated in sterile petri dishes (PDA with 100 mgL⁻¹ streptomycin sulphate) in incubator (23±1°C) to obtain abundant conidia. Single-spore was obtained from isolates and morphologically identified using microscope (Olympos BX 43). For molecular diagnostics, total genomic DNA was extracted from mycelium of *B. cinerea* using DNA isolation kit (Promega, Wizard Genomic DNA Purification Kit, Madison, US) according to the manufacturer's instructions. DNA quality (260/230 and 260/280 ratios) and concentration were checked by NanoDrop Spectrophotometer (Thermo Scientific-Waltham, Massachusetts). ITS1 and ITS4 universal primers (White et al., 1990) were used to identify of isolates for polymerase chain reaction (PCR). Each PCR reaction contained 1.5 µl DNA (50 nm) template DNA, each primer 1 µl (0.3 µM), 10 µl master (GeneAll, 2 X AmpMaster Taq) and 5 µl ddH₂O in a final reaction volume of 20 ml. An initial denaturation step at 95°C for 5 min was followed by 35 cycles of denaturation at 95°C

for 30 s, annealing at 58.5°C for 1 min and extension at 72°C for 1 min, with a final extension step of 72°C for 7 min. Amplified products were visualized by 2% high resolution agarose gel electrophoresis in 1xTAE buffer, stained ethidium bromide, and photographed under UV machine (ENDURO GDS Gel Documentation System). The ITS sequences of *B. cinerea* isolates were compared and confirmed using GenBank database of NCBI.

2.2. Molecular identification of pathogen isolates by molecular markers

2.2.1. ISSR markers

885, 890, 887, 886 and 880 (Baysal et al., 2009; Baysal et al., 2011; Baysal et al., 2013), 808, 809, 810, 812, 824, 825, 827, 829, 834, 835, 889, 731 and 112 (Polat et al., 2014; Ünlü et al., 2017) primers were used to analysis. Amplifications were carried out in reaction volumes of 15 µl containing 1µl DNA (50 nm) template DNA, 1µl dNTP (0.1 mM dNTPs), 1.5 µl MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.2 µl Taq (0.6 U Taq DNA polymerase), 2 µl primer (0.3 µM primer),

Table 1. Samples list of *B. cinerea* collected host, location and GPS data (E and N)

E	N	Location	Host	Isolate ID	Another host in the same greenhouse
294111	4086863	Salur Village/Mavikent	Dill	D1	Pepper
402463	4049540	Elikesik Village/Alanya	Dill	D2	Pepper
532835	4238376	Topçular/Muratpaşa	Dill	D3	Dill
531435	4438171	Tarım District/Muratpaşa	Dill	D4	Dill
230532	4018238	Mazlıca Mevkii/Demre	Basil	Ba1	Pepper
259167	4032816	Taçbaş Village/Kumluca	Basil	Ba2	Pepper
260539	4021570	Orta District, Seyrek Street/Mavikent	Basil	Ba3	Pepper
234747	4018260	Beymelek/Demre	Basil	Ba4	Pepper
233573	4016620	Beymelek/Demre	Bean	B1	Pepper
402598	4054128	Toslak Village/Kızılca District	Bean	B2	Pepper
259167	4032816	Taçbaş Village/Kumluca	Bean	B3	Pepper
258686	4022086	İncekum/Mavikent	Bean	B4	Pepper
259167	4032816	Taçbaş Village/Kumluca	Cucumber	C1	Pepper
255219	4026350	Kumluca	Cucumber	C2	Tomato
319390	4087312	Köseler District/Aşağı Kocayatak	Cucumber	C3	Pepper
768638	4017359	Güvercinlik-Akkent District/Demre	Cucumber	C4	Pepper
320243	4089662	Yukarı Kocayatak	Tomato	T1	Tomato
322078	4089786	Kayaburnu	Tomato	T2	Tomato
402598	4054128	Toslak Village/Kızılca District	Tomato	T3	Tomato
230988	4015897	Yaylakaya/Demre	Tomato	T4	Tomato
323051	4089345	Kayaburnu	Tomato	T5	Tomato
325346	4089693	Çandır/Serik	Tomato	T6	Tomato
306802	4092026	Aksu/Antalya	Tomato	T7	Tomato
245219	4020350	Kumluca	Tomato	T8	Tomato
325116	4089311	Çandır/Serik	Tomato	T9	Tomato
326548	4093570	Alacami Village/Çandır	Tomato	T10	Tomato
323051	4089345	Kayaburnu	Tomato	T11	Tomato
326548	4093570	Çandır/Serik	Pepper	P1	Pepper
320190	4088408	Çakallık/Köseler District/Aşağı Kocayatak	Pepper	P2	Pepper
768028	4018629	Köseler District/Aşağı Kocayatak	Pepper	P3	Pepper
322109	4089865	Kayaburnu	Pepper	P4	Pepper
769437	4017036	Yaylakaya/Demre	Pepper	P5	Pepper
230988	4015897	Yaylakaya/Demre	Pepper	P6	Pepper
321830	4089217	Kayaburnu	Eggplant	E1	Pepper
318476	4087008	Aşağı Kocayatak	Eggplant	E2	Eggplant
230983	4015889	Yaylakaya/Demre	Eggplant	E3	Eggplant
402474	4054114	Toslak Village, Kızılca District/Alanya	Eggplant	E4	Pepper
240219	4019050	Turunçova	Eggplant	E5	Eggplant
532835	4238376	Topçular/Muratpaşa	Lettuce	L1	Lettuce
531635	4439071	Tarım District/Muratpaşa	Lettuce	L2	Lettuce
59904	4475836	Topallı/Antalya	Lettuce	L3	Lettuce
395424	4465988	Gaziler Village/Kepez	Lettuce	L4	Lettuce

1.5 µl (1 X) PCR buffer and 5.8 µl ddH₂O. PCR reactions were performed under the following cycle program: initial denaturation step for 3 min at 94°C, followed by 35 cycles at 94°C for 45 s (denaturation), 48°C for 45 s (annealing) and 72°C for 90 s (extension), followed by a final extension step at 72°C for 10 min.

2.2.2. SRAP markers

Twelve primer combination were created using 8 Em (reverse), 9 Me (forward) SRAP primers (Li and Quiros, 2001; Polat et al., 2014). Amplifications were carried out in reaction volumes of 15 µl containing 1 µl DNA (50 nm) template DNA, 1 µl dNTP (0.1 mM dNTPs), 1.5 µl MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.2 µl Taq (0.6 U Taq DNA polymerase), 2 µl primer (0.3 µM primer), 1.5 µl (1 X) PCR buffer and 5.8 µl ddH₂O. PCR reactions were performed under the following cycle program: initial denaturation step for 5 min at 94°C, followed by 5 cycles at 94°C for 1 min (denaturation), 35°C for 1 min (annealing) and 72°C for 1 min (extension), followed by 35 cycles at 94°C for 1 min (denaturation), 50°C for 1 min (annealing) and 72°C for 1 min (extension), followed by a final extension step at 72°C for 5 min.

2.3. Gel electrophoresis and data analysis

All PCR products were visualized by 2% high resolution agarose gel electrophoresis in 1xTAE buffer at 115 V for 3-4 h, stained ethidium bromide, and photographed under UV light (ENDURO GDS Gel Documentation System). Amplified bands from each primer were scored as present (1) or absent (0). The bands showing consistently amplifications were considered; smeared and weak bands were discarded from the analysis. Statistical analysis was carried out using the software PAST (Paleontological Statistics) (Hammer et al., 2001). The genetic similarity matrix, neighbor joining (NJ), principle component analysis (PCoA) and principal coordinate analysis (PCO) were constructed based on Dice's coefficient (Dice, 1945). On the other hand, Jaccard similarity index was determined (Jaccard, 1907). Polymorphism rates (Pr) were calculated using following formula. $Pr = (\text{number of polymorphic bands} / \text{total number of bands in that assay unit}) \times 100$. Polymorphism information content (PIC) values were

determined using following formula as described by Smith et al. (1997). $PIC = 1 - \sum f_i^2$, where f_i^2 is the frequency of the i^{th} allele.

2.4. Detection of transposable elements 'Flipper' and 'Boty'

The primers (F300: 5'-GCA CAA AAC CTA CAG AAG A-3' and F1550: 5'-ATT CGT TTC TTG GAC TGT A-3') used for detection of the *Flipper* element amplify a 1250-bp product. The presence of the Boty element was tested using another pair of primers (BotyF4: 5'-CAG CTG CAG TAT ACT GGG GGA-3' and BotyR4: 5'-GGT GCT CAA AGT GTT ACG GGA G-3'), which amplify a 510 bp product (Ma and Michailides, 2005, Tanović et al., 2009). Amplifications were carried out in reaction volumes of 25 µl according to Ma and Michailides (2005). All PCR products were visualized by 2% high resolution agarose gel electrophoresis in 1xTAE buffer at 115 V for 3-4 h, stained EZ-vision one, and photographed under UV light (ENDURO GDS Gel Documentation System).

3. Results

After sporulation, *Botrytis cinerea* isolates collected from 36 vegetable greenhouses were incubated in sterile PDA petri dishes. Single-spore per isolate were developed, selected and morphologically characterized. Whole conidiophores and conidium were grape shape and conidia. Average conidiophore length was 648-2820 µm. Conidial structure was one cell with egg-shape hyaline. Formation of colonies was observed on PDA, after performing at 20°C under light. Aerial mycelium was produced. They were cottony, powdery, compact or radial pattern. Colonies were white, dirty white or greyish white in colour or hyaline then became light grey, dark grey to dark brown after 1 week. For molecular diagnosis of pathogen isolates, the complete ITS region of nuclear ribosomal DNA was sequenced using universal primers ITS1 and ITS4 (White et al., 1990). After morphological and molecular identification, forty-two single-spore isolates of *B. cinerea* from eight different hosts (dill, basil, bean, cucumber, tomato, pepper, eggplant and lettuce) were used to determine of their genetic variability (Table 1). The genetic diversity within

B. cinerea isolates was evaluated using selected ISSR and SRAP markers. For ISSR analysis, amplifications were successfully achieved with 14 primer pairs, and 9 primer combinations for SRAP analysis.

After screening eighteen ISSR primers, 14 primers produced polymorphic, well-resolved band fragments and only 4 primers (835, 890, 880 and 829) did not give any amplification. When a total of 14 ISSR primers were screened, 108 bands were scored. The number of bands scored per primer ranged from 4 (824) to 11 (827), with a mean of 7.71. Polymorphism rates were ranged from 50% (824) to 100% (812, 810, 808 and 889) (Table 2).

The PIC values for the 14 primers ranged from 0.35 (885) to 0.95 (809), with a mean of 0.68 (Table 2). PIC values were generally used in molecular studies as polymorphism score for a marker locus. As an estimate of the discriminatory power of a locus, PIC values were expressed not only the number of alleles, but also the relative frequencies of those alleles (Smith et al., 1997). PIC values ranged from 0 to 1. At a PIC of 0, the marker had only one allele. If a PIC value was greater than 0.7, it was considered to be highly informative. However, a PIC value of 0.44 was considered to be moderately informative. Markers with greater numbers of alleles tend to have higher PIC values, which were more informative (Hildebrand et al., 1992). Therefore, me3em15, me3em16, me4em11, me5em7, me6em15, me8em15, me9em12 and me10em2 primer combinations could be considered as informative in revealing the genetic diversity and determining genetic variation in isolates of

B. cinerea. A total of 70 alleles were generated using the nine of twelve SRAP primer combinations. However, 3 primer combinations (me2em16, me1em13 and me2me9) did not give any amplification. The number of bands scored per primer ranged from 3 (me13em16 and me4em9) to 12 (me3em15), with a mean of 7.77. Polymorphism rates were found 100% (Table 3). The PIC values for the 9 primer combinations ranged from 0.67 (me4em9) to 0.98 (me10em2), with a mean of 0.84 (Table 3). Therefore, 112, 834, 887, 808, 825 and 809 markers were determined to be highly informative markers that could be considered due to its efficiency to determine the genetic diversity and variation in isolates of *B. cinerea*.

A similarity matrix was calculated using ISSR and SRAP data according to Dice's coefficient (Dice, 1945). Similarity dendrogram was constructed using UPGMA cluster analysis (Figure 1). Cophenetic correlation between ultrametric similarities of tree was found to be high ($r=0.93$), suggesting the cluster analysis that strongly represent the similarity matrix. Interpretation of the correlation coefficient matrix has been evaluated as follows: $r \geq 0.9$ is very good, $0.8 \leq r < 0.9$ is good, $0.7 \leq r < 0.8$ is poor and $r < 0.7$ is very poor (Aka-Kacar et al., 2005).

Cluster analysis (Figure 2), neighbor joining (Figure 3), multivariate PCoA (Figure 3a) and Principal Coomate Analysis (PCO) (Figure 3b) were used to investigate the relationships among isolates by using 14 ISSR and 9 SRAP markers. In the cluster analysis (Figure 1), isolates from lettuces were the most distinct genotypes from the others.

Table 2. Diversity statistics for 14 inter simple sequence repeats (ISSR) primer studied in 42 *B. cinerea* isolates

No	Locus	Allel sizes (bp)	Ta	Pa	Pr (%)	PIC
1	112	400-500-700-1200-1400-2000-2500-900	8	7	88	0.76
2	731	400-500-600-900-1000-1500-800	7	6	86	0.43
3	834	500-600-800-900-1000-1100-1300-1500-2000	9	7	78	0.85
4	812	400-450-600-900-800-1000-1200-1500-1800	9	9	100	0.59
5	810	500-650-700-1100-1300	5	5	100	0.56
6	886	400-500-650-900-800-1000-1200-1300	8	6	75	0.66
7	887	400-500-800-900-1000-1200-1300-600-700	9	7	78	0.86
8	808	600-650-700-800-900-1000-1200-1500	8	8	100	0.75
9	885	500-600-700-900-1300-1500	6	5	83	0.35
10	889	550-700-800-900-1100-1200-1600	7	7	100	0.53
11	824	800-1300-1000-1600	4	2	50	0.83
12	825	400-550-750-900-1000-1200-1600	7	6	86	0.74
13	827	500-600-700-750-800-900-1000-1100-1300-1400-1500	11	10	91	0.69
14	809	400-800-900-350-500-600-1000-1100-1200-1500	10	7	70	0.95
Total			108	92	-	-
Mean			7.71	6.65	84.60	0.68

Ta: Total allele, Pa: Polimorphic allele, Pr: Polymorphism rates, PIC: Polymorphism information content

Table 3. Diversity statistics for 9 sequence related amplified polymorphism (SRAP) primer combinations studied in *B. cinerea* isolates from different locations and host plants

No	Locus	Allel sizes (bp)	Ta	Pa	Pr (%)	PIC
1	me3em15	150-180-250-300-400-500-600-800-950-1000-1200-1500	12	12	100	0.84
2	me3e16	500-800-1100	3	3	100	0.73
3	me4em9	220-450-1000	3	3	100	0.67
4	me4em11	350-400-500-600-700-1200-1300-1600-2400	9	9	100	0.89
5	me5em7	200-300-400-500-600-700-900-1000-1100-1200-1800	11	11	100	0.85
6	me6em15	150-180-300-600-700-800-1000-1300	8	8	100	0.84
7	me8em15	150-250-400-800-1000-1200-2000	7	7	100	0.83
8	me9em12	280-300-400-450-600-700-900-1300-1700	9	9	100	0.95
9	me10em2	250-150-300-500-700-800-900-1500	8	8	100	0.98
Total			70	70	-	-
Mean			7.77	7.77	100	0.84

Ta: Total allele, Pa: Polimorphic allele, Pr: Polymorphism rates, PIC: Polymorphism information content

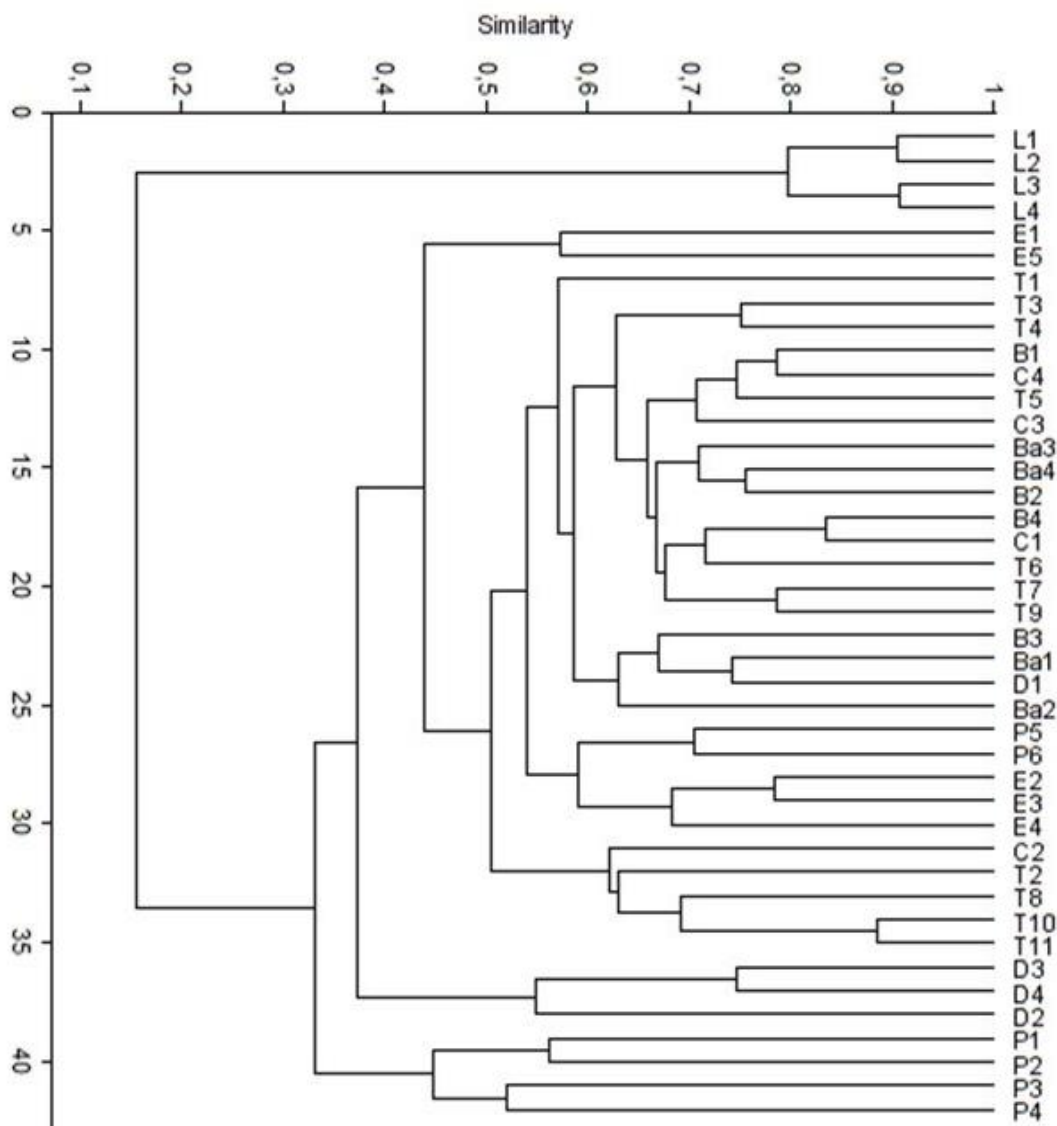


Figure 1. Dendrogram of *B. cinerea* isolates from different locations and host plants using UPGMA method obtained from ISSR and SRAP markers

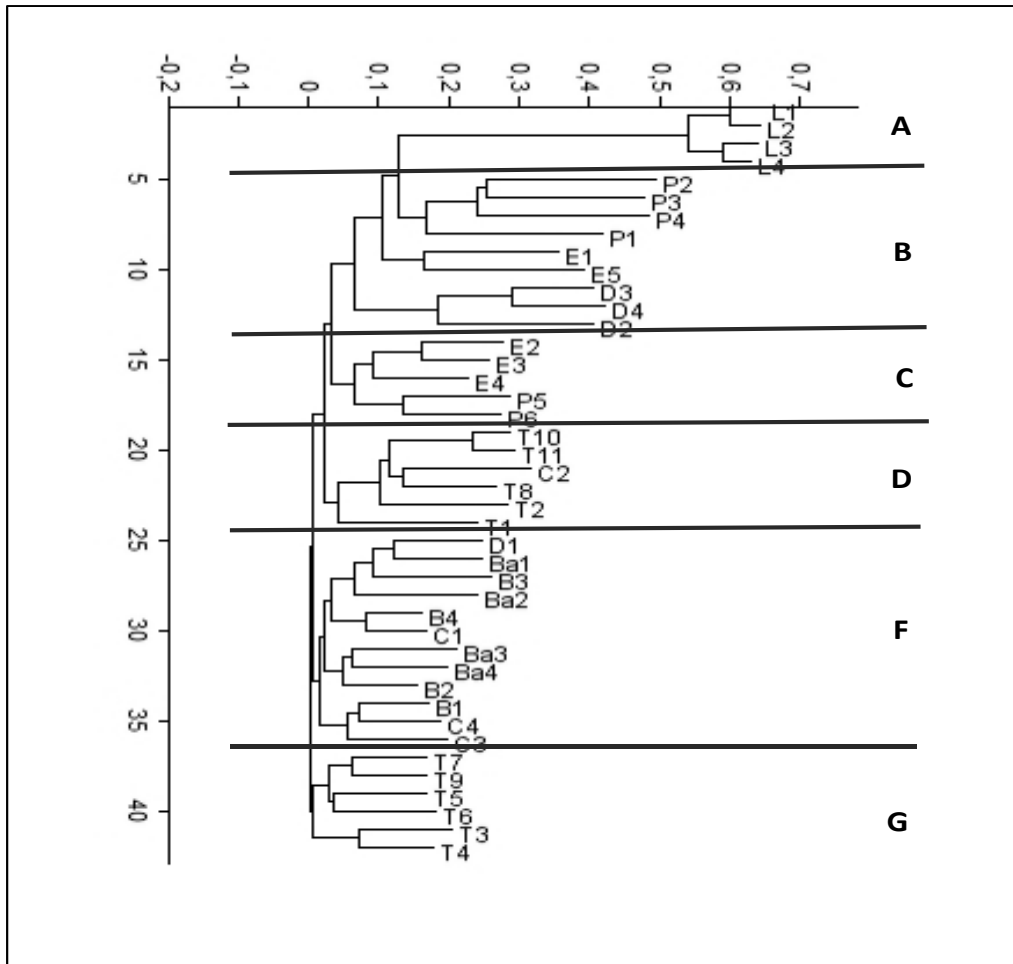


Figure 2. Neighborjoining of the *B. cinerea* isolates from different locations and host plants using UPGMA method obtained from ISSR and SRAP markers

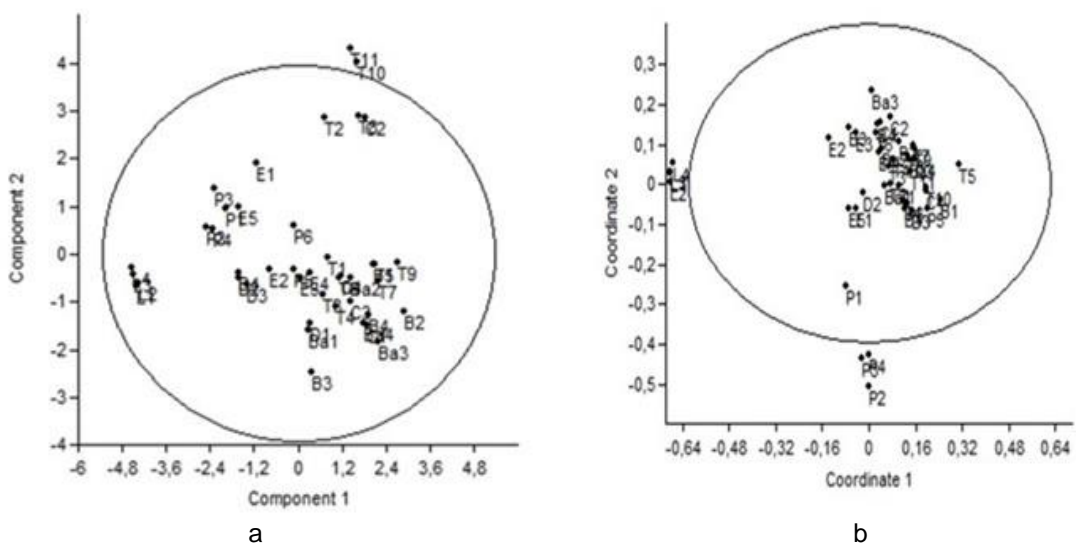


Figure 3. a) Principal Component Analysis (PCoA), b) Principal Coordinate Analysis (PCO) based on the Dice's genetic distances

However, L1-L2 and L3-L4 located within the same cluster were very similar to each other with 90-92%, respectively. In tomato isolates, T10 and T11 accessions showed divergence from the others with a high level of similarity (0.86). Neighbor joining analysis grouped all samples in six main clusters (Figure 2). Neighbor joining analysis has been proposed for reconstructing phylogenetic trees from evolutionary distance data. The principle of this method is to find pairs of neighbors that minimize the total branch length at each stage of clustering of neighbors (Saitou and Nei, 1987). As shown in Figure 2, clustering raised from A to G in the neighborhood. Therefore, isolates obtained lettuces (cluster A) were found the most distinct genotypes from the other isolates collected from vegetables. All of tomatoes isolates were took place cluster D and G. However, C2 isolate obtained from cucumber placed in the D cluster and involved in the same branch with T8 isolate.

C2 isolate from cucumbers and T8 isolate from tomatoes were grown in the same greenhouse. All of isolates from the eggplants and peppers were in B and C cluster. While D2, D3 and D4 isolates obtained from dills have been in the cluster B, isolate D1 is in the cluster F with Ba1 at the same branch. D3 and D4 isolates from dill in greenhouses, D1 and D2 isolates were from dill in the peppers with the same greenhouses. Moreover, D1 and Ba1 isolates were obtained from nearby regions. On the other hand, all of isolates from basil and beans were in the cluster F. The isolate from pepper was obtained from same fields where bean and cucumber had cultivated before, this case was not valid only for isolate C2. PCoA and PCO, scattered plot reporting the first two components, describing all analyzed isolates are given in Figure 3. The main two coordinated analysis explained 80 and 70% variability, respectively. PCoA and PCO analysis were used with together due to PCO was necessarily inferior to PCoA. Because each point was exactly placed where it ought to be in PCoA, whereas in PCO each point was only approximated based on a best-fit model of the dissimilarities (Podani and Miklos, 2002). Likewise, results of PCO were shown dissimilarities of isolates from different hosts. As seen in NJ and dendrogram, all isolates of lettuce placed in the furthest point in the diagram of PCO analyse. On the other hand,

isolate P2, P3 and P4 were outside of the ring. Although isolate P1 was in same cluster with other samples that it placed near to border line. P5 and P6 isolates were in same cluster. This result can be associated with close regions of collected samples that P2 and P3 isolates has derived from Kayaburnu which is close district to Kocayatak. Moreover, P1 isolate was derived from Serik which is near to these regions. These results show isolate P5 and P6 from Demre were genetically different according to regions.

Finally, the genetic diversity among isolates was also visualized by Jaccard analysis. Jaccard similarity and distance indices values ranged from 0 to 0.65 (Figure 4). Their ranged from 0 (no overlap) to 1 (complete congruence). While selecting convenient evaluation method, Jaccard is numerically sensitive to mismatch when there is reasonably strong overlap. Dice values are high for the same pair of segmentations. The Jaccard distance, which measures dissimilarity between sample sets, is complementary tool to the Jaccard coefficient (Levandowsky and Winter, 1971). While Dice's coefficient gives attention to bands showing matches, Jaccard approaches has importance to determine of differentiation (Cariço et al., 2005). Transposable elements (*Flipper* and *Boty*) were detected among isolates from all the hosts. The presence or absence of two transposable elements was tested in every strain using the PCR reaction. *Flipper* transposable element was determined with 1250 bp product in all of isolates, while none of the isolates amplified the expected 510 bp product corresponding to the *Boty* element.

4. Discussion

B. cinerea and its sexual form *B. fuckeliana* Whetzel comprises 22 species and one hybrid (Yohalem et al., 2003). Recent studies have shown *B. cinerea* that a remarkable genetic differences and morphological variability are present (van Der Vlugt-Bergmans et al., 1993; Diolez et al., 1995; Mirzaei et al., 2007). Its classification based on serological method (Jarvis, 1977) besides morphological and cultural characteristics has not provided contributions to taxonomy in this genus (Jarvis, 1980). For last decades, DNA-based molecular techniques have become

pea, and squash in California. *Botrytis cinerea* is a common species and inhabited on a wide range of host plants as a parasite or saprophyte (Domsch et al., 1993). Improvement of resistance variety to disease offers excellent perspectives for improved disease control. However, breeding for resistance variety against *B. cinerea* has been difficult in most crops except tomato. Recently, there has been substantial advance in conventional breeding for grey mold resistance in tomato (ten Have et al., 2007). Wild genotype *S. habrochaites* (LYC4) was used for resistance to *B. cinerea* in to *S. lycopersicum* (Finkers et al., 2007). However, up to now, there is no stated any tomato cultivars exhibiting resistance to gray mold in greenhouses (Ingram and Meister, 2006).

Characterization of population structure is important to development of disease-control strategies. Classification of *Botrytis* genus is largely based on morphological and cultural characteristics (Hennebert, 1973; Jarvis, 1977). Merely, many *Botrytis* species are morphologically similar and growth conditions of pathogen that significantly influence variation (Beever and Weeds, 2004). Although morphological characters are so far suggested in identification of *Botrytis cinerea*, in recent years molecular markers have been suggested (White et al., 1990; Rigotti et al., 2002). In our study, the complete ITS (Internal Transcribed Spacer) region of nuclear ribosomal DNA was sequenced as previously described (Paul, 2000) and used to molecular diagnosis using universal primers ITS1 and ITS4 (White et al., 1990). ITS1 and ITS4 primers have been suggested to identify of *B. cinerea* (Kaur, 2015). Mirzaei et al. (2007) have carried out taxonomical studies using specific primers on the genus *Botrytis* and these primers were also effective in discrimination of isolates from roses in greenhouses at central regions of Iran (Khazaeli et al., 2010). In assessing of the *B. cinerea* population variability at molecular level, they also used dominant markers such as RAPD, AFLP and ISSR. In Korea, analysis of genetic variation in *B. cinerea* isolates derived from 9 different host (cucumber, gerbera, ginseng, grape, kiwi, pear, tomato and strawberry) were investigated using 29 decaprimers RAPD markers on 29 isolates of *B. cinerea* isolated from table grapes and other crops in Chile (Choi et al., 1998). Any single

primer was not reported to understand differentiation of *B. cinerea*'s the host or geographical origin (Thompson and Latorre, 1999). In another study, RAPD molecular marker were performed on 34 fungal strains isolated from strawberry and other host plants to detect polymorphism (Rigotti et al., 2002). Forty-four isolates of *B. cinerea* collected from six greenhouses were analyzed by RAPD and AFLP to determine the genetic relationships of *B. cinerea* populations in Almería, Spain. Although polymorphisms were more frequently detected per primer with AFLP than with RAPD, polymorphisms obtained with RAPD were more frequently per loci than AFLP (Moyano et al., 2003). Seventy nine isolates of *B. cinerea* from different host plants and different locations of India and Nepal have been checked to understand of their genetic variability on the basis of geographical regions with defined groups according to cluster analysis based on RAPD markers (Kumari et al., 2014). RAPD and ISSR molecular markers were used to analyze isolates from grapes and other fruits to compare the genetic polymorphism and evolutionary relationships between the two groups (Group A and Group B). Group A contained strains producing conidiospores quickly and numerously, group B were isolates which could hardly produce conidiospores on PDA. Using RAPD-PCR method, E17 primer could amplify a 600-700 bp band in all of the tested isolates and this primer could be used and suggested as molecular marker to follow of *B. cinerea*'s genetic diversity. ISSR cluster analysis demonstrated genetic differences among strains from two groups (Cui, 2013). Multilocus profiles generated by co-dominant molecular markers are highly suited to determine population structure and evolutionary biology in plant pathogenic fungi (Milgroom, 1996). SSR markers were also developed for *B. cinerea* and revealed a high level of polymorphism among isolates from various hosts, including grapevine (Fournier et al., 2002). Leyronas (2015) used SSR marker to determinate of genetic differences on isolates from tomatoes and lettuces. Obtained results suggest an absence of clear host specialization of *B. cinerea* on tomato and lettuce that similar results have been reported by Choi et al. (2003), Kumari et al. (2014) and Asadollahi et al. (2013). Most of genetic studies in *Botrytis* genus have been carried out on *B. cinerea*. Choi et al. (2003)

reported high level of genetic variation among population that could be caused by heterokaryosis among preexisting molecular phenotypes. MP-PCR data set were consistent with absence of sexual recombination in sampled populations of this pathogen (Ma and Michailides, 2005). Asadollahi et al. (2013) suggest the occurrence of host-specific, sympatric divergence of generalist phytoparasites in perennial hosts.

In our study, *B. cinerea* isolates from some vegetables crops cultivated in greenhouses were characterized using combined dominant ISSR and co-dominant SRAP molecular markers. We show that genetic diversity in these vegetable isolates is high and all of them were identical. Host specificity of *B. cinerea* from different hosts has been affected with several parameters depending on phenology of the hosts, spores migration (Asadollahi et al., 2013). Isenegger et al. (2008)'s results highlighted the potential threat of host resistance breakdown as a result of considerable genetic diversity, genotype flow and the evolutionary potential of *B. cinerea*. On the other hand, the sudden change of fungal population observed following fungicide treatment supports the hypothesis that a change of the *B. cinerea* population in the air, in the form of vegetative spores, could result in an abrupt change of *B. cinerea* populations on hosts. However, eventual host preferences of *B. cinerea* variants may also play a role (Asadollahi et al., 2013).

To the best of our knowledge, there is no study which focused on transposable elements in isolates collected from Turkey. The present study has shown that *Flipper* type is common in all *B. cinerea* population obtained from greenhouses-grown vegetable in Turkey. On the other hand, none of isolates has *Boty* type. Many studies have examined, *Boty* transposable elements were detected in Europe America and Australia, while *Flipper* transposable elements alone have been isolated only in southern and Eastern Europe, Tunisia and Bangladesh (Vercesi et al., 2014). Under the present experimental conditions, this subgroup was dominant. More studies are needed to determine if this means that *Boty* and *Flipper* is invading the *vacuma* group, or these strains belong to another subpopulation of *B. cinerea* (Tanović et al., 2009).

5. Conclusion

The rapidly genetic changes on pathogen population can be associated with a result of different fungicide applications leading to changes in host preferences of *B. cinerea* enforcing formation of variants in our cultivation fields. However further studies based on specific gene sequences and tracking on mutations are necessary to understand the major reason for these genetic diversity on pathogen at our region. As a pioneer study, to the best of our knowledge, there is no study related to genetic discrimination of *B. cinerea* isolates using ISSR and SRAP molecular markers on *B. cinerea*. We employed different ISSR and SRAP markers to study the population genetics of *B. cinerea* isolates from different hosts for major districts in Turkey. Moreover, transposable elements (*Flipper* and *Boty*) were detected among isolates from all the hosts, and *Boty* transposable elements have never been observed in greenhouse vegetable production in Turkey.

References

- Aka-Kacar, Y., Demirel, A., Tuzcu, O., Yesiloglu, T., Ulas, M., & Yildirim, B. (2005). Preliminary results on fingerprinting lemon genotypes tolerant to Mal Secco (*Phoma tracheiphila* Kanc. et Ghik) disease by RAPD markers. *Biologia Bratislava*, 60(3):295-300.
- Angelini, R.M., Rotolo, C., Masiello, M., Pollastro, S., Ishii, H., & Faretra, F. (2012). Genetic analysis and molecular characterisation of laboratory and field mutants of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) resistant to QoI fungicides. *Pest Management Science*, 68(9):1231-1240.
- Asadollahi, M., Fekete, E., Karaffa, L., Flipphi, M., Arnyasi, M., Esmaeili, M., Váczy, K.Z., & Sándor, E. (2013). Comparison of *Botrytis cinerea* populations isolated from two open-field cultivated host plants. *Microbiological Research*, 168(6):379-388.
- Baysal, Ö., Karaaslan, Ç., Siragusa, M., Allesandro, R., Carimi, F., De Pasquale, F., & Teixeira Da Silva, J.A. (2013). Molecular markers reflect differentiation of *Fusarium oxysporum* forma specialis on tomato and forma on eggplant. *Biochemical Systematics and Ecology*, 47:139-147.
- Baysal, Ö., Mercati, F., Ikten, H., Çetinkaya Yıldız, R., Carimi, F., Aysan, Y., & Teixeira da Silva, J.A. (2011). *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*: Tracking strains using their genetic differentiations by ISSR markers in Southern Turkey. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 75(3):13-119.

- Baysal, Ö., Siragusa, M., İkten, H., Polat, İ., Gümürküçü, E., Yiğit, F., Carimi, F., & Teixeira da Silva, J.A. (2009). *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* races and their genetic discrimination by molecular markers in West Mediterranean region of Turkey. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 74(1):68-75.
- Beever, R.E., & Weeds, P.L. (2004). Taxonomy and genetic variation of *Botrytis* and *Botryotinia*. pp. 29-52 In: Elad Y, Williamson B, Tudzynski P, Delen N, (eds). *Botrytis, Biology, Pathology and Controls*. Kluwer Academic Publisher. Netherland.
- Brent, K.J., & Hollomon, D.W. (1998). Fungicide resistance: the assessment of risk. FRAC Monograph No. 2, Brussels.
- Carriço, J.A., Pinto, F.R., Simmas, C., Nunes, S., Sousa, N.G., Frazao, N., Lencastre, H., & Almeida, J.S. (2005). Assessment of band-based similarity coefficient for automatic type and subtype classification of microbial isolates analyzed by pulse field gel electrophoresis. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(11):5483-5490.
- Choi, I.S., Kim, D.H., Lee, C.W., Kim, J.W., & Chung, Y.R. (1998). Analysis of genetic variation in *B. cinerea* isolates using Random Amplified Polymorphic DNA markers. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8(5):490-496.
- Cui, Z.J. (2013). Identification of sporulational group and analysis of genetic polymorphism of *Botrytis cinerea*. Master Thesis, China.
- Datta, D., Gupta, S., Chaturvedi, S.K., & Nadarajan, N. (2011). Molecular markers in crop improvement. Indian Institute of Pulses Research, Kanpur - 208 024.
- Dice, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26:297-302.
- Diolez, A., Marches, F., Fortini, D., & Brygoo, Y. (1995). *Boty*, a long-terminal-repeat retro-element in the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea*. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(1):103-108.
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T. (1993). *Compendium of Soil Fungi*. New York, Academic Press.
- Dorsaf Ben, A., & Hamada, W. (2005). Genetic diversity of some Tunisian *Botrytis cinerea* isolates using molecular markers. *Phytopathologia Mediterranea*, 44:300-306.
- Doveri, S., Lee, D., Maheswaran, M., & Powell, W. (2008). Molecular markers: History, features and applications. In *Principles and Practices of Plant Genomics*, Volume 1, C.K.a.A.G. Abbott, ed. (Enfield, USA: Science Publishers), pp. 23-68.
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., & Delen, N. (2007). Chapter 1: *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems—an introduction. Y. Elad et al. (eds.), *Botrytis: Biology, Pathology and Control*, 1-8. © 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- FAO, (2014). Food and agriculture organisation of the United Nations. www.fao.org/faostat Accessed date:12 December 2016.
- Finkers, R., van den Berg, P., van Berloo, R., ten Have, A., van Heusden, A.W., van Kan, J.A.L., & Lindhout, P. (2007). Three QTLs for *Botrytis cinerea* resistance in tomato. *Theoretical and Applied Genetics*, 114(4):585-593.
- Fournier, E., Giraud, T., Loiseau, A., Vautri, D., Estoup, A., Solignac, M., Cornuet, J.M., & Brygoo, Y. (2002). Characterization of nine polymorphic microsatellite loci in the fungus *Botrytis cinerea* (Ascomycota). *Molecular Ecology Notes*, 2:253-255.
- Hammer, R., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol, Electronica*, 4(1):9.
- Hennebert, G.L., (1973). *Botrytis* and botrytis-like genera. *Persoonia*, 7: 183-204.
- Hildebrand, C.E., Torney, D.C., & Wagner, R.P. (1992). Mapping the genome. Informativeness of polymorphic DNA markers. *Los Alamos Science*, 20:100-102.
- Ingram, D.M., & Meister, C.W. (2006). Managing *Botrytis* Gray Mold in Greenhouse Tomatoes Using Traditional and Bio-Fungicides. Plant Management Network.
- Isenegger, D.A., Macleod, W.J., Ford, R., & Taylor, P.W.C. (2008). Genotypic diversity and migration of clonal lineages of *Botrytis cinerea* from chickpea fields of Bangladesh inferred by microsatellite markers. *Plant Pathology*, 57(5):967-973.
- Jaccard, P. (1907). La distribution de la flore dans la zone alpine. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 18:961-967
- Jarvis, J.W. (1980). *The Biology of Botrytis*. Edited by J.R. Coley-Smith, K. Verhoeff, W.R. Jarvis. Taxonomy. Academic Press. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. London New York Toronto Sydney San Francisco.
- Jarvis, W.R. (1977). *Botryotinia and Botrytis* species: Taxonomy, Physiology and Pathogenicity, A guide to the Literature. Monograph No. 15, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada.
- Jensen, M.H. (2002). Controlled environment agriculture in deserts tropics and temperate regions – A world review. *Acta Horticulturae*, 578(1):19-25.
- Kaur, G. (2015). Variability and management studies of *Botrytis Cinerea* causing grey mould in gladiolus. PhD Thesis. Dr Yashwant Singh Parmar University, India.
- Kecskeméti, E., Brathuhn, A., Kogel, K.H., Berkemann-Löhnertz, B., & Reineke, A. (2014). Presence of transposons and mycoviruses in *Botrytis cinerea* isolates collected from a German

- grapevine growing region. *Journal of Phytopathology*, 162(9):582-595.
- Khazaeli, P., Zamanizadeh, H., Morid, B., & Bayat, H. (2010). Morphological and molecular identification of *Botrytis cinerea* causal agent of gray mold in rose greenhouses in central regions of Iran. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 1(1):19-24.
- Kumari, S., Tayal, P., Sharma, E., & Kapoor, R. (2014). Analyses of genetic and pathogenic variability among *Botrytis cinerea* isolates. *Microbiological Research*, 169(11): 862-872.
- Levandowsky, M., & Winter, D. (1971). Distance between sets. *Nature*, 234(5):34-35.
- Leyronas, C., Byrone, F., Duffaud, F., Troulet, C., & Nicot, P.C. (2015). Assessing host specialization of *Botrytis cinerea* on lettuce and tomato by genotypic and phenotypic characterization. *Plant Pathology*, 64(1):119-127.
- Li, G., & Quiros, C.F., (2001). Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in Brassica. *Theoretical Applied Genetic*, 103:455–461.
- Ma, Z., & Michailides, T.J. (2005). Genetic structure of *Botrytis cinerea* populations from different host plants in California. *Plant Disease*, 89(10): 1083-1089.
- Malvick, D., & Percich, J. (1998). Genotypic and pathogenic diversity among pea-infecting strains of *Aphanomyces euteiches* from the central and western United States. *Phytopathology*, 88:915-921.
- Milgroom, M.G. (1996). Recombination and the multilocus structure of fungal populations. *Annual Review of Phytopathology*, 34:457-77.
- Mirzaei, S., Goltapeh, E.M., & Shams-Bakhsh, M. (2007). Taxonomical studies on the genus *Botrytis* in Iran. *Journal of Agricultural Technology*, 3(1):65-76.
- Moyano, C., Alfonso, C., Gallego, J., Raposo, R., & Melgarejo, P. (2003). Comparison of RAPD and AFLP marker analysis as a means to study the genetic structure of *Botrytis cinerea* populations. *European Journal of Plant Pathology*, 109(5):515-522.
- Paul, B. (2000). ITS1 region of rDNA of *Pythium megacarpum* sp. nov., its taxonomy and its comparison with related species. *FEMS Microbiology Letters*, 186(2):229-233.
- Podani, J., & Miklós, I. (2002). On the horseshoe effect in ecological ordinations. 45th Symposium of the International Association for Vegetation Science, March 3-8, 2002, Porto Alegre, Brazil
- Polat, İ., Baysal, Ö., Mercati, F., Kitner, M., Cohen, Y., Lebeda, A., & Carimi, F. (2014). Characterization of *Pseudoperonospora cubensis* isolates from Europe and Asia using ISSR and SRAP molecular markers. *European Journal of Plant Pathology*, 139(3):641-653.
- Rigotti, S., Gindro, K., Richter, H., & Viret, O. (2002). Characterization of molecular markers for specific and sensitive detection of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) using PCR. *FEMS Microbiology Letters*, 209(2):169-174.
- Rosslénbroich, H.J., & Stuebler, D. (2000). *Botrytis cinerea* – history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection*, 19(8-10):557-61.
- Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4):406-425.
- Schlötterer, C. (2004). The evolution of molecular markers-just a matter of fashion? *Nature Reviews Genetics*, 5(1):63-69.
- Shao, W., Ren, W., Zhang, Y., Hou, Y., Duan, Y., Wang, J., Zhou, M., & Chen, C. (2015). Baseline sensitivity of natural populations and characterization of resistant strains of *Botrytis cinerea* to fluazinam. *Australasian Plant Pathology*, 44(4):375-383.
- Smith, J.S.C., Chin, E.C.L., Shu, H., Smith, O.S., Wall, S.J., Senior, M.L., Mitchel, S.E., Kresovich, S., & Tiegler, J. (1997). An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): comparisons with data from RFLPs and pedigree. *Theoretical and Applied Genetics*, 95(1-2):163-173.
- Sun, H.Y., Wang, H.C., Chen, Y., Li, H.X., Chen, C.J., & Zhou, M.G. (2010). Multiple resistance of *Botrytis cinerea* from vegetable crops to carbendazim, diethofencarb, procymidone, and pyrimethanil in China. *Plant Disease*, 94(5):551-556.
- Tanović, B., Delibašić, G., Milivojević, J., & Nikolić, M. (2009). Characterization of *Botrytis cinerea* isolates from small fruits and grapevine in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 61(3):419-429.
- ten Have, A., van Berloo, R., Lindhout, P., & van Kan, J.A.L. (2007). Partial stem and leaf resistance against the fungal pathogen *Botrytis cinerea* in wild relatives of tomato. *European Journal of Plant Pathology*, 117(2):153-166.
- Thompson, J.R., & Latorre, B.A. (1999). Characterization of *Botrytis cinerea* from Table Grapes in Chile Using RAPD-PCR. *Plant Disease*, 83(12):1090-1094.
- TUIK, (2014). Turkish Statistical Institute. www.turkstat.gov.tr. Accessed date: 12 December 2016.
- Tuzel, Y., & Leonardi, C. (2010). Protected cultivation in Mediterranean region: Trends and needs. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(3):215-223.
- Ünlü, A., Baysal, Ö., Polat, İ., Sülü, S.M., İkten, H., Devran, Z., & Gümrükcü, E. (2017). Batı Akdeniz Bölgesi örtüaltı yetiştiriciliğinde sorun olan domateste Bakteriyel Benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* "Okabe" Y.D.&W) hastalığı

- etmeni izolatlarının genetik farklılıklarının moleküler yöntemlerle tespiti. *Derim*, 34(2):122-130.
- van Der Vlugt-Bergmans, C.J.B., Brandwagt, B.F., Vant Klooster, J.W., Wagemakers, C.A.M., & van Kan, J.A.L. (1993). Genetic variation and segregation of DNA polymorphisms in *Botrytis cinerea*. *Mycological Research*, 97(10):1193-1200.
- Vercesi, A., Toffolatti, S.L., Venturini, G., Campia, P., & Scagnelli, S. (2014). Characterization of *Botrytis cinerea* populations associated with treated and untreated cv. Moscato vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*, 53(1):108-123.
- White, T.J., Bruns, T., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR protocols: A guide to methods and applications (M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky and T.J. White, eds): 315-322. San Diego: Academic Press.
- Williamson B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Kan, J.A.L. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8(5):561-580.
- Yohalem, D.S., Neilson, K., & Nicolaisen, M. (2003). Taxonomic and nomenclatural clarification of the onion neck rotting *Botrytis* species. *Mycotaxon*, 85:175-182.

Performance of the predator *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) on plastic greenhouse pepper sprayed vs unsprayed pine pollen

Halil KÜTÜK¹

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bolu

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: halilkutuk@ibu.edu.tr

ORCID:0000-0002-2390-2053

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):135-140
doi: 10.16882/derim.2018.396951

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 20.02.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 22.10.2018



Abstract

From sucking pests, a one of the most known important pest, flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in protected vegetable cultivation in Turkey. The predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) was used to control to suppress the pest population especially on pepper plant in more than 50 countries worldwide since 2005. According the literature on *A. swirskii*, it can survive on pepper plants sprayed with pine and cattail pollen, where there is no prey. Therefore, it was expected that population of a well-known pollenophagous species, *A. swirskii* can be increased by spraying pine pollen to peppers. Pollen was diluted in water and sprayed on the plants with backpack sprayer at the dose of 5 kg ha⁻¹. In both experiments, the thrips populations was less than 2 per flower in the predatory mite released plots (with predators and without pollen and with predators and pine pollen) throughout the experiments. Contrary to our expectation, the provision of pine pollen to peppers did not result in increased number of the predatory mite. Our results clearly show that, the pine pollen was less suitable food source than the pepper own pollen for the predatory mite. Some study on pine pollen as a non-prey food source for *A. swirskii* with a full analysis of constituents is necessary.

Keywords: *Frankliniella occidentalis*; Predatory mite; Biological control; Protected crops

Predatör, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae)'nin plastik seralarada çam poleni uygulanmış ve uygulanmamış biber bitkilerindeki performansı

Öz

Türkiye'de açık ve kapalı alan sebze yetiştiriciliğinde sokucu emici zararlılardan, çiçek thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) bilinen önemli zararlı türlerden biridir. Söz konusu zararlı çiçek thrips özellikle biber bitkilerinde 2005 yılından bu yana dünyada 50 den fazla ülkede predator akar, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) ile baskı altına alınmaktadır. Daha önceki yapılan çalışmalar ile *A. swirskii*'nin avının olmadığı durumlarda çam ve kamış bitkisi polenlerinin püskürtüldüğü biber bitkileri üzerinde yaşamlarını sürdürebildiklerini göstermektedir. Polenlerle beslendiği bilinen *A. swirskii*'nin biber bitkilerindeki popülasyonun bitkilerin üzerine çam poleni püskürtülmesi yoluyla artırılacağı beklenilmektedir. Bu amaçla sui le karıştırılan çam poleni 5 kg ha⁻¹ dozunda olacak şekilde el pülverizatörü yardımıyla biber bitkilerine uygulanmıştır. Yürütülen her iki denemede predator akarın salındığı parsellerde (predator akar salınmış fakat biber bitkilerine çam poleni püskürtülmemiş; predator akar salınmış aynı zamanda biber bitkilerine pollen püskürtülmüş) thrips popülasyonu 2 adet çiçek⁻¹ oranından daha düşük seyretmiştir. Ancak beklentinin aksine biber bitkilerinin üzerine sırt pülverizatörü yardımıyla çam poleni püskürtülmesi predator akar popülasyonunda artış ile sonuçlanmamıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular daha önceki yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile birlikte değerlendirildiğinde, predator akar için biber bitkilerinin sahip olduğu kendi doğal polenin çam poleninden daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çam polenin predator, *A. swirskii* için ilave besin olarak düşünülmesi için polenin besin içeriğinin analiz edildiği bir çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Frankliniella occidentalis*; Predatör akar; Biyolojik mücadele; Örtüaltı

1. Introduction

Either in open field or protected vegetable cultivation, one of the most important pest group is sucking insects, such as *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera:

Thripidae), *Bemisia* spp. Quaintance & Baker (Hemiptera: Aleyrodidae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) that have short life span and high reproductive potential. Growers has been used intensively insecticides and acaricides against these pests. Solution of

the problems based on sustainable agriculture system especially via biological control tactic is a challenge for researchers and growers in all around the World. In the protected cultivation system, augmentative releases of mass-reared natural enemies to suppress the pest population has been a cleverly chosen as an alternative to the chemical control (van Lenteren and Bueno, 2003). Provision additional food sources, such as pollen to improve biocontrol efficacy in greenhouse has been known by the researchers for a long time. The Pollen available have a strong effect on establishing of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) population in greenhouse crops even before pest are present (Bolckmans et al., 2005). The plants families including Betulaceae and Pinaceae are important pollen providers for generalist predatory mite species in spring, especially when prey abundance was poor (Addison et al., 2000).

A generalist predatory mite, *A. swirskii* feeds on different insects and mites, however, it is an important biological control agent of the whiteflies, *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) and the Western flower thrips, *F. occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (Cock et al., 2010; Gerson and Weintraub, 2012). In pepper grown greenhouse, *A. swirskii* has effectively provided long term control of western flower thrips (Calvo et al., 2012; Bolckmans et al., 2005). Previous studies carried out by Kütük and Yiğit (2011) and Kumar et al. (2015) found that this predatory mite *A. swirskii* can survive on pepper plants sprayed with pine and cattail pollen, respectively, where there is no prey. Therefore, we hypothesized that spraying pine pollen with *A. swirskii* release on the flowering peppers to increase *A. swirskii* population to a greater extent than the predatory mite releases. So, the effect of the provision of pine pollen on the dynamics of a predatory mite-pollen system was studied under greenhouse conditions.

2. Material and Method

2.1. Cultures

Predatory mite, *A. swirskii*, population were provided from Koppert prior to this study. *A.*

swirskii was reared on *Carpoglyphus lactis* (Acari: Acaridae) in a climate room (25°C, 60% RH, 14/10 daylight) at the Biological Control Research Station in Adana, Turkey, according to developed method by Overmeer (1985).

2.2. Pollen source

Plants families including Betulaceae and Pinaceae were used to obtain their pollen for the generalist predatory mite in spring (Addison et al., 2000). The collected pollens used in the study from pine (*Pinus brutia*) plants, where they are at Toros Mountain were dried in the oven for 3 days at 37°C and kept in a refrigerator at -10°C.

2.3. Plastic greenhouse experiments

A heated (min. 10°C during winter months) and an unheated plastic high tunnels (min. 0°C during winter months) belongs to the Adana Biological Control Research Institute were used to carry out experiments. Peppers were planted in rows, each with 10 plants, on 16th of September 2009. The maintenance of the pepper plants was done according to the practices of growers. First, plastic tunnels were separated into three sections, then in each section was separated into 5 subdivisions (having 3 rows). The experiment was designed in a completely randomized block with 3 treatments each replicated 5 times: (A) 50 *A. swirskii* m² + pollen sprayed at 5 kg ha⁻¹; (B) 50 *A. swirskii* m² alone, (C) no *A. swirskii* and all plants were sprayed with water only.

Amblyseius swirskii (nymphs and adults) were released directly on different plants in treatments A and B on 17th of October 2009 (when the plants started flowering). Five plots treated with "treatment A", plants were first sprayed with pine pollen before releasing the predatory mite. Pollen was diluted in water and sprayed on the plants with backpack sprayer. Pollen spray was repeated three times at 27 October, 7 November, and 17 November.

Sampling started on 6th of November 2009 and continued weekly to monitor thrips and predators. Totally 28 and 18 sampling were conducted from 6 November 2009 in heated and unheated plastic tunnels, respectively. Nymphal and adult stages of *F. occidentalis* and all stages of *A. swirskii* on each sample

leaves and flowers (10 leaves and 5 flowers from each section) collected randomly was recorded under a binocular microscope at 30 times magnification in the laboratory. It is provided an average estimation of thrips and predator density per section. HOBO (Onset Computer, Bourne, MA, USA) data loggers were used to monitor temperature and relative humidity during the experiment. Compatible insecticides: chlorantraniliprole (Altacor) and pymetrozine (Plenum) against *Spodoptera littoralis* and *Aphis* spp. with *A. swirskii* were used in the plastic greenhouses used for both experiments. Both insecticides do not negatively affect *A. swirskii* (Kütük and Karacaoğlu, 2012).

2.4. Data analysis

Differences in the number of thrips were calculated by analysis of variance and means were separated using Duncan's multiple comparison test ($P \leq 0.05$) at each sampling date. Average numbers of thrips (leaf+flowers) and numbers of predatory mite (leaf + flowers) were subjected to Student's t test ($P \leq 0.05$) presence or absence of pollen as factors.

3. Result and Discussion

3.1. Heated plastic greenhouse

Thrips densities were significantly different in the 3 treatments (without predatory mite and pollen; with predatory mite and without pollen and with predatory mite and pine pollen) at some dates (Table 1). Thrips, *F. occidentalis*, densities remained very low in release plots (with predatory mite and without pollen; with predatory mite and pine pollen) during the autumn and winter months. However, average thrips density increased rapidly on 30th of November in the control plot. On 14th of December, thrips density reached a peak level of 3.60 active stages per flower. This value exceeds the action threshold of 3 thrips per flower (Yücel et al., 2011; Keçeci and Gürkan, 2017). The thrips level then decreased to 2.40 thrips per flower on 4th of January, after which a steadily decline in population occurred. The number of thrips per flower averaged 1-1.5 during February 1 to March 23 (Table 1). A very small increase was seen in thrips populations on 12th of April, but they declined on 3th of May

due to the presence of naturally occurring *Orius* species in the flowers. The number of *A. swirskii* (all stages) recorded on plants with pollen (treatment A) was not significantly different than plants without pollen (Treatment B) (Figure 1; $t(49) = -0.789$; $P = 0.434$). Additionally, similar density of thrips were recorded on plants with pollen (treatment A) and plants without pollen (treatment B), ($t(54) = 1.772$; $P = 0.084$).

3.2. Unheated plastic greenhouse

Thrips densities were significantly different in the 3 treatments (without predatory mite and pollen, with predatory mite and without pollen and with predatory mite and pine pollen) at some date (Table 2). Predator densities were not significantly different between plants treated with pollen than those without pollen (Figure 2; $t(43) = -0.1$; $P = 0.921$). Also, there was no significant differences in thrips density between plants with pollen (treatment A) and without pollen (treatment B), (Figure 2; $t(14) = -0.999$; $P = 0.335$).

Thrips populations, which was less than 2 per flower throughout the experiments in the release plots (with predatory mite and without pollen and with predatory mite and pine pollen) incidence with an increase in predatory mite density in both experiment. These results show that thrips can be effectively controlled by predatory mite, *A. swirskii* on greenhouse grown peppers in the eastern Mediterranean region of Turkey. It has been known that *A. swirskii* effectively control *F. occidentalis* in greenhouse grown peppers (Calvo et al., 2012; Kutuk et al., 2011). However, we would expect that spraying pine pollen with *A. swirskii* release on flowering peppers to increase the number of *A. swirskii* to a greater extent than predatory mite releases without pine pollen in both experiments. Contrary to our expectation, the provision of pine pollen to peppers did not result in increased number of the predatory mite. This predator is a well-known pollenophagous species, feeds on different insects and mites (Ragusa and Swirski, 1975; Goleva and Zebitz, 2013). The previous studies carried out by Kütük and Yiğit (2011) and Kumar et al. (2015) found this predatory mite was able to survive in the absence of prey on pepper plants sprayed with pine and cattail pollen, respectively.

Table 1. Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* on peppers treated with *Amblyseius swirskii* on pepper sprayed vs unsprayed pine pollen and control in heated plastic tunnel experiment

Sampling date	Treatments			df	F	P
	Control	With pollen	No pollen			
6 November	0.24±0.8	0.24±0.1	0.28±0.1	2;12	0.118	0.890
16 November	0.24±0.1	0.72±0.1	0.32±0.1	2;12	2.531	0.121
23 November	1.04±0.3	1.72±0.5	1.20±0.4	2;12	0.847	0.453
30 November	2.88±1.0	0.60±0.1	1.56±0.4	2;12	3.029	0.086
7 December	3.04±0.6 b	0.84±0.1 a	1.68±0.4 ab	2;12	5.220	0.023
14 December	3.60±0.5	1.64±0.3	0.88±0.2	2;12	3.341	0.070
21 December	2.44±0.4b	0.68±0.1a	1.08±0.2 a	2;12	8.108	0.006
28 December	2.32±0.8	1.08±0.2	0.60±0.1	2;12	2.170	0.157
4 January	2.40±0.4 b	1.72±0.3 a	1.24±0.2 a	2;12	5.808	0.017
11 January	1.68±0.2	1.36±0.3	0.92±0.2	2;12	2.757	0.103
18 January	1.40±0.1 b	0.48±0.1 a	0.58±0.2 a	2;12	3.933	0.049
25 January	1.72±0.5	0.72±0.2	0.32±0.1	2;12	2.699	0.108
1 February	1.16±0.2	1.20±0.3	0.60±0.1	2;12	2.414	0.131
8 February	1.24±0.3	0.68±0.2	0.56±0.3	2;12	1.788	0.209
15 February	1.00±0.6	0.52±0.1	0.12±0.0	2;12	0.560	0.585
22 February	1.00±0.5	0.76±0.2	0.32±0.1	2;12	0.689	0.521
1 March	1.00±0.3b	0.24±0.1 a	0.25±0.1 a	2;12	17.118	0.000
8 March	1.16±0.2	0.64±0.2	0.32±0.1	2;12	1.554	0.251
15 March	0.60±0.2	0.44±0.2	0.04±0.0	2;12	1.025	0.388
22 March	0.68±0.2	0.96±0.3	0.08±0.0	2;12	0.300	0.746
29 March	1.60±0.9	0.52±0.1	0.28±0.1	2;12	1.128	0.356
5 April	1.25±0.3	1.32±0.3	0.44±0.2	2;12	0.399	0.679
12 April	2.40±0.7	1.24±0.2	0.44±0.1	2;12	1.448	0.273
19 April	1.60±0.4	1.12±0.2	0.68±0.3	2;12	0.706	0.513
26 April	2.04±0.4	1.72±0.2	1.44±0.5	2;12	0.748	0.494
3 May	1.00±0.2 a	1.56±0.2 b	1.12±0.2 a	2;12	6.088	0.015
10 May	0.08±0.0	0.36±0.1	0.68±0.1	2;12	0.724	0.505
17 May	0.12±0.0	0.20±0.1	1.00±0.2	2;12	2.971	0.089

Means in rows followed by different small letters indicate significant differences among treatments at P ≤ 5% (ANOVA)

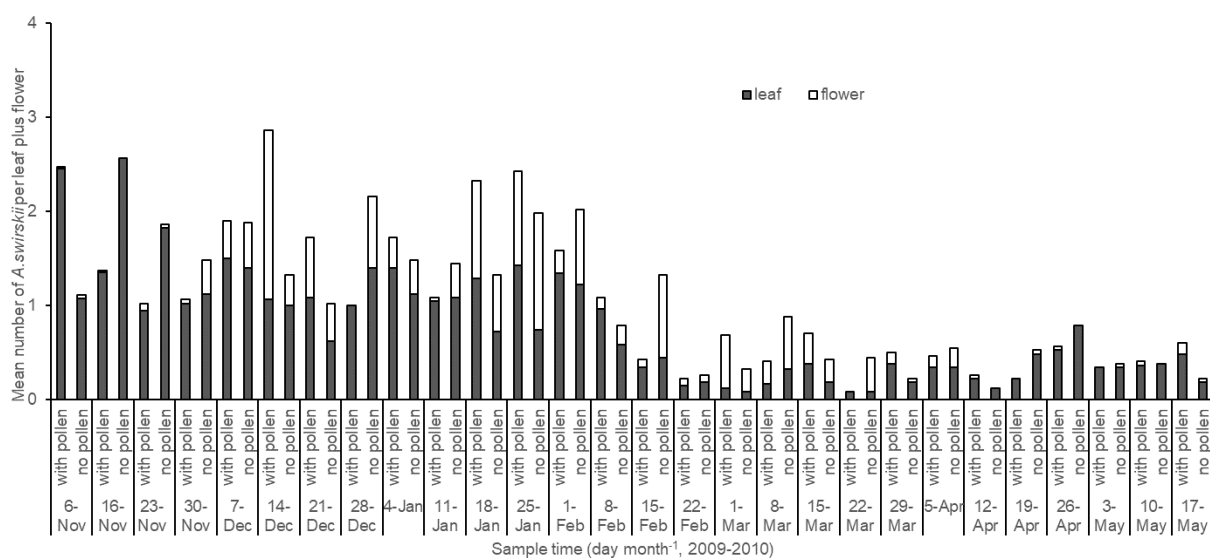


Figure 1. Effects of spraying pine pollen on the numbers of predatory mite, *Amblyseius swirskii* in heated plastic greenhouse experiment

Table 2. Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* on peppers treated with *Amblyseius swirskii* on pepper sprayed vs unsprayed pine pollen and control in unheated plastic greenhouse experiment

Sampling date	Treatments			df	F	P
	Control	With pollen	No pollen			
6 November	0.24±0.10	0.24±0.10	0.28±0.10	2;12	0.118	0.890
16 November	0.36±0.10	0.32±0.10	0.20±0.10	2;12	0.054	0.948
23 November	1.12±0.30	0.56±0.30	0.52±0.20	2;12	1.613	0.240
30 November	3.48±0.10 a	0.60±0.40 b	1.28±0.40 b	2;12	6.042	0.015
7 December	2.48±0.50 a	0.20±0.10 b	0.88±0.10 b	2;12	24.377	0.000
14 December	2.36±0.40 a	0.88±0.40 b	0.24±0.10 b	2;12	4.259	0.040
21 December	2.08±0.50	0.76±0.20	0.60±0.10	2;12	1.894	0.193
28 December	2.16±0.50a	0.24±0.10b	0.60±0.10 b	2;12	13.434	0.001

Means in rows followed by different small letters indicate significant differences among treatments at $P \leq 5\%$ (ANOVA)

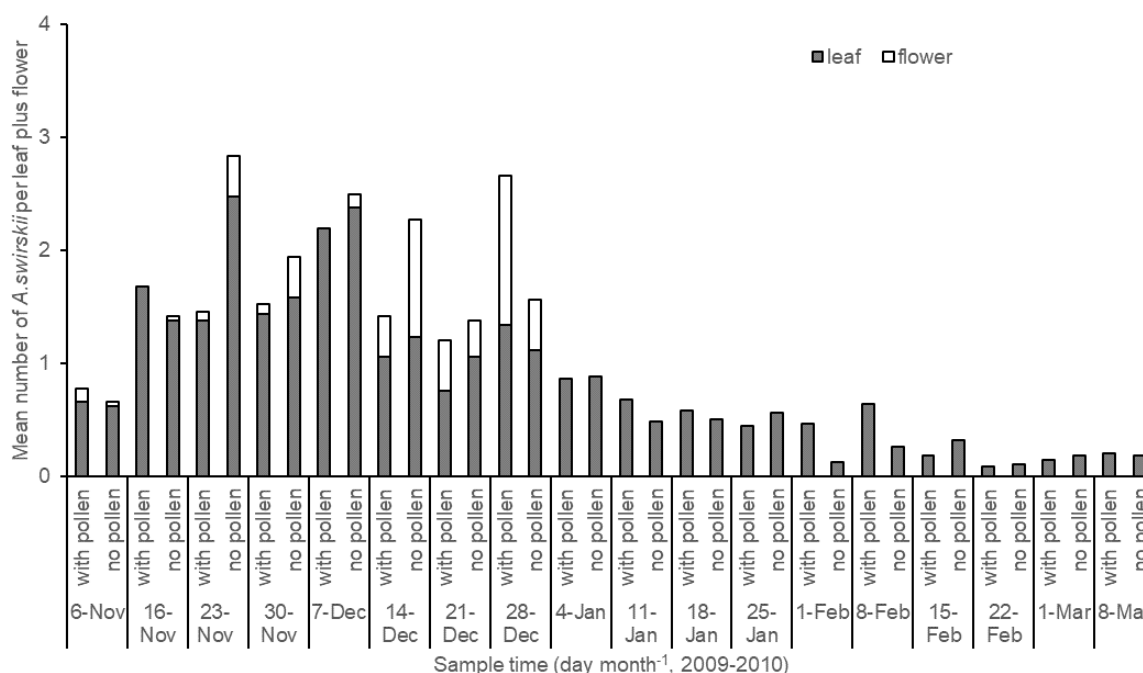


Figure 2. Effects of spraying pine pollen on the numbers of predatory mite, *Amblyseius swirskii* in unheated plastic greenhouse experiment.

Additionally, [Bolckmans et al. \(2005\)](#) suggested that *A. swirskii* is able to establish on flowering pepper in greenhouse without prey. When collaborated result of this study with the previous study carried by [Kütük and Yiğit \(2011\)](#), [Kumar et al. \(2015\)](#) and [Bolckmans et al. \(2005\)](#), pine pollen was less suitable food source than pollen own pepper plants for *A. swirskii*. [Goleva and Zebitz \(2013\)](#) suggested that *A. swirskii* can feed exclusively on pollen, but the nutritional value of pollens is significantly important for the performance of this predatory mite. However, the nutritional

suitability of different pollens for *A. swirskii* is not sufficiently known yet.

4. Conclusion

Considering all these results, pollen own peppers is suitable food source to establish for *A. swirskii* in greenhouse grown pepper, additional pollen provision is not necessary. On the other hand, to obtain a better knowledge, the nutritional value of pine pollen as food source for *A. swirskii* with a full analysis of pine

pollen constituents and the correlation of life-table is necessary.

Acknowledgements

I would like to thank the Ministry of Agriculture and Forestry of Turkey for supporting the project.

References

- Addison, J.A., Hardman, J.M.J., & Walde, S.J. (2000). Pollen availability for predaceous mites on apple: spatial and temporal heterogeneity. *Experimental and Applied Acarology*, 24(1):1–18.
- Bolckmans, K., Van Houten, Y., & Hoogerbrugge, H. (2005). Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). In: *Proceedings 2nd International Symposium on Biological Control of Arthropods*, pp:555–565
- Calvo, F.J., Bolckmans, K., & Belda, J.E. (2012). Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Biocontrol Science and Technology*, 22(12):1398–1416.
- Cock, M.J.W., van Lenteren, J.C., Brodeur, J., Barratt, B.I.P., Bigler, F., Bolckmans, K., Consoli, F.I., Haas, F., Mason, P.G., & Parra, J.R.P. (2010). Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? *Biocontrol*, 55(3):199-218.
- Gerson, U., & Weintraub, P.G. (2012). Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual Review of Entomology*, 57(1):229-247.
- Goleva, I., & Zebitz, C.P.W. (2013). Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 61(3):259-283.
- Keçeci, M., & Gürkan, M.O. (2017). Comparison of *Orius niger* with *Orius laevigatus* biological control efficiency to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) on sweet pepper in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 1164:399-406.
- Kumar, V., Xiao, Y., McKenzie, C.L., & Osborne LS (2015). Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a Predator-in-First approach. *Experimental and Applied Acarology*, 65(4):465-481.
- Kütük, H., & Karacaoğlu, M. (2012). Testing for non-target effects of some fungicides and insecticides on western flower thrips and their predator *Amblyseius swirskii*, under plastic tunnel conditions. *Bull IOBC-WPRS* 80:199-203.
- Kütük, H., & Yiğit, A. (2011). Pre-establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) using *Pinus brutia* (Ten.) (Pinales: Pinaceae) pollen for thrips (Thysanoptera: Thripidae) control in greenhouse peppers. *International Journal of Acarology*, 37(sup 1):95-101.
- Kutuk, H., Yiğit, A., Canhilal, R., & Karacaoğlu, M. (2011). Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) with *Amblyseius swirskii* on greenhouse pepper in heated and unheated plastic tunnels in the Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6(24):5428-5433.
- Overmeer, W.P.J. (1985). Rearing and handling. pp. 161–170. In: Helle, W. and M.W. Sabelis (Eds.). *Spider mites, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam.
- Ragusa, S., & Swirski, E. (1977). Feeding habits, post-embryonic and adult survival, mating, virility and fecundity of the predacious mite *Amblyseius swirskii* (Acarina: Phytoseiidae) on some coccids and mealybugs. *Entomophaga*, 22(4):383-392.
- van Lenteren, J.C., & Bueno, V.H.P. (2003). Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *Biocontrol*, 48(2):123-139.
- Yücel, S., Keçeci, M., Ünlü, A., Kılıç, T., Açıkan, A., Erdogan, P., Ozan, S., Ekmekçi, U., Ögüt, E., Özdemir, S., Aydın, H., Yurtmen, M., Üstün, N., Devran, Z., Karataş, A., Mısırlıoğlu, B., Karahan, A., Toktay, H., Velioglu, S., Kütük, H., Erdogan, C., Aksoy, E., Caner, Ö., Duran, H. (2011). Integrated pest management directions for protected vegetable production. Agricultural Research General Directorate, Plant Protection Office, Ankara, p 163.

Farklı sıcaklıkların *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Hym.: Braconidae)'nın *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) üzerinde bazı biyolojik özelliklerine etkisi

Mehmet KARACAOĞLU¹ Serdar SATAR²

¹ Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Malatya

² Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adana

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: mkaracaoglu2000@yahoo.com

ORCID:0000-0003-1837-9381

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2018/35(2):141-151

doi: 10.16882/derim.2018.432049

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 08.06.2018

Kabul Tarihi/Accepted: 01.11.2018



Öz

Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil alanlarındaki turuncgil ağaçları ve otsu bitkiler üzerindeki yaprakbiti türlerinde bulunan parazitoit türlerini tespit etmek amacıyla yapılan sorveyde *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Hym.: Braconidae)'nın en sık rastlanılan parazitoit türü olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada turuncgil bahçelerinde de önemli bir zararlı olan Pamuk yaprakbiti *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) üzerinde *B. angelicae*'nin bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvarında üretilen pamuk bitkileri üzerine bir fırça yardımı ile 80±10 adet 2. ve/veya 3. *A. gossypii* nimf dönemi aktarılmıştır. Daha sonra *A. gossypii* üzerine 24 saat süre ile yeni çıkmış bir çift parazitoit salınmıştır. Üzerinde *A. gossypii* bulunan pamuk bitkileri ise denemenin kurulduğu sıcaklıkta bırakılıp günlük olarak kontrol edilmiştir. Bu gözlemler sonucu parazitoitin gelişme süresi, parazitlenme ve ölüm oranı belirlenmiştir. Denemeler 12, 17, 22, 27 ve 32±1°C olmak üzere beş farklı sıcaklıkta kurulmuştur. Çalışma %65±10 nem ve 8-10 kilolüks (klx) ışık şiddetinin olduğu günlük 16 saat aydınlatmalı iklim dolaplarında yürütülmüştür. Deneme sonucunda 12°C de mumya oluşmasına rağmen ergin *B. angelicae* bireyi elde edilememiştir. Çalışılan en yüksek sıcaklık olan 32°C de ise her hangi bir gelişme olmamıştır. *B. angelicae* dişiinin yumurtadan ergin oluncaya kadar geçen süre 17, 22 ve 27°C de sırasıyla 34.7, 12.8 ve 6.0 gün olarak bulunmuştur. Bir dişi parazitoitin ömrü 17, 22 ve 27°C de sırasıyla ortalama 6.4, 5.4 ve 4.9 gün, erkek bireylerin ise sırasıyla 4.6, 4.9 ve 4.4 gün sürdüğü belirlenmiştir. *B. angelicae*'nin *A. gossypii*'yi parazitlenme oranı 22°C de %44.1, 17°C de %26.7 ve 27 °C de ise %5.6 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aphidiinae; Parazitoit, Gelişme süresi, Kalıtsal üreme yeteneği, Yaşam çizelgesi

Effect of temperature on some biological parameters of *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Hym.: Braconidae) on *Aphis gossypii* glover (Hem.: Aphididae)

Abstract

Binodoxys angelicae (Haliday) (Hym.: Braconidae) is determined as the most common parasitoid species in the survey conducted to detect parasitoid species found in citrus trees and herbaceous species in the Eastern Mediterranean Region. In this study, it was aimed to determine some biological properties of *B. angelicae* on *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) which is an important pest in the citrus orchards. Totally 80±10 *A. gossypii* at the 2nd and/or 3rd nymphal stage were transferred with a help of brush on each cotton plants which was produced in the laboratory. Then, a couple of newly emerged parasitoids was released on *A. gossypii* for 24 hours. The cotton plants were kept in the same chamber the experiment were started and checked daily till end of the experiment. The development time, parasitization rate, and death ratio were determined by daily observation. The experiments were conducted at five constant temperatures (12, 17, 22, 27 and 32±1°C), 65% RH, 16 h (8-10 klux) daily artificial light in temperature cabinets. Although the mummies have been observed at 12°C, no adult was obtained, while no development was observed at 32°C. Development time of female individual from egg to adult took 34.7, 12.8 and 6.0 days at 17, 22 and 27°C, respectively. The mean longevity of female adult was determined as 6.4, 5.4 and 4.9 days, while 4.6, 4.9 and 4.4 days for male at 17, 22, and 27°C, correspondingly. The parasitization rates of *B. angelicae* on *A. gossypii* were assessed as 5.6% at 27°C, 44.1% at 22°C and 26.7% at 17°C.

Keywords: Aphidiinae; Parasitoid; Developmental time; Intrinsic rate of increase; Life table

1. Giriş

Turuncgil bahçelerinde bugüne kadar 90

civarında zararlı tür saptanmıştır (Uygun ve Satar, 2008). Bu zararlılar içerisinde Aphididae familyasına bağlı *Aphis gossypii* Glover, *A.*

spiraecola Patch, *A. craccivora* Koch, *Myzus persicae* (Sulzer) ve *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Hemiptera; Aphididae) gibi türlerinin turunçgil ağaçlarında önemli derecede zarar yaptığı bilinmektedir (Dolar, 1976; Yumruktepe ve Uygun, 1994; Satar, 2003; Satar vd., 2014). Yaprakbiti türlerinden *A. gossypii* ve *A. spiraecola*'nın ana zararlı olduğu ve bu türler üzerinde *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady ile *L. fabarum* (Marshall) *Trioxys acalephae* (Marshall) ve *Binodoxys angelicae* (Haliday) (Syn.: *Trioxys angelicae*) (Hymenoptera: Aphididae) parazitoit türlerinin bulunduğu bildirilmiştir (Soylu ve Ürel 1977; Yumruktepe ve Uygun, 1994; Satar ve Uygun, 2008; Karacaoğlu vd., 2017).

Çukurova Bölgesi sebze alanlarında zararlı olan yaprakbitleri üzerine yapılan bir çalışmada ise 18 yaprakbiti türü üzerinde *Aphidius ervi* Hal., *Diaeretiella rapae* M'Int., *Ephedrus persicae* Frog., *Lysiphlebus ambigius* Hal., *Lysiphlebus fabarum* Mars., *Praon volucre* Hal. ve *B. angelicae* olmak üzere 7 türün bulunduğu rapor edilmiş (Zeren, 1989), bu parazitoit türlerinden *B. angelicae*'nin biber, kabak ve turunçgiller üzerinde *A. gossypii*'yi parazitlediği bildirilmiştir (Zeren, 1989; Satar vd., 2014; Karacaoğlu vd., 2017).

Yaprakbitleri üzerindeki parazitoitlerin ilkbahar ve sonbahar aylarında çok yoğun olarak bulunduğu buna karşın yaz aylarında görülmediği fakat avcılarının ise nisan ayından başlayarak sonbaharın sonuna kadar varlıklarını sürdürdüğü, özellikle de coccinellidlerin yoğun bir şekilde yaprakbitleri ile bir arada bulunduğu belirlenmiştir (Alkan, 1953; Uygun ve Satar, 2008). Parazitoitlerin sınırlı sayıda konukçuya sahip olmaları nedeniyle yaprakbitlerinin biyolojik mücadelesinde predatörlerden daha başarılı olduğu farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Hughes, 1989; Hofsvang, 1990).

Bu parazitoitlerin büyük bir çoğunluğunu Hymenoptera takımının Braconidae familyasına bağlı türler oluşturmaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil bahçelerinde en sık rastlanılan yaprakbiti türlerinden biri *A. gossypii*'dir. Bu yaprakbiti üzerinde bulunan *B. angelicae* türü önemli bir parazitoit olduğu bildirilmiştir (Satar vd., 2011; Satar vd., 2014; Karacaoğlu vd., 2017). Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde, Satar vd. (2009)

sürvey çalışmaları esnasında, parazitli olduğu düşünülen yaprak bitleri toplanarak kültüre alınmış ve bu kültürlerden elde edilen parazitoitlerin % 56.4'ünü *B. angelicae*'nin oluşturması nedeni ile turunçgil alanlarında biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılabilen potansiyeli olduğu ifade edilmiştir (Satar vd., 2009). Söz konusu faydalı böceğin biyolojik mücadelede kullanılması için öncelikle biyolojisinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle ele alına bu çalışma kapsamında *B. angelicae*'nin farklı sıcaklıklarda gelişme ve üreme kapasitesi ile ilgili temel çalışmalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitki ve *Aphis gossypii* üretimi

Aphis gossypii üretiminde kullanılmak üzere pamuk (*Gossypium hirsutum* L. cv. Çukurova 1518) bitkisi üretilmiştir. Bu amaçla 25±2°C sıcaklık, %60±10 bağıl nem ve 10-14 kilolüks (klx) ışık şiddetine ayarlı, 16 saat/gün aydınlatmalı iklim odalarında saksılara ekilen pamuk bitkileri sulama vb. bakım işlemleri günlük olarak yapılmış, deneme süresince bitki üretimine devam edilmiştir.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye işletmesine ait pamuk tarlasından toplanan Pamuk yaprakbiti, *A. gossypii*, teşhisi tarafımızdan yapıldıktan sonra üretim odalarında yetiştirilen pamuk bitkilerine bir fırça yardımı ile bulaştırılarak kültür oluşturulmuştur. Yaprakbiti üretimi, 22±2°C sıcaklık, %70±10 bağıl nem, 10-14 kilolüks (klx) ışık şiddeti ve 16 saat gün⁻¹ aydınlatmalı bir iklim odasında yapılmıştır.

2.2. Parazitoit üretimi

Binodoxys angelicae bireyleri, Doğu Akdeniz Bölgesi (Adana, Hatay ve Mersin) turunçgil bahçelerinden toplanan parazitlenmiş (*A. gossypii*) yaprakbiti kolonilerinden elde edilmiştir. Bu amaçla, turunçgil ve yabancı otlardaki mumyalı yaprakbiti kolonileri laboratuvara getirilerek parazitoit çıkarma kutularına alınmış, buradan elde edilen parazitoitler, CO₂ yardımıyla bayıltılarak binoküler mikroskop altında *Kavallieratos* vd. (2005) ve Stray, (1976)'ye göre hızlı bir ön teşhisleri yapılmıştır. Teşhisi *B. angelicae*

olduğu düşünölen bireyler, pamuk üzerinde *A. gossypii* bulunan bitkilerin bulunduğu 70x55x 40 cm boyutlarında, dört yanı tül, üstü cam, alt tarafı tahta ile kaplı parazitoit üretim kafeslerine salınmıştır. Parazitoit üretim kafeslerinde elde edilen 2-3 dölden sonra ergin parazitoitler teşhislerini doğrulamak üzere konu uzmanı Dr. Petr STARY (The Czech Academy of Sciences Institute of Entomology, Česk Budřovice Czech Republic)'e gönderilmiştir. Parazitoit üretimi 16 saat uzun gün aydınlatmalı, 22±1°C sıcaklık ve %60±5 bağıl neme sahip böcek üretim odalarında yapılmış ve üretimine çalışma süresince iki kafeste devam edilmiştir

2.3. Denemelerin kurulması

2.3.1. Farklı sıcaklıkların *Binodoxys angelicae*'nin gelişme süresi üzerine etkileri

Farklı sıcaklıkların *B. angelicae*'nin gelişme süresi üzerine etkisi ile ilgili çalışma, pamuk üzerinde üretilen konukçu *A. gossypii*'nin 2. veya 3. dönem nimfleri üzerinde yapılmıştır. Denemeler 12, 17, 22, 27 ve 32±1°C olmak üzere beş farklı sıcaklıkta, %65±10 bağıl nemde ve ışık şiddetinin 8-10 kilolüks (klx) olduğu, günlük 16 saat aydınlatmalı iklimlendirme dolaplarında yürütölmüştür. Bu amaçla parazitoit üretim kafesinden alınan ortalama 100 adet parazitoit pupası ile mumyalaşmış yaprakbitleri, iki tarafı ve üstü tül ile kapalı 5 litrelik saydam plastik kavanozların içine bırakılmıştır. Pupadan çıkan parazitoitler bir gün süre ile bir arada tutularak çiftleşmeleri sağlanmış ve daha sonra dişi bireyler binoköler

mikroskop altında seçilmiştir. Ergin parazitoitlerin beslenmesi için el pölvizatörü ile kavanozun iç yüzeyine parazitoitleri iyi bir şekilde besleyebildiği bilinen %2'lik bal pöskürtölmüştür. Çapı 6 cm olan plastik petri içerisinde kültüre alınan ergin pamuk yaprakbiti dişilerinin günlük doğurduğu nimfler o gün içerisinde 4-5 yapraklı pamuk bitkisine aktarılmıştır. Üzerine yaklaşık 80±10 adet *A. gossypii* aktarılan bu bitkiler yanları tül ile kaplı delikler bulunan 5 litrelik saydam plastik kavanozlara yerleştirmiştir. Daha sonra 22°C sıcaklığa ayarlı iklimlendirme dolaplarına aktarılmıştır (Şekil 1 a, b). Bu yaprakbitleri günlük olarak kontrol edilerek, takip eden 3-4 gün içerisinde deri değişimleri gözlenmiş ve 2 veya 3 nimf dönemlerine geçtikleri belirlenmiştir. Sonra da 5 litrelik saydam plastik kavanozlar, içerisinde denemenin kurulacağı sıcaklıkta, bir çift (♀ : ♂) *B. angelicae* bireyi salınmış ve 24 saat ortamda tutulduktan sonra, geri çekilerek uzaklaştırılmıştır. Bu işlem sonrası, yaprakbitleri ise denemenin kurulduğu sıcaklıkta bırakılıp, 24 saat te bir gözlemlenerek mumya içerisindeki parazitoitlerin gelişme süreleri, ölüm oranları ve parazitlenen yaprakbiti sayısının ortama aktarılan yaprakbiti sayısına yüzde oranları hesaplanarak parazitlenme oranları belirlenmiştir. Parazitoitin yumurta bırakımından ilk mumya göröldüğü güne kadar geçen süre larva süresi, mumyanın ilk göröldüğü günden ergin çıkışına kadar olan süre ise pupa gelişme süresi olarak kabul edilmiştir. Her bir sıcaklık için ayrı ayrı olmak üzere gerçekleştirilen bu denemeler 10 tekrerrölü olarak yürütölmüştür.



Şekil 1. Parazitoit deneme ünitesi (a) ve denemelerin yürütöldüğü iklim dolabı (b)

2.3.2. Yaşam çizelgelerinin oluşturulması

Beş farklı sıcaklıkta (12, 17, 22, 27 ve 32±1°C) yürütülen bu denemelerden elde edilen veriler kullanılarak farklı sıcaklıklarda *B. angelicae*'nin ayrı ayrı yaşam çizelgeleri oluşturulmuş ve böylece parazitoitin gelişme ve üreme için en uygun sıcaklık aralığı belirlenmiştir. *B. angelicae*'nin net üreme gücü (R_0), kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve döl süresi (T_0) gibi yaşam çizelgelerine ait parametrelerin ortaya konması için ise her bir sıcaklıkta ergin döneme ulaşan dişi ve erkek bireyler ölene kadar denemelere devam edilmiştir. Bu amaçla dişi ve erkek parazitoit çiftleri içerisinde ortalama 80±10 adet 2. veya 3. nimf dönemindeki *A. gossypii* bireyleri bulunan yeni kavanozlara aktararak ölene kadar gelişimleri takip edilmiştir. Bu kavanozlardaki yaprakbitlerinde mumya oluşumu gözlenmiş ve bıraktığı yumurta sayısı günlük olarak kayıt edilip, ergin yaşam süresi, preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon gibi parametreler hesaplanmıştır.

Bu amaçla Birch (1948), Andrewartha ve Birch (1954) ve Southwood (1978)' in geliştirdiği aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

$$\sum l_x m_x \cdot e^{-r m_x} = 1$$

l_x = x yaşındaki bireylerin 1' e göre canlılık oranları
 m_x = günlük dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı

e = doğal logaritma tabanı

r_m = kalıtsal üreme yeteneği

x = dişi bireylerin gün olarak yaşını ifade etmektedir. Diğer bir parametre olan net üreme gücü; $R_0 = \sum l_x m_x$ formülü ile ve bu verilerin elde edilmesinden sonra ortalama döl süresi $T_0 = \ln R_0 / r_m$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

2.3.3. *Binodoxys angelicae*'nin gelişme eşiği ve Thermal Konstantının belirlenmesi

Binodoxys angelicae'nin gelişme eşiği, Thermal Konstant (Th.C.) ve teorik döl sayısını saptamak için gelişmesini başarı ile tamamladığı 17, 22 ve 27±1°C sabit sıcaklıklarda yumurta döneminden ergin döneme ulaşıncaya kadar olan toplam gelişme süresi kullanılmıştır. Farklı sıcaklıklarda elde edilen ergin öncesi dönemlere ait gelişme süreleri ile sıcaklık değerlerine doğrusal olarak regresyon analizi uygulanarak elde edilmiş ve elde edilen $y=ax+b$ denklemi ile *B. angelicae*'nin gelişme eşiği hesaplanmıştır.

$$y=ax+b$$

$$y=1/\text{gelişme süresi}$$

$$x=\text{sıcaklık}$$

parazitoitin etkili sıcaklıklar toplamı ise $t (T-C) = Th.C$ formülü kullanılarak saptanmıştır (Campbell vd., 1974).

2.3.4. İstatistiksel analizler

Denemeler sonucunda elde edilen yumurta-larva gelişme süresi, pupa gelişme süresi, toplam gelişme süresi, ölüm oranları ve parazitlenme oranı gibi verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) $\alpha=0.05$ seviyesinde SPSS 17.0 paket programı yardımıyla uygulanmıştır (SPSS Inc., 2008). Yüzde olarak çalışmada hesaplanan veriler ise bu analiz uygulanmadan önce arcsin karekök transformasyonuna tabii tutarak normalleştirilmiştir. ANOVA sonucunda ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşıldığında ise çoklu karşılaştırma testlerinde Scheffe ile ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Farklı sıcaklıkların *Binodoxys angelicae*'nin gelişme süresi üzerine etkileri

Farklı sıcaklıkların *B. angelicae*'nin ergin öncesi dönemlerinin gelişme süreleri ve ölüm oranları üzerine etkisinin belirlenmesi araştırılmış olup, *B. angelicae*'nin *A. gossypii* üzerindeki gelişme süreleri ve parazitlenme oranlarını belirlemek için 12, 17, 22, 27 ve 32±1°C beş farklı sıcaklıkta çalışılmış ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. *Binodoxys angelicae*'nin *A. gossypii* üzerine yumurta bırakması ile yaprak bitinin mumyalaşması arasındaki dönem olarak kabul edilen larva gelişme süresi, sıcaklık arttıkça kısalmıştır (Çizelge 1). Çizelge 1 incelendiğinde 12°C'de yumurta larva gelişme süresi 26.7 iken 17°C'de 22.1, 22°C'de 6.9 ve 27°C de ise 4 gün olarak belirlenmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($Sd=3.715$, $F=15874.911$, $Sig=0.000$). Satar ve Uygun (2011), *A. gossypii* üzerinde farklı sıcaklıklarda parazitoit *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae)'nin gelişmesini incelemiş, larva gelişmesini 15, 20 ve 25°C deki gelişmelerini sırası ile 13.4, 8.0 ve 5.2 gün olarak bulmuştur. Söz konusu çalışmada da

Çizelge 1. *Binodoxys angelicae*'nin *Aphis gossypii* üzerinde beş farklı sıcaklıkta larva gelişme süreleri (Yumurta bırakımından mumya oluşumuna kadar geçen süre) ve parazitlenme oranları (%) (ortalama± SH)

Sıcaklık (°C)	Tekerrür sayısı	Aphid sayısı	Mumya sayısı	Yumurta-larva gelişme süresi (gün)	Parazitlenme oranı (%)
12±1	8	640	113	26.7 ± 0.08 d‡	17.9±2.25 a
17±1	12	960	234	22.1 ± 0.10 c	26.7±4.93 ab
22±1	10	800	368	6.9 ± 0.04 b	44.1±8.56 b
27±1	10	800	4	4.0 ± 0.00 a	5.6±0.62 a
32±1				Gelişme olmadı	

‡ Aynı sütun içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Scheffe testine göre istatistiki olarak önemli değildir (P>0.05). (Sd=3.715 F=15874.911, Sig=0.000; Sd_{par.}=3.30, F=6.335 Sig=0.002)

parazitoit farklı olmasına rağmen sıcaklık artması ile gelişme süresi kısalmıştır. Çalışmada konukçu aynı olup parazitoit farklı olmasına rağmen larva gelişmesi yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir. Satar vd. (2018), yaptıkları çalışmada, *Lysiphlebus testaceipes*'in üç (*A. craccivora*, *A. fabae* ve *A. gossypii*) farklı konukçu üzerinde gelişmelerini incelemiş, her üç konukçuda da, sıcaklık arttıkça larva gelişim sürelerinin kısaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışma ile sonuçlar benzerlik göstermektedir. En yüksek sıcaklık olan 32°C'de *B. angelica*'da her hangi bir gelişme olmamıştır. Çünkü bu sıcaklıkta konukçu olan *A. gossypii* bireylerinin büyük kısmı denemenin 3-4 günün sonunda ölürken geri kalan bireylerde de hiçbir mumyalı birey tespit edilememiştir (Çizelge 1). Ayrıca, bu sıcaklıkta salınan parazitoit erginleri de, 24 saat sürenin sonunda deneme ünitesinde ölü olarak bulunmuştur. Parazitoit erginleri içinde 32.5°C lethal bir etki göstermiştir. Benzer sonuçlar yaprakbiti içinde geçerli olmuştur. Satar vd. (2008) biber üzerinde *A. gossypii* ve *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) üzerine yaptıkları çalışmada, 32.5 °C'de tüm bireylerin ergin döneme ulaşmadan öldüklerini rapor etmiştir. Satar ve Uygun (2011), *Lysiphlebia japonica* ile yaptıkları çalışmada da, 30°C'de mumya tespit edememişlerdir. Sampaio vd. (2007), *A. colemani*'nin ile yaptığı çalışmada 31°C'de konukçuda mumyalaşma görülmediğini belirlemiştir. Aynı konukçuda farklı parazitoitlerin benzer sıcaklıklarda mumya oluşturamadığını yapılan çalışmada da benzer sonuç göstermiştir. Sampaio vd. (2007). larva gelişme süresinin 12°C'de 26.7 gün, 17°C'de 22.1 gün, 22°C'de 6.9 gün ve 27°C'de ise 4.0 gün sürdüğünü ve gelişme sürelerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğunu bildirmiştir. Sampaio vd. (2007), biyolojik mücadele ajanı olarak *A. colemani* kullanılabileceğini ve 22°C'deki sıcaklıkta larva gelişmesini 7.7 günde tamamladığını bildirmişlerdir. Aynı konukçuda

farklı parazitoitlerin gelişmeleri 22°C'deki sıcaklıkta benzerlik göstermiştir. Zamani vd. (2007), *A. gossypii* üzerinde *A. colemani*'nin 25°C'de 10 günde geliştiğini belirlemiştir. Buda farklı konukçu üzerinde üretilen *A. gossypii*'nin, parazitoit *A. colemani*'nin gelişme süresinde farklılık gösterdiği kanısını oluşturmaktadır. Satar vd. (2018), *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae)'in farklı sıcaklık ve konukçu yaprakbitlerinde yaptıkları çalışmalarında larva gelişme süresini 17, 22 ve 27°C'de sırası ile *A. craccivora* üzerinde 11.4, 6.5 ve 4.3 günde tamamladığını belirtirken, *A. gossypii* üzerinde ise bu değerler, 10.8, 6.7 ve 4.0 gün olduğu ve gelişmenin daha kısa sürdüğünü bildirmiştir. Konukçu olarak *A. gossypii* kullanılan diğer bir çalışmada, *Lysiphlebia japonica*'nın larva gelişme süresinin 15, 20 ve 25°C'de sırası ile 13.4, 8.0 ve 5.2 gün olduğu saptanmıştır (Satar ve Uygun, 2011). *B. angelicae*'nin yumurta bırakmasından mumya oluncaya kadar olan gelişme süresi diğer parazitoit türleri ile karşılaştırıldığına, 17°C'deki gelişme süresinin tüm parazitoit türlerinden daha uzun sürdüğü anlaşılmakta, bunun yanında 27°C'deki gelişme süresi ise diğer parazitoit türlerine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

Binodoxys angelicae'nin *A. gossypii* üzerinde parazitlenme oranı incelendiğinde %44.1 ile en yüksek 22°C'deki sıcaklıkta bulunmuştur. Diğer sıcaklıklardaki parazitlenme oranları 12,17 ve 27°C de sırası ile %17.9, %26.7 ve %5.6 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak iki farklı grup oluşmuştur (Sd=3.30, F=6.335 Sig=0.002). GwanGoh vd. (2001), *A. colemani*'nin *A.gossypii*'yi en iyi 20 ile 25°C arasındaki sıcaklıklarda parazitlediğini bildirmiştir. Bu durum, çalışmamızda 22°C de en yüksek parazitlenmenin elde edilmesi ile benzerlik göstermektedir. Satar vd. (2018) yaptıkları çalışmada *L. testaceipes*'in *A. gossypii* üzerindeki en iyi parazitlenmeyi 22°C de %70.7

olarak bulmuşlardır. Bu yapılan çalışmaya göre parazitlenme oranı oldukça yüksektir. Buda konukçu aynı olmasına rağmen parazitöitler farklı performans gösterebildiğini açıklamaktadır. Bu sonuçlara göre 22°C bir grupta 17°C farklı bir grupta ve diğer iki sıcaklık (12°C ve 27°C) ise aynı grupta yer almıştır. Sıcaklık 32°C olduğunda ise herhangi bir gelişme olmadığı için yüzde hesaplaması yapılamamıştır. Carnevale vd, (2003) *L. testaceipes*'in farklı konukçularda parazitlenme ve ömür uzunluklarını inceledikleri çalışmada ve *A. gossypii*'de (%44.2) parazitlenme olduğunu bildirmişlerdir. Konukçuların aynı fakat parazitöitlerin farklı olmasına rağmen parazitlenme oranlarında bir benzerlik tespit edilmiştir. *Binodoxys angelicae*'nin bireyleri *A. gossypii* üzerinde larva gelişimini tamamlayıp mumya oluşmaya başladığı ilk günden itibaren ergin çıkıncaya kadar geçen süre en kısa 2 gün ile 27°C'de ve en uzun 12.9 gün ile 17°C'de olmuştur. Sıcaklıktaki artış ile erkek ve dişilerin gelişme süreleri kısalmıştır. Erkek bireylerin pupa gelişme süreleri 17, 22 ve 27°C'de sırası ile 12.9, 5.6 ve 2.0 gün (Sd=2.351 F=1867.050 Sig=0.000), dişilerde ise bu süreler 12.5, 5.9 ve 2.0 gün olarak belirlenmiş (Sd=2.251 F=7378.986, Sig=0.000) ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En düşük sıcaklık olan 12°C'de ise mummyalar oluşmuş, 25-30 gün takip edilmiş ve %95'nin üzerinde fungus gelişmesi nedeniyle bunlardan çıkış olmamıştır. GwanGoh vd. (2001) yaptıkları çalışmada 15 ve 30°C'deki sıcaklıklarda *A. gossypii*'i üzerinde *A. colemani*'nin gelişmediğini bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada da 12 ve 32°C'deki sıcaklıklarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Fungus gelişmeyen bireyler 30 gün sonra 17°C'ye aktarılıp izlendiğinde 5. günün sonunda 6'sı erkek ve 4'ü dişi olmak üzere toplam 10 adet parazitöit elde edilmiştir (Çizelge 2). Bu parazitöitin doğada düşük sıcaklıklarda yumurta bırakabildiği ve sıcaklığın artması ile bireyin geliştiği düşünülmektedir. İklim odalarında yapılan denemelerde *B. angelicae*'nin ergin

öncesi dönemlerinin gelişme süreleri sıcaklığın artması ile azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin her ikisinde de en hızlı gelişme 27°C sıcaklıkta olurken, en düşük ölüm oranının olduğu 22°C'deki gelişme süresi ise sırası ile 12.8 ve 12.6 gün olmuştur. Çalışmanın bu kısmında da 32°C'de yine herhangi bir gelişme olmamıştır. Sıcaklık 12°C olduğunda gelişme olmuş fakat ergin elde edilememiştir. Bundan dolayı en yüksek ölüm oranı 12°C'de gerçekleşmiştir. Bunu sırası ile 17 ve 22°C'deki sıcaklıklar izlemiştir (Çizelge 3). Sampaio vd. (2007), yaptığı çalışma ile *A. colemani*'nin gelişmesi ve farklı sıcaklıklarda konukçu *A. gossypii*'de görülen değişimleri incelemişlerdir. *A. colemani*'nin gelişmesi, sıcaklığın 16°C'den 25°C'ye yükseltilmesi ile gelişme sürelerinin azaldığını bildirmişlerdir. Mumyalaşma, parazitöit çıkış oranı ve ergin ömrünün de sıcaklığın artması ile kıaldığı ve 31°C'de konukçuda mumyalaşma görülmediği bildirmişlerdir. Bu durum aynı konukçuda farklı parazitöitlerin benzer sıcaklıklarda mumya oluşturamadığını göstermektedir. Yapılan çalışma ile bu durum doğrulanmaktadır. Cinsiyet oranları incelendiğinde 27°C sıcaklıkta bir dişiye karşılık sekiz erkek birey meydana geldiği gözlenmiştir. Bu da biyolojik mücadele de istenmeyen bir durumdur. Dişi birey oranı olarak, en ideal cinsiyet oranı bir dişiye karşı 0.9 erkek oranı ile 22°C'deki sıcaklıkta bulunmuştur. Sıcaklık 17°C'de iken bir dişiye 2.6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Farklı sıcaklıkların ergin bireylerin yaşam süresi üzerine etkili olmadığı ancak düşük sıcaklıklara göre yüksek sıcaklıklarda yaşam süresinin biraz kıaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). *B. angelicae*'nin 17, 22 ve 27°C'deki ortalama dişi ömürleri sıcaklık arttıkça nismi olarak bir azalma görülmesine rağmen, aralarındaki fark istatistiki olarak önemli olmamıştır (Sd =2.53, F =1.488, Sig = 0.235). Benzer durum erkek bireylerde de gözlemlenmiştir (Sd=2.53, F=1.786, Sig= 0.178).

Çizelge 2. *Binodoxys angelicae*'nin *Aphis gossypii* üzerinde beş farklı sıcaklıkta erkek-dişi mumya süreleri (Yaprakbitinin mumyalaşmasından ergin çıkışına kadar geçen süre, ortalama± SH)

Sıcaklık (°C)	Erkek		Dişi	
	n	Mumya süresi (gün)	n	Mumya süresi (gün)
12±1			Mumyadan ergin elde edilemedi	
17±1	169	12.9±0.10 c*	65	12.5±0.17 c
22±1	181	5.6±0.05 b	187	5.9±5.75 b
27±1	4	2.0±0.00 a	3	2.0±0.00 a

* $\alpha > 0.05$, Aynı sütun içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Scheffe testine göre istatistiki olarak önemli değildir. (Sd₁=2.351 F₁=1867.050 Sig₁=0.000; Sd₂=2.251 F₂=7378.986, Sig₂=0.000)

Çizelge 3. *Binodoxys angelicae* tarafından parazitlenen *Aphis gossypii*'nin beş farklı sıcaklıktaki mumya sayısı, açılan mumya sayısı, ölüm oranı, dişi - erkek ergin öncesi gelişme süreleri (ortalama± SH) ve cinsiyet oranı(%)

Sıcaklık (°C)	Aphid sayısı	Mumya sayısı	Ölüm oranı (%)	N	Dişi gelişme süresi (gün)	n	Erkek gelişme süresi (gün)	Cinsiyet oranı ♀ : ♂
12±1	640	113	100				Açılma olmadı	
17±1	960	257	9.82	65	34.7 ± 0.27c	169	34.9 ± 0.20 c	1: 2.6
22±1	800	377	2.44	187	12.8± 0.07 b	181	12.6± 0.07 b	1: 0.9
27±1	800	44	79.54	1	6.0± 0.00 a	8	6.0± 0.00 a	1: 8
32±1					Gelişme olmadı			

* $\alpha > 0.05$, Aynı sütun içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Scheffe testine göre istatistiki olarak önemli değildir ($Sd_{\sigma}=2.351$, $F_{\sigma}=1867.050$ Sig $_{\sigma}=0.000$; $Sd_{\phi}=2.251$ $F_{\phi}=7378.986$, Sig $_{\phi}=0.000$).

Çizelge 4. Farklı sıcaklıkların *Binodoxys angelicae*'a dişi ve erkek ömrüne (gün) Etkisi (Ortalama± SH)

Sıcaklık (°C)	n	Dişi ömrü	Dişi ömrü (min-max)	Erkek ömrü	Erkek ömrü (min-max)
12 ± 1			Ergin birey elde edilemedi		
17 ± 1	14	6.4 ± 0.92a*	2-13	4.6 ± 0.59	2-11
22 ± 1	17	5.4 ± 0.60a	3-12	4.9 ± 0.44	2-8
27 ± 1	20	4.9 ± 0.45a	2-9	4.4 ± 0.34	2-8
32 ± 1			Gelişme olmadı		

* $\alpha > 0.05$, Aynı sütun içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Scheffe testine göre istatistiki olarak önemli değildir. ($Sd_{\sigma}=2.53$, $F_{\sigma}=1.488$, Sig $_{\sigma}=0.235$; $Sd_{\phi}=2.53$, $F_{\phi}=1.786$, Sig $_{\phi}=0.178$)

Çizelge 5. Farklı sıcaklıklarda *Binodoxys angelicae*'nin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri

Sıcaklık (°C)	n	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon
17±1	14	1.0±0.00 a*	3.0±0.37 b	2.3±0.67 c
22±1	20	1.0±0.00 a	3.1±0.23 b	1.3±0.51 c
27±1	17	1.2±0.11 a	2.7±0.32 b	0.9±0.23 c

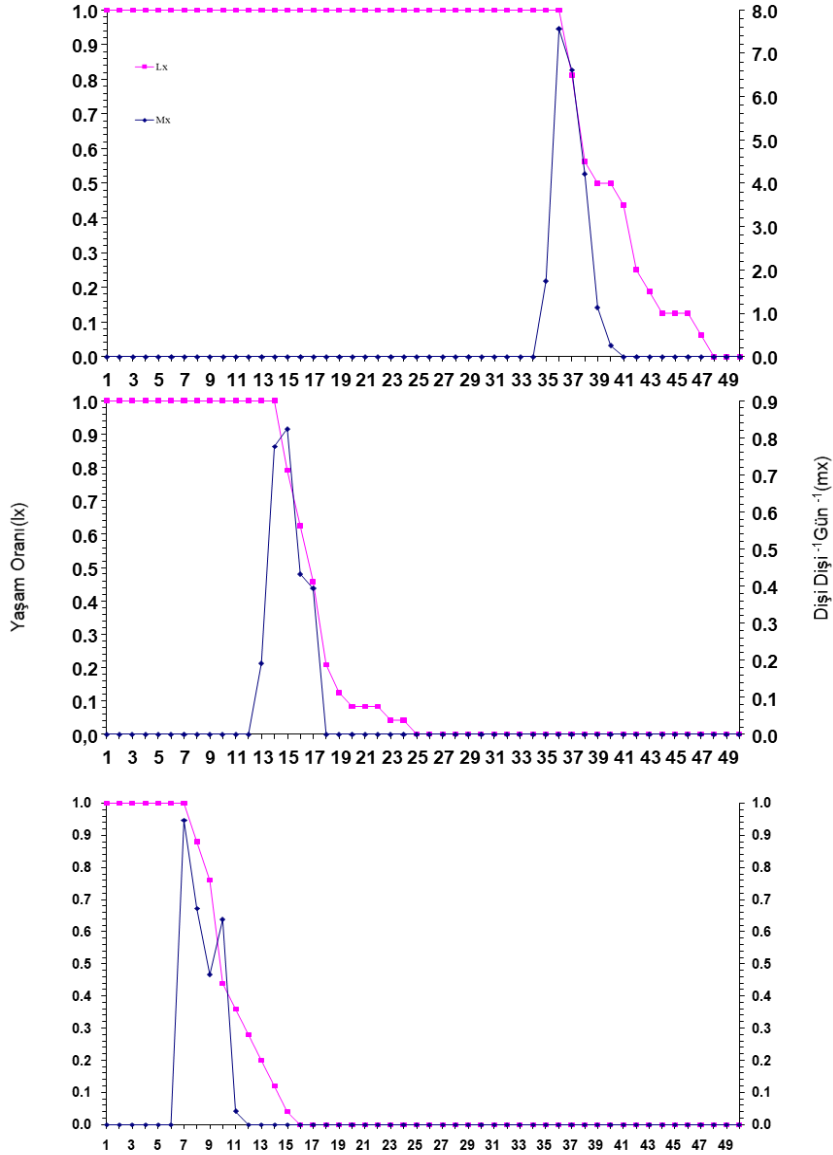
* $\alpha > 0.05$; Aynı sütun içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark Scheffe testine göre istatistiki olarak önemli değildir. ($Sd=2.48$ $F=2.244$, Sig $=0.117$)

En uzun dişi ömrü 17°C'de minimum 2 gün sürerken maksimum ise 13 gün olmuş, 27°C'de ise dişiler minimum yine 2 maksimum ise 9 süre ile yaşamıştır. Erkek bireylerin ergin ömrü ise dişilere göre kısa olmuştur. Erkeklerin minimum ömürleri her üç sıcaklıkta da 2 gün sürerken, maksimum olarak 8-11 gün aralığında gözlemlenmiştir (Çizelge 4).

Marullo (1989), *Trioxys (Binodoxys) angelicae* bireylerinin ömür uzunluğunu incelemiş ve *T. angelicae* dişilerinin erkeklerden daha uzun yaşadığını ve sıcaklığın artması ile birlikte yaşam süresinin kıaldığını saptamıştır. Yapılan bu çalışmada da sıcaklığın artması ile dişi ve erkek bireylerinin ömrünün kıaldığı gözlenmiştir. *Binodoxys angelicae*'nin preovipozisyon süresi artan sıcaklıkla birlikte değişmemiş ortalama 1 gün olmuştur. Ovipozisyon süresinde her üç sıcaklık için bir birine yakın değerlere sahip olmuştur. Parazitoit dişisinin son yumurtasını bırakıp ölünceye kadar geçen süre olan post ovipozisyon süresi ise artan sıcaklıkla birlikte kısalmış olmasına rağmen istatistiksel bir fark oluşmamıştır (Çizelge 5).

3.2. Farklı sıcaklıklarda gelişen *Binodoxys angelicae*'nin yaşam çizelgeleri

Farklı sıcaklıkların *B. angelicae*'nin ergin öncesi dönemlerinin gelişme süreleri ve ölüm oranları ile yine aynı sıcaklıklardaki preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri üzerine etkisi denemelerinden elde edilen veriler kullanılarak parazitoitin her sıcaklık derecesi için ayrı ayrı yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur. Buradan alınan veriler ile *B. angelicae*'nin yaşam çizelgesi ve günlük bıraktıkları dişi yavru sayıları belirlenmiştir (Şekil 2). Şekil 2 incelendiğinde, ergin öncesi ölümün en fazla 27°C'de olduğu izlenmiştir. Ergin öncesi gelişmelere bakıldığında 34 gün ile 17°C'de en uzun sürede tamamlamıştır. En kısa gelişme ise, 6 gün ile 27°C sıcaklıkta olmuştur. Ancak ergin öncesi ölümün fazla olması ve cinsiyet oranının 1:8 erkek birey lehine oluşması nedeni ile üretim için uygun olmayan bir sıcaklık olarak düşünülmektedir. Oysa 22°C'deki sıcaklıkta ilk birey 12. günde görülmüştür. Buradan alınan veriler ile *B. angelicae*'nin yaşam çizelgesi ve günlük bıraktıkları dişi yavru sayıları belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *Binodoxys angelicae*'nin üç farklı (17, 22 ve 27 °C) sıcaklıkta yaşam eğrileri (lx) ve bıraktığı ortalama dişi yavru sayıları (mx)

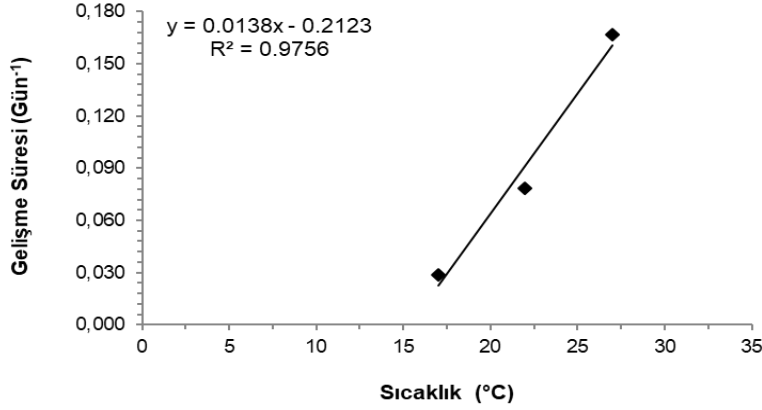
Şekil 2 incelendiğinde, ergin öncesi ölümün en fazla 27°C'de olduğu izlenmiştir. Ergin öncesi gelişmelere bakıldığında 34 gün ile 17°C'de en uzun sürede tamamlamıştır. En kısa gelişme ise, 6 gün ile 27°C sıcaklıkta olmuştur. Ancak ergin öncesi ölümün fazla olması ve cinsiyet oranının 1:8 erkek birey lehine oluşması nedeni ile üretim için uygun olmayan bir sıcaklık olarak düşünülmektedir. Oysa 22°C'deki sıcaklıkta ilk birey 12. günde görülmüştür.

Binodoxys angelicae'nin net üreme gücü, kalıtsal üreme yeteneği ve döl süresini incelediğinde, net üreme gücünün en yüksek

15.78 oranı ile 17°C'de olduğu ve bunu sırası ile 22 ve 27°C'deki 7.36 ve 2.68 oranlarının izlediği belirlenmiştir. Döl süreleri yönünden en düşük 8.09 oranı ile 27°C olmuş ve 17°C sıcaklıkta ise 36.60 gün oranı ile en uzun süre olarak belirlenmiştir. Sıcaklık 22°C'de iken döl süresi 7.36 gün olarak hesaplanmıştır. Kalıtsal üreme yetenekleri ise 17°C'de 0.0754 olarak bulunmuş ve 22°C sıcaklıkta ise 0.136 olarak belirlenmiştir. Yine 27°C'de 0.1229 ile 22°C'deki sıcaklıktaki değere yakın bir değer bulunmuştur (Çizelge 6). Burada 27°C'deki diğer olumsuzluklar dikkate alındığında üretim için 22°C'nin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 6. Farklı sıcaklıklarda gelişen *Binodoxys angelicae*'nin net üreme gücü (R_o) kalıtsal üreme gücü (r_m) ve ortalama döl süresi

Sıcaklık (°C)	n	Net üreme gücü (R_o , dişi dişi ⁻¹)	Kalıtsal üreme yeteneği (r_m dişi dişi ⁻¹ gün ⁻¹)	Döl süresi (T_o , gün)
12±1	17		Bırakılan yumurtalardan ergin birey elde edilemedi	
17±1	18	15.78	0.0754	36.60
22±1	24	7.36	0.136	14.74
27±1	25	2.68	0.1229	8.09
32±1	15		Yumurta bırakmadı	

Şekil 3. Farklı sıcaklıkların *B. angelicae*'nin gelişme süresi ile olan ilişkisi

3.3. *Binodoxys angelicae*'nin gelişme eşiği ve Thermal Konstantı

Binodoxys angelicae'nin ergin öncesi dönemlerine ait gelişme süresi ile sıcaklıklar arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile her bir sıcaklık için yumurtadan ergin döneme kadar geçen süre belirlenmiş ve aralarında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Bu da parazitoitin gelişme süresi ile sıcaklığın ilişkisinden elde edilen R^2 (0.9756) değerinin 1'e yakın olduğunu göstermiştir (Şekil 3). Elde edilen bulgulardan sıcaklığın artması ile gelişme süresinin kısaldığı anlaşılmaktadır. *B. angelicae*'nin gelişme eşiği (C) 15.38°C olarak hesaplanmıştır. Parazitoit bir dölünü tamamlaması için gerekli olan etkili sıcaklık toplamı (Th.C) 72.46 gün-derece olarak belirlenmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışma sonucunda laboratuvarında *B. angelicae*'nin *A. gossypii* üzerinde 22°C sıcaklıkta başarılı bir şekilde geliştiği belirlenmiş ve bu sıcaklıkta kitle üretimi yapılabileceği düşünülmektedir. Yine *B. angelicae*'nin ömür uzunluğu incelendiğinde dişilerin erkeklerden daha uzun yaşadığı belirlenmiştir. Bu da

biyolojik mücadelede kullanılması adına önemli bir kriter olarak değerlendirilebilir. Özellikle *A. gossypii*'nin sorun olduğu alanlara kitle üretimi yapılarak, *B. angelicae*'nin özellikle ilkbahar aylarında doğaya destekleme salım yapıldığında doğal denge korunmuş olur. Bu parazitoitin *A. gossypii*'nin biyolojik mücadelesinde ümitvar bir faydalı olduğu düşünülmektedir. Bu şekilde yapılacak çalışmalar ile kimyasal mücadeleye alternatif bir uygulama sunulmuş olabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, sorumlu yazarın Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından desteklenen Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmış olup, III. Bitki Koruma Kongresinde sözlü olarak sunulmuş ve makalenin özeti bildiri kitapçığında yer almıştır.

Kaynakça

- Alkan, (1953). Türkiye'de Turuncgil Hastalık ve Zararlıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 44 Yardımcı Ders Kitabı, 98 s.
- Andrewartha, H.G., & Birch, L.C. (1954). The Distribution and Abundance of Animals. Uni. of Chicago Press, Chicago and London. 782 pp.
- Birch, L.C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17(1):15-26.

- Campbell, A., Frazer, B.D., Gilbert, N.G.A.P., Gutierrez, A.P., & Mackauer, M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, 431-438.
- Carnevale, A. B., Vanda, H.P., Bueno, E., & Marcus S.V. (2003). Parasitismo e desenvolvimento de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphididae) em *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 32(2):293-297.
- Dolar, M.S. (1976). Adana, Antalya, Hatay ve İçel illeri turuncgil alanlarında turuncgil göçüren hastalığı (tristeza)'nın konukçuları, yayılışı, semptomları, zarar dereceleri, geçiş yolları ve korunma çareleri üzerinde araştırmalar. G.T.H.B., Z.M.Z.K.G.M., Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları. Araştırma Eserleri Serisi No: 40. Adana. 45 s.
- Hofsvang, T. (1990). Advantages and disadvantages of parasitoids and predators of aphids when used in biological control. *Acta Entomologica Behemoslovaca*, 87(6):401-413.
- Hughes, R.D. (1989). Biological control in the open field. pp.167-198. In: Minsk, A.K.; Harrewijn, P. (eds) Word crop pests. aphids, their biology, natural enemies and control. Vol. C. Amsterdam; Elsevier.
- Gwangoh, H., Hwankim J., & WeeHan, M. (2001). Application of *Aphidius colemani* Viereck for control of the aphid in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 4(2):171-174.
- Karacaoğlu, M., Satar, G., Uygun, N., & Satar, S. (2017). Ara ekimin yaprakbitlerine karşı turuncgil bahçelerinde kullanımı. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8 (2): 125-146.
- Kavallieratos, N.G., Tomanović, Ž., Athanassiou, C.G., Stary, P., Žikić, V., Sarlis, G.P., & Fasseas, C. (2005). Aphid parasitoids infesting cotton, citrus, tobacco, and cereal crops in southeastern Europe: aphid-plant associations and keys. *The Canadian Entomologist*, 137(5): 516-531.
- Marullo, R. (1989). Mating Behavior and longevity of wide spread aphid parasitoid species in southern Italy, *Troxys (Binodoxys) angelicae* (Haliday) (Hymenoptera; Braconidae). *Frustula Entomologica*, 9: 201-213.
- Sampaio, M.V., Bueno, V.H.P., Rodrigues, S.M.M., Soglia, M.C.M., & Conti, B.F. (2007). Development of *Aphidius colemani* Viereck (Hym.: Braconidae, Aphidiinae) and alterations caused by the parasitism in the host *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) in different temperatures. *Neotropical Entomology*, 36(3):436-444.
- Satar, G., Karacaoğlu, M., & Satar, S. (2018). Development of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Braconidae) on different hosts and temperatures. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 42(1):43-52.
- Satar, S., Kersting, U., & Uygun, N. (2008). Effect of temperature on population parameters of *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on pepper. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115(2):69-74.
- Satar, S. (2003). *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae)'nin Bazı biyolojik özellikleri ile parazitoit *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Aphididae) arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Satar S., Karacaoğlu M., Satar G., & Uygun, N. (2011). *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin önemli bir parazitoidi *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae)'in Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki turuncgil bahçelerine salım çalışmaları. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(1):55-62.
- Satar, S., Uygun, N., Demirhan, G., & Karacaoğlu, M. (2009). Turuncgil bahçelerinde *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)'nin parazitoitlerinden *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) ve *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae:Aphidiinae)'in biyolojik mücadelede kullanıma olanakları üzerinde araştırmalar. *TÜBİTAK-TOVAG 105-0581 nolu Proje Sonuç Raporu*, 125 s.
- Satar, S., Satar, G., Karacaoğlu, M., Uygun, N., Kavallieratos, N.G., Stary, P., & Athanassiou, P.C.G. (2014). Parasitoids and hyperparasitoids (Hymenoptera) on aphids (Hemiptera) infesting citrus in east Mediterranean region of Turkey. *Journal of Insect Science*, 14(178): 2014; DOI: 10.1093/jisesa/ieu040.
- Satar, S., & Uygun, N. (2008). Life cycle of *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae) in East Mediterranean Region of Turkey and its development on some important host plants. *Control in Citrus Fruit Crops, IOBC/wprs Bulletin*, 38(2008):216-224.
- Satar, S., & Uygun, N. (2011). *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae)'nin *Aphis spiraecola* Patch ve *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) üzerinde bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(2):103-118.
- Southwood, T.R.E. (1978). Ecological Methods, With Particular Reference to The Study of Insect Populations. Published by Chapman & Hall, 524 pp.
- Soylu, O.Z., & Ürel, N. (1977). Güney Anadolu bölgesi turuncgillerinde zararlı böceklerin parazitoit ve predatörlerinin tesbiti üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 17(2-4):77-112.
- SPSS, (2008). SPSS Statistics Base 17.0 User's Guide. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Stray, P. (1976). Aphid Parasites of the Mediterranean Area. Dr. W. Junk b.v., Publishers The Hague, Netherlands, 95p.

Uygun, N., & Satar, S. (2008). The current situation of citrus pests and their control methods in Turkey. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC-WPRS Bulletin*, 38(2008):2-9.

Yumruktepe, R., & Uygun, N. (1994). Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde saptanan yaprakbiti (Homoptera: Aphididae) türleri ve doğal düşmanları. *Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi*, 7:1-12.

Zamani, A.A., Aliasghar, T., Fathipour, Y., & Baniameri, V. (2007). Effect of temperature on life

history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), two parasitoids of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 36(2):263-271.

Zeren, O. (1989). Çukurova Bölgesinde Sebzelerde Zararlı Olan Yaprakbitleri (Aphidoidea) Türleri, Konukçuları, Zararlıları ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Araştırma Yayınları Serisi, Yayın No:59, 205 s.

Domatesin bazı fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin melezleme ile değişimi

Muharrem GÖLÜKCÜ¹ Aylin KABAŞ² Arzu BAYIR YEGİN¹ Fatih Alpay VURAN¹ Kadriye YÜKSEL¹ Ayşe TANIR¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

² Akdeniz Üniversitesi Manavgat Meslek Yüksekokulu, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: arzu.bayir@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-2194-6730

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):152-160
doi: 10.16882/derim.2018.427755

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 28.05.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 16.08.2018



Öz

İslah çalışmaları ile domates ve ürünlerinin fonksiyonel özellikleri geliştirilebilmektedir. Domatesin fiziksel ve kimyasal özellikleri, çeşit özelliği başta olmak üzere birçok faktörden önemli oranda etkilenmektedir. Bu çalışma kapsamında melezleme sonucu geliştirilen üç domates çeşidi ile bu çeşitlerin elde edilmesinde kullanılan altı ana ve baba bireyin önemli kalite özelliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bununla birlikte çalışmada 10 adet ticari domates çeşit ve yerel genotiplerinin kalite özellikleri de araştırılmıştır. Çalışmada bu amaçla toplam 19 farklı materyal kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, ana ve baba bireyler, bunlardan elde edilen domates çeşitleri ve denemede kullanılan ticari çeşitlerin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Örneklerin önemli kalite özelliklerinden suda çözünür kuru madde, glukoz ve fruktoz oranları, likopen içeriği ile kırmızılık göstergesi olan a* renk değeri sırasıyla %3.65-7.20, %0.61-1.81, %0.88-2.37, 37.45-85.82 mg kg⁻¹, 14.52-32.28 arasında değişim göstermiştir. Araştırma sonucunda melezleme çalışmaları ile domatesin şeker bileşimi, likopen içeriği ve renk gibi kalite özelliklerinde varyasyon oluşturulabileceği görülmüştür. İslah çalışmaları mevcut ürün çeşitliliğinin artırılması noktasında da oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Domates; *Solanum lycopersicum* L.; Melezleme; Çeşit; Kalite

Change of some physical and chemical properties of tomato by hybridization

Abstract

Functional properties of tomatoes and their products could be improved with breeding studies. The physical and chemical properties of the tomato could vary according to cultivars and also many growing factors. In this study, some quality parameters of three tomato hybrid cultivars were compared with their parents and also some commercial tomato varieties and local genotypes. Totally, 19 different genotypes were used for this purpose. According to obtained results, there were significant differences in some physical and chemical properties of them. The significant quality traits, such as water soluble dry matter, glucose and fructose ratios, lycopene content and the a* colour values varied between 3.65-7.20%, 0.61-1.81%, 0.88-2.37%, 37.45-85.82 mg kg⁻¹, 14.52-32.28, respectively. As a result, new varieties, which have different characteristics, could be improved by crossing studies. The product variety enriched with breeding trials is important on market demands. As a result, variations in quality characteristics, such as sugar composition, lycopene content and colour values of tomato can be generated hybridization studies. Breeding studies are also important in increasing the current product range for tomato.

Keywords: Tomato; *Solanum lycopersicum* L.; Hybridization; Cultivar; Quality

1. Giriş

Dünyada tarımı yapılan en önemli sebzelerden birisi olan domates (*Solanum lycopersicum* L.) tropik bölgelerde çok yıllık, diğer bölgelerde ise genellikle tek yıllık olarak yetiştirilmektedir. Anavatanı Güney Amerika olan domates (Frusciante vd., 2000; Yılmaz, 2001) 2016 yılı verilerine göre dünyada 177 042 359 ton üretilmiştir. Domates yetiştiriciliğinde 56 423 811 ton ile ilk sırayı Çin almakta bu

ülkeyi sırasıyla Hindistan (18 399 000 ton) ve ABD (13 038 410 ton) takip etmektedir. Türkiye 2016 yılı verilerine göre 12 600 000 ton üretim ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Ülkemizde 1996 yılında 7 800 000 ton olan toplam domates üretimi yirmi yıllık sürede 2016 yılında yaklaşık %40 artışla 12 600 000 tona ulaşmıştır (FAO, 2018). Türkiye'de üretimin %68'i sofralık, %32'si de salçalık domatesten oluşmaktadır. Türkiye'de domates özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara

Bölgelerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Akdeniz Bölgesi sofralık domates üretiminde, Ege ve Marmara Bölgeleri ise salçalık domates üretiminde öne çıkmaktadır. Sofralık domates üretiminin %28'i Antalya'da, %11'i Mersin'de yapılmaktadır (TUİK, 2018). Türkiye'de domates yetiştiriciliğindeki artışın birçok sebebi vardır. Bunlardan birisi üretimi yapılan domates çeşitlerinin piyasanın istediği özelliklerin hepsini birden taşımadığının görülmesi ile ihtiyaç duyulan kaliteli ve standart çeşitler elde etmek için yapılan ıslah çalışmalarıdır. Bunun yanında üretim teknolojilerinde yapılan yenilikler, sağlık açısından önemini anlaşılması sonucu talebinin artması gibi faktörler bu anlamda etkili olmuştur (Kabaş ve Zengin, 2012; Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Ülkemizde ve dünyada üretim miktarı yüksek olan domates insan beslenmesi açısından oldukça önemlidir. Domatesin bileşiminin önemli bir kısmını diğer birçok meyve ve sebze olduğu gibi su oluşturmaktadır. Domatesin bileşimi, sofralık ve salçalık olma durumu başta olmak üzere, domatesin tipi (beef-iri tip, cherry- kiraz, tane, kokteyl, armudi vb), çeşit, uygulanan kültürel işlemler (gübreleme, sulama vb), yetiştirme ortamı (tarla, sera), yetiştirme şekli (organik, konvansiyonel), bölge, olgunluk durumu gibi faktörlere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Thakur vd., 1996; Cemeröğlu vd., 2001; Demir vd., 2003; Barrett vd., 2007; Qaryouti vd., 2007; Tomlekova vd., 2007; Garg vd., 2008; Favati vd., 2009; Erba vd., 2013; Anonim, 2018). Domates bileşimi kuru madde üzerinden değerlendirildiğinde, bileşiminde makro düzeyde karbonhidratlar (glukoz, fruktoz) oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Domatesin bileşiminde protein ve yağ oranı ise genellikle %1'in altındadır. Domatesin bileşiminde bulunan C vitamini, A vitamini ön maddesi olan karotenoidlerden β -karoten, likopen, mineral maddeler beslenme ve sağlık açısından önemli bileşenlerdir. Domates sağlık üzerinde önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan likopen bakımından oldukça önemli bir besin kaynağıdır (Beecher, 1998; Abushita vd., 2000; Hadley vd., 2000; Shi ve Maguer, 2000; Sekin vd., 2005; Bergougoux, 2014; Gölkücü vd., 2016; Anonim, 2018). Nitekim günlük diyet ile alınan likopenin yaklaşık %85'i domates ve domates ürünlerinden alınmaktadır (Kun vd., 2006). Domates ve domates ürünlerinin yüksek likopen içerikleri nedeniyle bazı kanser tipleri, kalp damar hastalıkları, Alzheimer, gibi rahatsızlıklara karşı koruyucu etkisi olduğu

belirtmiştir (Sabbağ ve Sürücüoğlu, 2011; Navarro-Gonzales vd., 2018). Domates ve domates ürünlerinin kalite özellikleri üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ayrıca çeşit geliştirme sürecinde domatesin kalitesinde meydana gelen değişimler üzerine de bazı çalışmalar bulunmaktadır (Page vd., 2008; Keskin, 2014; Zengin vd., 2015; Liang vd., 2017). Ancak bu alanda yapılan çalışmalar özellikle de meyve kimyasal bileşiminin değerlendirilmesi anlamında yetersiz düzeydedir. Bu çalışma, sofralık olarak tüketilen farklı tiplerdeki domates çeşitleri, bunlara ait ana ve baba bireyler ile birlikte bazı ticari domates çeşit ve genotiplerine ait meyvelerdeki bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma 2017 yılı yetiştiricilik döneminde Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan domates çeşit ve genotiplerinin meyve tipleri Çizelge 1'de yer almaktadır. Genotiplerin tohum ekimi 10 Ocak 2017 elde edilen fidelerin seraya dikimi ise 13 Şubat 2017'de yapılmıştır. Örtü altında (plastik sera) üç tekerrürlü olarak 90x70x40 cm dikim sıklığında yetiştirmeye alınan bitkisel materyallerin hasatları kırmızı olum (yeme olgunluğu) döneminde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin hasat tarihleri çeşitlere göre bazı farklılıklar göstermekte olup hasat 15-24 Mayıs 2017 tarihleri aralığında gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen meyveler aynı gün içerisinde analizlerin yapılacağı enstitünün Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Merkezi laboratuvarına getirilerek analizleri yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Genotiplerden elde edilen meyve örneklerin en ve boyları (cm) kumpas ile ölçülerek, ağırlıkları (g) da tartım yoluyla belirlenmiştir. Bu amaçla analizler, her tekerrürde 10 meyve olmak üzere üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Meyve örneklerinde toplam kuru madde miktarı (TKM), suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), pH ve titrasyon asitliği analizleri Waring blendırda homojenize edilen örneklerde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma kapsamında kullanılan genotipler

Denemede kullanılan genotipler	Meyve tipi ve ıslahçı kuruluş
1 (Batem Özçelik Ana)	Tane (Enstitü saf hattı)
2 (Batem Özçelik Baba)	Tane (Enstitü saf hattı)
3 (İpekce Ana)	Çeri (Enstitü saf hattı)
4 (İpekce Baba)	Tane (Enstitü saf hattı)
5 (14-323 Ana)	İri (Enstitü saf hattı)
6 (14-323 Baba)	İri (Enstitü saf hattı)
Batem Özçelik F1	Tane (Enstitü çeşidi)
İpekce F1	Kokteyl (Enstitü çeşidi)
14-323 F1 (Aday çeşit)	İri (Beef) (Enstitü çeşidi)
A-294	İri (Beef) (Enstitü yerel genotip)
Tayfun F1	Tane (Firma çeşidi)
Tybeef F1	İri (Beef) (Firma çeşidi)
Verty F1	Kokteyl (Firma çeşidi)
A-230	İri (Beef) Yerel genotip
Ayaş	İri (Beef) Yerel genotip
Lice	İri (Beef) Yerel genotip
RioGrande	Tane (Firma standart çeşit)
SC2121	Tane (Firma standart çeşit)
H-2274	Tane (Firma standart çeşit)

Toplam kuru madde miktarı 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasıyla, SÇKM refraktometrik yöntemle dijital refraktometre kullanılarak (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000 series, Almanya), pH değerleri potansiyometrik olarak (Mettler Toledo, SevenEasy, İsviçre), titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle (susuz sitrik asit cinsinden) yapılmıştır (Cemeroğlu, 2010). Domateslerin likopen içerikleri spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Bu amaçla 50 ml'lik falkon tüp içerisine yaklaşık 0.5 g örnek tartılmış ve üzerine 5 ml %0.05 BHT içeren aseton, 5 ml %95'lik etanol ve 10 ml hekzan ilave edilmiştir. Daha sonra orbital çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010, Almanya) 180 rpm'de 4°C'de 15 dakika süreyle ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda karışım üzerine 3 ml ultra saf su eklenerek 5 dakika daha çalkalama işlemine devam edilmiştir. Ekstraksiyon sonrasında falkon tüpler oda sıcaklığında faz ayrımı oluşuncaya kadar bekletildikten sonra likopen içeren üst fazdan ölçümler yapılmıştır. Ölçümler UV-Vis spektrofotometrede (UV-1800, Shimadzu, Japonya) 503 nm'de gerçekleştirilmiş ve örneklerin likopen içerikleri aşağıda yer alan eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Fish vd., 2002).

Likopen miktarı (mg kg⁻¹ taze örnek)=(A503x31.2) örnek miktarı⁻¹ (g)

Örneklerin CIE L, a*, b*, kroma (C) ve hue açığı değeri (ho) bileşenlerinin analizi Minolta CR 400 cihazı (Konica Minolta, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Domates örneklerinde ölçüm, D65 ışık kaynağı kullanılarak, üç farklı noktadan okunan renk değerlerinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ölçümlerden önce cihaz kalibrasyon plakası (CR A43) ile kalibre edilmiştir (Özdemir, 2001).

Taze meyve örneklerinin şeker bileşenleri HPLC (LC 20 AT, Shimadzu) cihazında refraktif indeks dedektörü (RID 10A, Shimadzu) kullanılarak belirlenmiştir (Turhan, 2014). Taze örnekler 1:5 oranında ultra saf su ile 1 dakika boyunca homojenize edilerek seyreltilmiştir. Homojenize edilen örnekler 5000 rpm hızda 20 C'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası berrak kısım 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (Millipore, Bedford, MA, ABD) geçirildikten sonra HPLC cihazına verilmiştir. HPLC analizlerinde mobil faz olarak ultra saf su, kolon olarak da CARBOSep CHO-820 CA (7.8x300 mm, Transgenomic) kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı 0.5 ml dakika⁻¹, kolon sıcaklığı 80°C ve enjeksiyon miktarı 10µl olarak ayarlanmış olup toplam analiz süresi 20 dakikadır. Örneklerin şeker miktarları standart şeker bileşenleri kullanılarak elde edilen kalibrasyon verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Turhan, 2014).

Araştırmada yetiştiricilik tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Düzgüneş vd., 1987). Analizler her bir tekerrür için iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler SAS paket programı ile varyans analizi (burada verilmemiştir) ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Bulgular ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Domatesin genel fiziksel özellikleri çeşitli faktörlere göre önemli değişkenlikler gösterebilmektedir. Araştırmada genotiplere ait meyvelerde incelenen bazı fiziksel özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Domateslerin en, boy, ağırlık gibi fiziksel özellikleri başta domates tipi olmak üzere çeşit, uygulanan kültürel işlemler, toprak yapısı, iklim gibi faktörlere göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Causse vd. (2007), domateste verim, meyve ağırlığı ve kuru madde miktarının yetiştirme şartlarına ve genotipe bağlı olarak değiştiğini vurgulamıştır. Keskin (2014) tarafından yapılan çalışmada da melezlemenin domates bitki ve meyve özellikleri üzerinde etkileri konusunda melezlemede kullanılan ana ve baba bireylere göre meyve en, boy ve ağırlıklarında bazı

farklılıklar oluştuğu gözlemlenmiştir. Ganeva (2008) domateste meyve ağırlığı bakımından genotipleri değerlendirdiği çalışmasında meyve ağırlığını kontrol eden genlerin kısmi dominant olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Ho (1996) ve Bertin vd. (1998) meyve büyüklüğünün hücre sayısına, hücre büyümesinin süresine ve oranına bağlı olduğu ve son meyve şeklini içindeki tohum sayısının belirlediğini ortaya koymuştur. Çizelge 2 incelendiğinde de örneklerin domates tipine göre en, boy, ağırlık gibi fiziksel özelliklerinde önemli değişimler olduğu görülecektir. Melezleme ile elde edilen bireylerin fiziksel özellikleri ana ve baba olarak kullanılan materyallerde belirlenen veri aralıklarında kalmıştır. Elde edilen araştırma bulguları mevcut çeşitliliğin artırılması anlamında melezlemenin önemli olduğunu göstermektedir.

Örneklerin toplam kuru madde miktarı (TKM), pH, titrasyon asitliği ve likopen miktarlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırma bulguları örneklerin toplam kuru madde miktarı, pH, titrasyon asitliği ve likopen içerik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Çizelge 3'te de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar örneklerin toplam kuru madde miktarının %4.21 ile %8.22 değerleri arasında değiştiğini göstermektedir. Bu veriler bu anlamda önemli bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Domates meyvelerinin bazı fiziksel özelliklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (ortalama±standart hata)*.

Genotipler	En (cm)	Boy (cm)	Ağırlık (g adet ⁻¹)
1 (Batem Özçelik Ana)	6.97 ^{def} ±0.348	5.53 ^{cde} ±0.186	165.59 ^{e-h} ±17.26
2 (Batem Özçelik Baba)	6.43 ^{ef} ±0.484	5.20 ^{def} ±0.284	125.52 ^{f-i} ±14.62
3 (İpekce Ana)	3.52 ^h ±0.088	3.12 ^h ±0.009	21.25 [±] 1.01
4 (İpekce Baba)	8.09 ^{b-e} ±0.183	6.37 ^{bc} ±0.150	241.13 ^{def} ±5.23
5 (14-323 Ana)	9.20 ^{bc} ±0.569	6.67 ^a ±0.895	383.95 ^{bc} ±60.00
6 (14-323 Baba)	7.44 ^{de} ±0.129	4.51 ^{fg} ±0.357	140.02 ^{e-i} ±17.89
Batem Özçelik F1	6.87 ^{ef} ±0.130	5.50 ^{c-f} ±0.030	140.07 ^{e-i} ±0.260
İpekce F1	4.43 ^{gh} ±0.188	3.88 ^{gh} ±0.178	45.38 ^{hij} ±5.83
14-323 F1 (Aday çeşit)	9.76 ^b ±0.705	5.57 ^{cde} ±0.188	289.08 ^{cd} ±41.37
A-294	12.03 ^a ±1.250	6.39 ^{bc} ±0.175	458.30 ^{ab} ±25.05
Tayfun F1	7.35 ^{de} ±0.285	5.39 ^{c-f} ±0.055	167.69 ^{e-h} ±10.92
Tybeef F1	8.08 ^{b-e} ±0.317	5.77 ^{bcd} ±0.245	225.51 ^{d-g} ±16.00
Verti F1	4.13 ^{gh} ±0.133	4.65 ^{efg} ±0.048	39.95 [±] 2.820
A-230	11.54 ^a ±1.247	8.32 ^a ±0.586	557.52 ^a ±128.47
Ayaş	8.61 ^{bcd} ±0.467	6.05 ^{bcd} ±0.175	256.45 ^{de} ±26.47
Lice	9.24 ^{bc} ±0.383	5.50 ^{c-f} ±0.075	301.40 ^{cd} ±31.43
RioGrande	5.40 ^{fg} ±0.095	6.38 ^{bc} ±0.283	111.79 ^{g-i} ±21.44
SC2121	7.58 ^{cde} ±0.440	5.69 ^{bcd} ±0.091	199.18 ^{d-g} ±24.89
H-2274	6.59 ^{ef} ±0.222	5.54 ^{cde} ±0.324	147.87 ^{e-i} ±17.13

*Aynı sütündeki farklı harfler ortalamalar arasında p<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Meyvelerin kimyasal özelliklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (ortalama±standart hata)*

Genotipler	TKM (%)	pH	Titrasyon asitliği (%)	Likopen (mg kg ⁻¹)
1 (Batem Özçelik Ana)	5.66 ^d ±0.085	4.53 ^a ±0.020	0.374 ^{ef} ±0.008	49.77 ^{c-i} ±4.54
2 (Batem Özçelik Baba)	5.35 ^{def} ±0.050	4.46 ^{ab} ±0.045	0.545 ^b ±0.004	46.05 ^{c-f} ±0.22
3 (İpekce Ana)	8.22 ^a ±0.070	4.53 ^a ±0.020	0.386 ^{def} ±0.005	56.92 ^{b-e} ±4.26
4 (İpekce Baba)	4.53 ^{ij} ±0.100	4.31 ^{abc} ±0.010	0.371 ^{ef} ±0.022	54.07 ^{b-f} ±6.59
5 (14-323 Ana)	4.66 ^{hij} ±0.170	4.57 ^a ±0.010	0.363 ^f ±0.007	63.02 ^{a-e} ±4.13
6 (14-323 Baba)	5.34 ^{def} ±0.035	4.37 ^{abc} ±0.095	0.446 ^{c-f} ±0.032	50.36 ^{b-f} ±9.58
Batem Özçelik F1	5.20 ^{d-g} ±0.135	4.24 ^{bc} ±0.040	0.466 ^{b-e} ±0.020	44.02 ^{c-f} ±2.05
İpekce F1	8.14 ^a ±0.200	4.33 ^{abc} ±0.100	0.718 ^a ±0.020	70.72 ^{abc} ±6.20
14-323 F1 (Aday çeşit)	4.87 ^{f-i} ±0.055	4.13 ^c ±0.020	0.491 ^{bc} ±0.026	49.40 ^{c-f} ±7.03
A-294	5.24 ^{d-g} ±0.175	4.47 ^{ab} ±0.090	0.427 ^{c-f} ±0.039	47.21 ^{c-f} ±6.52
Tayfun F1	6.44 ^c ±0.220	4.23 ^{bc} ±0.025	0.504 ^{bc} ±0.039	54.61 ^{b-e} ±3.99
Tybeef F1	5.31 ^{def} ±0.140	4.33 ^{abc} ±0.005	0.482 ^{bcd} ±0.023	39.26 ^{def} ±3.11
Verty F1	7.25 ^b ±0.075	4.44 ^{ab} ±0.015	0.483 ^{bc} ±0.001	85.82 ^a ±8.67
A-230	4.21 ⁱ ±0.050	4.32 ^{abc} ±0.185	0.411 ^{c-f} ±0.062	50.04 ^{c-f} ±24.70
Ayaş	4.30 ⁱ ±0.080	4.45 ^{ab} ±0.215	0.386 ^{def} ±0.011	69.86 ^{abc} ±1.60
Lice	5.18 ^{d-g} ±0.300	4.39 ^{abc} ±0.090	0.459 ^{b-f} ±0.058	25.59 ^f ±4.15
RioGrande	5.38 ^{de} ±0.080	4.44 ^{ab} ±0.080	0.369 ^{ef} ±0.036	68.14 ^{a-d} ±16.83
SC2121	5.11 ^{e-h} ±0.115	4.43 ^{ab} ±0.040	0.455 ^{b-f} ±0.012	37.45 ^{ef} ±1.51
H-2274	4.79 ^{ghi} ±0.270	4.40 ^{abc} ±0.000	0.410 ^{c-f} ±0.005	78.90 ^{ab} ±2.34

*Aynı sütündeki farklı harfler ortalamalar arasında p<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Toplam kuru madde içeriği en yüksek örnek İpekce çeşidinin elde edilmesinde kullanılan ana birey (8.22) ve İpekce F1 çeşidinde (8.14) tespit edilmiştir. Bir diğer kokteyl tip olan Verty F1 de bu anlamda öne çıkan ticari hibrit çeşit olmuştur. Araştırma bulguları çeri ve kokteyl tip olanların tane ve iri tip domateslere göre daha yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Davies ve Hobson (1981) domatesteki kuru madde miktarının %5 ile %9 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Barrett vd. (2007) tarafından yürütülen çalışmada domatesin toplam kuru madde içeriğinin %5.43-7.16 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma bulguları da bu anlamda literatür ile benzerlikler göstermektedir.

Örneklerin pH ve titrasyon asitliği gibi değerleri duyuşsal özellik yanında mikrobiyolojik dayanım açısından da önemli parametrelerdir. Çalışma kapsamında incelenen örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 4.13-4.57 ile %0.363-0.718 aralığında varyasyon göstermiştir. Bu veriler ıslah çalışmaları ile bu anlamda da bazı varyasyonların oluşturulabileceğini göstermektedir. Bu durum tüketici talepleri yanında, muhafaza ve uygulanacak teknolojik işlem (pastörizasyon, sterilizasyon) gibi alanlarda da bir farklılığa neden olabilmektedir. Barrett vd. (2007) tarafından yürütülen çalışmada domatesin pH ve titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 4.32-4.70, %0.21-0.37 aralıklarında değişim gösterdiği

belirlenmiştir. Bulgularımız literatür ile kısmi benzerlikler göstermekle birlikte asitlik anlamında çalışmada yer alan çeşit ve genotiplerin biraz daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun başta çeşit olmak üzere, yetiştirme koşullarındaki farklılıktan ileri gelebileceği de düşünülmektedir.

Araştırma bulgularına göre örneklerin likopen değerlerinin 25.59- 85.82 mg kg⁻¹ arasında değiştiği gözlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen örnekler içerisinde en yüksek likopen içeriğine ticari bir çeşit olan kokteyl tipdeki Verty F1 sahip olmuş bunu sırasıyla H-2274 (tane tip), İpekce F1 (kokteyl tip), Ayaş yerel genotip (iri tip) ve Rio Grande (tane tip) izlemiştir. En düşük likopen içeriğine sahip olan örnek ise Lice yerel genotipi olmuştur. Ayrıca araştırma sonuçları, çalışmada kullanılan ana ve baba bireylere göre elde edilen hibrit çeşitlerin (İpekce F1 de olduğu gibi) ana ve baba bireylere oranla daha yüksek likopen içeriğine sahip olabildiği gibi Batem Özçelik ve 14-323 F1 aday çeşidinde olduğu gibi de hibrit çeşitte daha düşük olabildiğini göstermiştir. Bu da melezleme ile sadece fiziksel değil, fonksiyonel açıdan daha yüksek niteliklere sahip hibrit çeşitler üretilebileceğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, olgun domateslerde taze ağırlık üzerinden 41-90 mg kg⁻¹ aralığında likopen bulunduğu belirtilmiştir (Thompson vd., 2000). Abushita vd. (2000) tarafından 10 çeşit sofralık ve 15 çeşit sanayilik domates üzerine yürütülen çalışmada da likopen içeriğinin sofralık

domateslerde 51.8-84.7 mg kg⁻¹, sanayilik domateslerde ise 51.4-116.1 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği tespit edilmiştir. [Bobinaite vd. \(2009\)](#) tarafından 9 domates çeşidinde likopen, beta karoten, askorbik asit, renk ve tekstür açısından değerlendirme yapılmıştır. Genotipler arasında karotenoid, askorbik asit ve fiziksel özellikleri bakımından önemli derecede farklar bulunduğu bildirilmiştir. Likopen miktarı çeşitlerde 39-105 mg kg⁻¹ aralığında değişmiştir. [Erba vd. \(2013\)](#) de serada farklı azot dozu uygulaması ve meyve olgunluk durumuna göre domatesin likopen içeriğinin 3.24 mg kg⁻¹ ile 65.78 mg kg⁻¹ aralığında değiştiğini saptamışlardır. Türkiye’de yürütülen bir çalışmada da likopen içeriği sofralık domateste 25.6-86.3 mg kg⁻¹, kiraz tipi domateste de 24.5-101.8 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir ([Anonim, 2018](#)). Bulgularımız araştırmacıların elde ettiği değerler ile benzerlikler göstermektedir.

Domateste bir diğer önemli kalite parametresi suda çözünür kuru madde miktarı ve suda çözünür kuru maddelerin önemli bir kısmını oluşturan şeker bileşimidir. Örneklerin suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), glukoz ve fruktoz miktarlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testine ait sonuçlar Çizelge 4’te verilmiştir. Örneklerin SÇKM, glukoz ve fruktoz miktarları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir (p<0.05). Domateste suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ile tat

ve lezzet arasında doğrusal bir ilişki vardır ([Cemeroğlu vd., 2009](#)).

Araştırma sonucunda elde edilen değerlere bakıldığında SÇKM değerinin %3.65 ile %7.20 aralığında dağılım yaptığı görülecektir. En yüksek SÇKM değeri %7.20 ile İpekçe F1 çeşidinde yer alırken, aynı çeşidin ebeveyni olan 3 nolu genotipte %7.15 değeri ile aynı grupta yer almıştır. Aynı şekilde glukoz ve fruktoz oranlarına bakıldığında da 3 nolu genotip en yüksek değerleri almıştır. İpekçe F1 hibrit çeşidin glukoz ve fruktoz oranları sırasıyla %1.43 ve %1.94 olmuştur. Diğer kalite parametrelerinde olduğu gibi melezleme ile SÇKM, glukoz ve fruktoz miktarlarında artış veya azalış olabilmektedir. Pek çok kalite kriterinde olduğu gibi; domateste çeşide, olgunluk dönemine ve depolama koşulları ve süresine bağlı olarak suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), titrasyon asitliği (TA) ve C vitamini miktarı değişebilmektedir ([Picha, 1984](#)). Yapılan çalışmalar, SÇKM değerinin olgunlaşma ile arttığını göstermiştir ([Renquist ve Reid, 1998](#)). [Barrett vd. \(2007\)](#), domateste SÇKM oranının %4.66-5.96 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir. Türkiye’de yapılan bir çalışmada ise sofralık olarak sınıflandırılan domateslerde glukoz içeriği %1.02-1.52, fruktoz içeriği %0.17-1.64, kiraz tipi domateslerde glukoz %0.91-2.74, fruktoz %1.22-2.61 olarak belirlenmiştir ([Anonim, 2018](#)).

Çizelge 4. Meyvelerin SÇKM ve şeker içeriğine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (ortalama±standart hata)*

Genotipler	SÇKM (%)	Glukoz (%)	Fruktoz (%)
1 (Batem Özçelik Ana)	4.80 ^c ±0.000	0.98 ^{de} ±0.045	1.21 ^{efg} ±0.080
2 (Batem Özçelik Baba)	4.55 ^{cde} ±0.050	0.84 ^{e-i} ±0.030	1.02 ^{hij} ±0.005
3 (İpekçe Ana)	7.15 ^a ±0.050	1.81 ^a ±0.050	2.37 ^a ±0.025
4 (İpekçe Baba)	3.75 ^l ±0.150	0.78 ^{ghi} ±0.030	1.10 ^{ghh} ±0.030
5 (14-323 Ana)	4.40 ^{de} ±0.000	0.81 ^{ghi} ±0.025	1.08 ^{ghh} ±0.005
6 (14-323 Baba)	4.45 ^{cde} ±0.150	0.90 ^{d-g} ±0.060	1.22 ^{d-g} ±0.045
Batem Özçelik F1	4.45 ^{cde} ±0.050	1.00 ^d ±0.045	1.30 ^{de} ±0.050
İpekçe F1	7.20 ^a ±0.200	1.43 ^b ±0.075	1.94 ^b ±0.000
14-323 F1 (Aday çeşit)	3.70 ^h ±0.100	0.71 ^{ij} ±0.015	0.93 ⁱ ±0.030
A-294	4.65 ^{cd} ±0.050	0.91 ^{d-g} ±0.020	1.36 ^d ±0.100
Tayfun F1	5.85 ^b ±0.050	1.24 ^c ±0.070	1.62 ^c ±0.055
Tybeef F1	4.35 ^{def} ±0.050	0.95 ^{def} ±0.030	1.27 ^{def} ±0.050
Verty F1	6.90 ^a ±0.200	1.47 ^b ±0.055	1.95 ^b ±0.030
A-230	3.65 ^h ±0.050	0.61 ^j ±0.015	0.88 ^j ±0.070
Ayaş	3.95 ^{gh} ±0.150	0.76 ^{hi} ±0.015	1.09 ^{ghh} ±0.010
Lice	4.30 ^{d-g} ±0.000	0.87 ^{d-h} ±0.005	1.29 ^{def} ±0.035
RioGrande	4.55 ^{cde} ±0.050	0.82 ^{f-i} ±0.015	1.15 ^{fgh} ±0.020
SC2121	4.25 ^{efg} ±0.250	0.88 ^{d-h} ±0.010	1.31 ^{de} ±0.015
H-2274	4.00 ^{fgh} ±0.100	0.76 ^{hi} ±0.050	0.97 ^{ij} ±0.015

*Aynı sütündeki farklı harfler ortalamalar arasında p<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir

Çizelge 5. Meyvelerin L, a*, b*, C ve hue açı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (ortalama±standart hata)*

Genotipler	L	a*	b*	C	h°	a b ⁻¹
1 (Batem Özçelik Ana)	40.39 ^{efg} ±0.130	31.92 ^{ab} ±2.990	28.22 ^{def} ±0.330	42.65 ^{ab} ±2.010	41.60 ^{cd} ±3.025	1.13
2(Batem Özçelik Baba)	37.61 ^{gh} ±0.355	26.80 ^{a-e} ±0.580	24.05 ^h ±0.240	35.88 ^e ±0.085	41.61 ^{cd} ±1.200	1.11
3 (İpekce Ana)	35i42 ^h ±0.205	14.52 ^h ±1.560	15.36 ^l ±0.425	21.15 ^h ±1.380	46.74 ^{bc} ±2.290	0.95
4 (İpekce Baba)	42.22 ^{c-f} ±0.540	26.23 ^{a-f} ±2.875	28.61 ^{def} ±0.570	38.90 ^{b-e} ±1.515	47.64 ^{bc} ±3.695	0.92
5 (14-323 Ana)	42.22 ^{def} ±0.615	30.27 ^{abc} ±0.225	29.70 ^{b-e} ±0.170	42.41 ^{ab} ±0.045	44.46 ^{cd} ±0.380	1.02
6 (14-323 Baba)	43.24 ^{b-e} ±1.685	29.04 ^{a-d} ±1.995	30.70 ^{b-d} ±2.175	42.35 ^{ab} ±0.210	46.58 ^{bc} ±3.995	0.95
Batem Özçelik F1	41.25 ^{def} ±0.735	25.56 ^{b-f} ±1.685	26.58 ^{gh} ±0.850	36.92 ^{de} ±0.555	46.18 ^{bcd} ±2.795	0.96
İpekce F1	35.79 ^h ±0.005	18.07 ^{gh} ±0.260	16.73 ^l ±0.260	24.62 ^g ±0.370	42.80 ^{cd} ±0.045	1.08
14-323 F1 (Aday çeşit)	41.31 ^{def} ±0.605	29.00 ^{a-d} ±1.420	28.94 ^{def} ±0.365	40.98 ^{bc} ±1.265	44.97 ^{cd} ±1.050	1.00
A-294	45.34 ^{ab} ±0.830	20.78 ^{efg} ±4.770	32.12 ^{ab} ±0.875	38.51 ^{cde} ±1.840	57.42 ^a ±6.690	0.65
Tayfun F1	40.75 ^{ef} ±0.190	29.43 ^{a-d} ±0.050	27.61 ^{efg} ±0.480	40.36 ^{bcd} ±0.365	43.17 ^{cd} ±0.445	1.07
Tybeef F1	43.12 ^{b-e} ±0.205	24.77 ^{c-f} ±2.030	29.12 ^{c-e} ±0.025	38.26 ^{cde} ±1.330	49.69 ^{abc} ±2.290	0.85
Verty F1	39.42 ^{fg} ±0.520	26.24 ^{a-f} ±0.430	25.18 ^{gh} ±0.400	36.37 ^e ±0.030	43.82 ^{cd} ±0.920	1.04
A-230	46.78 ^a ±1.235	19.89 ^{fgh} ±0.890	18.60 ^l ±1.425	27.23 ^g ±1.620	43.02 ^{cd} ±0.910	1.07
Ayaş	43.89 ^{bcd} ±1.380	23.59 ^{d-g} ±2.950	32.71 ^a ±0.695	40.42 ^{bcd} ±1.160	54.32 ^{ab} ±3.975	0.72
Lice	44.64 ^{abc} ±0.505	22.09 ^{efg} ±0.180	17.00 ^l ±0.480	27.88 ^g ±0.150	37.58 ^d ±1.005	1.30
RioGrande	40.32 ^{efg} ±0.240	28.81 ^{a-d} ±1.020	28.74 ^{def} ±0.910	40.70 ^{bcd} ±1.365	44.94 ^{cd} ±0.110	1.00
SC2121	39.36 ^{fg} ±1.695	20.53 ^{e-h} ±1.220	24.22 ^h ±1.420	31.75 ^l ±1.870	49.72 ^{abc} ±0.015	0.85
H-2274	42.38 ^{cde} ±1.310	32.28 ^a ±0.950	31.86 ^{abc} ±1.155	45.38 ^a ±0.135	44.62 ^{cd} ±1.880	1.01

**Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında p<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Domateste bir diğer önemli kalite kriteri renktir. Meyve rengi üzerinde kırmızı renk pigmenti likopen ve beta karotenden oluşan karotenoid pigmentleri belirleyici olmaktadır. Karotenoidler meyve içerisinde homojen olarak dağılmamakla birlikte perikarpın dış kısmında en yüksek miktarda bulunmaktadır (Thakur vd., 1996). Örneklerin CIE L, a*, b*, C ve ho açı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testine ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede ayrıca a* renk değerinin b* renk değerine oranı da hesaplanarak verilmiştir.

Örneklerin L, a*, b*, C ve h değerleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Beyazlık-siyahlık göstergesi olan L değeri 35.79 ile 46.78 aralığında, kırmızılık göstergesi olan pozitif a* değerleri 14.52 ile 32.28, sarılık göstergesi olan pozitif b* renk değerleri de 15.36 ile 32.71 aralığında dağılım göstermiştir. Olgun ve kırmızı domatesler için özellikle kırmızılık göstergesi önemli bir kalite kriteridir. Kırmızılığın şiddeti a* renk değerindeki artış ile birlikte artmaktadır. En yüksek a* renk değeri 32.28 ile H-2274 çeşidinde tespit edilmiş bunu sırasıyla 31.92 ile Batem Özçelik'in ana bireyi, 30.27 ile de 5 nolu birey (14-323 ana) takip etmiştir. En düşük a* renk değeri ise 3 nolu bireyde tespit edilmiştir. Melezleme ile a* renk değerindeki değişim incelendiğinde de diğer kalite parametrelerinde olduğu gibi varyasyon oluşturulabilmiştir. Kırmızılık göstergesi olan a renk değerinin sarılık göstergesi olan b renk değerine oranı da önemli kalite kriteri olarak

değerlendirilebilmektedir. Bu verilerin de 0.65 ile 1.30 gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği görülmüştür. Renk şiddeti (kroma) göstergesi olan C ve renk tonu açısı (hue açısı) olan ho renk değerlerinde de beklenildiği üzere bu anlamda bir varyasyon oluşturulabilmektedir. Farklı yetiştirme koşullarının meyve rengi üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada örneklerin L, a* ve b* renk değerlerinin sırasıyla 22.36-23.61, 26.12-27.77, 14.40-15.24 aralıklarında değiştiği belirlenmiştir (Barrett vd., 2007). Bulgularımız bu anlamda literatür ile benzerlikler göstermekle birlikte daha geniş bir aralıkta dağılım göstermiştir.

4. Sonuç

İslah çalışmaları çok uzun zaman ve yoğun emek gerektirdiğinden, geliştirilecek hibrit çeşitlerin değişen taleplere cevap verebilecek nitelikte olması önemlidir. Hibrit çeşit geliştirmede en önemli aşamalardan biri amaca uygun en iyi ebeveynlerin seçilmesidir. Bitkilerin yalnızca morfolojik özelliklerinin değil aynı zamanda kalite bileşenlerinin de tespit edilmesi ile ıslah çalışmaları son yıllarda farklı bir ivme kazanmıştır. Yapılan bu çalışma ile farklı çeşitler, yerel genotipler ve çeşitleri oluşturan ebeveynlerin meyve kalite özellikleri incelenmiş ve çevresel dalgalanmaların varlığının genotipler üzerine önemli ölçüde etki ettiği ortaya konulmuştur. Ülkemizin diğer meyve sebzelerde olduğu gibi domates alanında da

uluslararası mevcut konumunun güçlendirilmesi amacıyla ıslah araştırmalarına multidisipliner çalışmalarla yön verilmesinin yerinde olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abushita, A.A., Daood, H.G., & Biacs, P.A. (2000). Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6):2075-2081.
- Anonim, 2018. Ulusal Gıda Kompozisyon Veritabanı (<http://www.turkomp.gov.tr/>). (Erişim tarihi: 10.03.2018).
- Barrett, D.M., Weakley, C., Diaz, J.V., & Watnik, M. (2007). Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *Journal of Food Science*, 72(9):441-451.
- Beecher, G.R. (1998). Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Experimental Biology and Medicine*, 218(2):98-100.
- Bergounoux, V. (2014). The history of tomato: From domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*, 32(1):170-189.
- Bertin, N., Gary, C., Tchamitchian, M., & Vaissiere, B.E. (1998). Influence of cultivar, fruit position and seed content on tomato fruit weight during a crop cycle under low and high competition for assimilates. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73(4):541-548.
- Bobinaite, R., Dambrauskiene, E., Radzevicius, A., Jankauskiene, J., & Rubinskiene, M. (2009). Carotenoids, ascorbic acid and physical properties of tomatoes. *Acta Horticulturae*, 830:249-254.
- Causse, M., Damidaux, R., & Rousselle, P. (2007). Traditional and enhanced breeding for quality traits in tomato, pp: 153-192. In: Razdan, M.K., & Mattoo A.K. (Ed.), Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Volume: 2 Tomato. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., & Özkan, M. (2009). Meyve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 38, Ankara, 728s.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., & Özkan, M. (2001). Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:24, Ankara, 325 s.
- Davies, J.N., & Hobson, G.E. (1981). The constituents of tomato fruit-The influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15(3):205-280.
- Demir, H., Topuz, A., Polat, E., Gölükcü, M., Özdemir, F., & Şahin, H. (2003). Ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1):19-25.
- Düzgüneş O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021, Ankara.
- Erba, D., Casiraghi, M.C., Ribas-Agusti, A., Caceres, R., Marfa, O., & Castellari, M. (2013). Nutritional value of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) grown in greenhouse by different agronomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(2):245-251.
- FAO (2018). FAO Statistical Database (<http://faostat3.fao.org/home/E>). (Erişim tarihi: 10.04.2018).
- Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., & Candido, V. (2009). Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae*, 122(4):562-571.
- Fish, W.W., Perkins-Veazie, P., & Collins JK. (2002). A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(3):309-317.
- Frusciante, L., Barone, A., Carputo, D., Ercolano, M., Rocca, F., D., & Esposito, S. (2000). Evaluation and use of plant biodiversity for food and pharmaceuticals. *Fitoterapia*, 71(1):66-72.
- Ganeva, D. (2008). Variation and inheritance of average fruit weight and fruit number per plant in F1 tomato determinate mid-early hybrids. In *IV Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, 830:77-82.
- Garg, N., Cheema, D.S., & Dhatt, A.S. (2008). Genetics of yield, quality and shelf life characteristics in tomato under normal and late planting conditions. *Euphytica*, 159(1-2):275-288.
- Gölükcü, M., Toker, R., & Tokgöz, H. (2016). Domatesin beslenme özellikleri ve gıda sanayisinde değerlendirilmesi. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 17:46-51.
- Hadley, C.W., Miller, E.C., Schwartz, S.J., & Clinton, S.K. (2000). Tomatoes, lycopene, and prostate cancer: Progress and promise. *Experimental Biology and Medicine*, 227(10):869-80.
- Ho, L.C. (1996). The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. *Journal of Experimental Botany*, 47:1239-1243.
- Kabaş, A., & Zengin, S., 2012. Örtüaltı yetiştiriciliğine uygun domates çeşit ıslahı. 9. *Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, s:60-67.
- Keskin, L. (2014). Bazı domates (*Solanum lycopersicum*) genotiplerinin melezlenmesi, ebeveyn ve melezlerin morfolojik karakterizasyonu. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kun, Y., Lule, U.S., & Xiao-Lin, D. (2006). Lycopene: Its properties and relationship to human health. *Food Reviews International*, 22(4):309-333.

- Liang, S., Jie, C., Kai, X., & Wencai, Y. (2017). Origin of the domesticated horticultural species and molecular bases of fruit shape and size changes during the domestication, taking tomato as an example. *Horticultural Plant Journal*, 3(3):125-132.
- Navarro-Gonzalez, I., Garcia-Alonso, J., & Periago, M.J. (2018). Bioactive compounds of tomato: Cancer chemo preventive effects and influence on the transcriptome in hepatocytes. *Journal of Functional Foods*, 42:271-280.
- Özdemir, M. (2001). Mathematical analysis of color changes and chemical parameters of roasted hazelnuts. Ph.D. Thesis. Istanbul Technical University, İstanbul.
- Qaryouti, M.M., Qawasmi, W., Hamdan, H., & Edwan, M. (2007). Tomato fruit yield and quality as affected by grafting and growing system. *Acta Horticulturae*, 741:199-206.
- Page, D., Marty, I., Bouchet, J.P., Gouble, B., & Causse, M. (2008). Isolation of genes potentially related to fruit quality by subtractive selective hybridization in tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 50(2-3):117-124.
- Picha, D.H. (1984). Ripening and storage characteristics of the "alcobaca" ripening mutant in tomatoes. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 109(4):504-507.
- Renquist, A.R., & Reid, J.B. (1998). Quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruit from four bloom dates in relation to optimal harvest timing. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 26(2):161-168.
- Sabbağ, Ç., & Sürücüoğlu, M.S. (2011). Likopen: İnsan sağlığında vazgeçilmez bir bileşen. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3):27-41.
- Sekin, Y., Bağdatlıoğlu, N., & Kırdinli, Ö. (2005). Domates konservesi üretiminde çeşitli faktörlerin likopen niceliğine etkisi. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1):7-13.
- Shi, J., & Maguer, M.L. (2000). Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1):1-42.
- Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2014). Domates, Karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31(2):107-130.
- Thakur, B.R., Singh, R.K., & Nelson, P. E. (1996). Quality attributes of processed tomato products: A review. *Food Reviews International*, 12(3):375-401.
- Thompson, K.A., Marshall, M.R., Sims, C.A., Wei, C.I., Sargents, S.A., & Scott, J.W. (2000). Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science*, 65(5):791-795.
- Tomlekova, N., Atanassova, B., Baraliev, D., Ribarova, F., & Marinova, D. (2007). Study on the variability of lycopene and β -carotene content in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Horticulturae*, 729:101-104.
- TÜİK (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri (<http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>), (Erişim Tarihi: 10.03.2018).
- Turhan, I. (2014). Relationship between sugar profile and D-pinitol content of pods of wild and cultivated types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.). *International Journal of Food Properties*, 17(2):363-370.
- Yılmaz, E. (2001). The chemistry of fresh tomato flavor. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 25(3):149-155.
- Zengin, S., Kabaş, A., Oğuz, A., Eren, A., & Polat, E. (2015). Determining of general combining ability for yield, quality and some other traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) inbred lines. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1):1-4.

Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri

Derya KAZGÖZ CANDEMİR¹ Berkant ÖDEMİŞ¹

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Hatay

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: dkazgoz@mku.edu.tr

ORCID:0000-0002-5741-5464

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):161-172
doi:10.16882/derim.2018.405355

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 13.03.2018
Kabul Tarihi/Accepted:10.10.2018



Öz

Araştırma, farklı gelişme dönemlerinde su stresine maruz bırakılmış pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkilerinde yapraktan kükürt uygulamalarının su stresinin azaltılmasına etkilerini belirlemek amacıyla 2015 ve 2016 yıllarında Amik Ovasında (Hatay) yürütülmüştür. Denemede pamuk 3 farklı gelişme dönemine (vegetatif gelişme, çiçeklenme ve koza oluşumu, kozaların açılması dönemi) ayrılmış ve kimi dönemlerde tam sulama yapılırken bazı dönemlerde sulama yapılmamıştır. Sulama yapılan (T) ve yağışa dayalı (sulama yapılmayan; O) konularında farklı dozlarda (K_0 : 0 ml da⁻¹, K_1 : 150 ml da⁻¹, K_2 : 250 ml da⁻¹, K_3 : 350 ml da⁻¹) yapraktan elementel gübre uygulaması yapılmıştır. Sulama suyu miktarları ilk yıl 91-1136 mm, ikinci yıl 149-1078 mm; bitki su tüketimi yıllara göre sırasıyla 1012-304 mm ve 1070-256 mm; su kullanma randımanları 0.83-0.45 kg m⁻³ ve 0.76-0.43 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Kükürt dozu ile verim arasındaki ilişkide; OOO konusunda en yüksek verim ilk yıl K_3 dozundan, ikinci yıl K_2 dozundan elde edilmiştir. Anılan konu kükürt uygulanmayan K_0 ile kıyaslandığında (OOO K_0) ilk yıl K_3 dozu %60, ikinci yıl K_2 dozu %27 oranında verim artışına neden olmuştur. En yüksek verim ilk yıl TTT konusunda K_2 dozundan, TOO ve TOT konularında ise K_1 dozundan elde edilmiştir. Anılan dozlar K_0 dozu ile kıyaslandığında verimi sırasıyla %17, %24, %24 oranında arttırdığı; ikinci yılda ise TTT, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla en yüksek verim K_3 , K_1 , K_3 , K_1 dozlarından elde edilmiş ve K_0 ile kıyaslandığında verim değerleri sırasıyla %17, %7, %35, %26 oranında arttığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk; Farklı gelişme dönemleri; Su kısıtı; Yapraktan kükürt uygulamaları

Effects of foliar sulfur applications in reducing water stress applied to the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) during different development periods

Abstract

The research was carried out in the Amik Plain (Hatay province) in 2015 and 2016 to determine the effects of foliar sulfur applications to reduce the water stress of the cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants. The cotton plants were studied in three developmental periods: (Vegetative growth, first flower and boll development, boll opening) and irrigation has been taken account during this period. In some development periods, the plants were fully irrigated (T) while others were not irrigated (O). During each developmental period, foliar elemental sulfur was applied to the cotton plants on the leaves at different doses (S_0 : 0 ml da⁻¹, S_1 : 150 ml da⁻¹, S_2 : 250 ml da⁻¹, S_3 : 350 ml da⁻¹). In the first year the average amount of irrigation water ranged from 91 to 1136 mm, in the second year it ranged from 149 to 1078 mm; yearly evapotranspiration ranged from the first year: 1012 to 304 mm values, second year: 1070 to 256 mm. The water usage efficiency ranged from 0.83 to 0.45 kg m⁻³, and from 0.76 to 0.43 kg m⁻³, respectively. Highest yield in the treatment of OOO was obtained from S_3 dose in the first year and S_2 from the second year. The mentioned treatment when compared to non-sulfur treatment (OOO S_0); in the first year S_3 dose S_3 resulted in a 60% increase in yield, second year S_2 dose resulted in a 27% increase in yield. In the first year the highest yield was obtained in the TTT treatment from the S_2 dose and in the TOO and TOT treatment were obtained from the S_1 dose. When the indicated doses were compared with S_0 doses, it was founded that the yields were increased by %17, %24, %24 for the first year. In the second year the highest yield was received from the TTT, OTT, OTO, TOT, from doses of S_3 , S_1 , S_3 , S_1 . When compared to S_0 the yields were increased by %17, %7, %35, %26, respectively.

Keywords: Cotton; Different developmental stages; Deficit irrigation; Foliar sulfur applications

1. Giriş

Tarımsal sulamada en önemli sorun, suyun kullanımı sürecinde bilimsel ölçütlerin göz ardı

edilmesidir. Toprak, bitki ve mevcut su varlığı koşullarını dikkate almadan yapılan sulamalar tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz

etkilemektedir. Başta iklim değişikliği olmak üzere birçok etmene bağlı olarak gelişen su azlığı üretim deseninde olduğu kadar bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinde yeni uygulamaların dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Suyu az kullanan sulama yöntemlerinin seçimi, kısıntılı sulama uygulamaları, verimi en az etkileyen dönemlerde sulamaların azaltılması ve stresin etkilerini azaltacak ve su kullanma randımanını artıracak besin elementi uygulamaları (prolin ve silikon uygulamaları ile yapraktan gübre uygulamaları vb.), suyun etkin kullanımını sağlayacak stratejiler olarak değerlendirilebilir. Bu konuda yapılan araştırmalarda daha çok su gereksinimi yüksek strese duyarlı bitkiler (pamuk, mısır vb) ele alınmaktadır. Pamuk diğer birçok bitki grubuna göre su tüketimi yüksek bir bitkidir. Farklı iklim alanlarında değişmekle birlikte Amik Ovası koşullarında yapılan araştırmalarda pamuk, bir sulama döneminde yaklaşık 1007 ile 536 mm arasında su tüketimine sahiptir (Ödemiş vd., 2017). Ancak bu miktarın gelecekte önemli ölçüde artacağına ilişkin çeşitli bulgular yayınlanmaktadır. Ülkemizde su kaynaklarının yaklaşık %75'nin tarımda kullanılması, özellikle sulamada su tasarrufunu öncelikli olarak gerektirmektedir. Su kaynaklarının etkin kullanımı için tarımda özellikle damla sulama sistemlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalar; sıcaklıkta 2 ile 4°C lik bir artışın meydana gelmesi durumunda beklenen yağışın %30 azalacağını, 2050 yılına kadar ürün verimliliğini ve su kullanımını olumsuz şekilde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır (Ben-Asher vd., 2007). Su kaynaklarında yaşanacak bu tür sıkıntılar tarım arazilerinin giderek azalmasına neden olacak ve su tüketimi fazla olan pamuk bitkisinin de üretimini kısıtlayacaktır. Suyun daha etkin kullanımını sağlayacak stratejilerin ortaya çıkarılması, bitkilerin suya hassas olduğu dönemlerin belirlenmesi ve kısıtlı su koşullarında verim azalmasını önleyecek kültürel uygulamaların yaygınlaşması mevcut sorunun etkisinin azaltılmasında fayda sağlayabilir. Su stresinin pamuğun büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli etkisi vardır. Su stresinin etkileri, stresin şiddetine ve süresine, stresin dayandığı gelişme dönemine ve bitkinin genotipine bağlıdır (Loka ve Oosterhuis, 2012). Çoğu bitkide olduğu gibi, pamuk bitkisinin de, çiçeklenme öncesi dönemi kuraklık stresine

karşı çok hassastır (Loka, 2012). Bu dönemde bitkinin maruz kalacağı stres veriminde önemli kayıplara neden olabilir (Orgaz vd., 1992). Bununla birlikte yapılan araştırmalar çiçeklenme döneminin yanı sıra koza oluşumu döneminin de su stresine karşı oldukça hassas olduğunu ortaya koymaktadır (Loka ve Oosterhuis, 2012). Su stresinin etkilerinin azaltılmasında yapraktan bitki besin elementi uygulamaları son yıllarda araştırılan konulardan biridir. Bu besin elementlerinden biri de kükürttür. Kükürtün fotosentezin gerçekleşmesinde önemli rol oynayan klorofil içeriğinin azalmasını önleyici etkileri olduğu ve stres koşullarında klorofil miktarının artırılması ile ürün veriminde artışlar sağlanabileceği belirtilmektedir (Li-Na vd., 2005). Su ve kükürt yetersizliğinde klorofilin azalması, etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda daha belirgindir (Dietz, 1989). Bu koşulda kükürt uygulaması ile klorofil miktarı artırılabilir ve abiyotik stresin şiddeti hafifletilebilir (Jie vd., 2008). Kükürt, aynı zamanda proteinin yapısını inşa eder ve klorofilin yapısında anahtar rol oynayan önemli bir besin elementidir (Duke ve Reisenauer, 1986). Bu araştırmada; Doğu Akdeniz (Hatay) Bölgesinde damla sulama yöntemiyle sulanan pamuk bitkisinin, kimi gelişme dönemlerinde sulanmaması durumunda ortaya çıkan su stresinin azaltılmasında yapraktan kükürt uygulamalarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, 2015 ve 2016 yıllarında, Doğu Akdeniz Bölgesinde Hatay İli sınırlarında yer alan ProGen tohumculuk firmasına ait araştırma istasyonunda yürütülmüştür. Yapılan analizler sonucu deneme alanı topraklarının siltli killi tınlı (SiCL), sulama suyunun ise C₃S₁ (ECw: 1397 (µmhos cm⁻¹) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Yetiştirme sezonlarında (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) kaydedilen ortalama sıcaklık yıllara göre sırasıyla 26.9°C ve 25.9°C, yetiştirme sezonları boyunca toplam yağış miktarları ise aynı sırayla 21 mm ve 149 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllık iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 20°C'dir. Yılın 8.2°C ile en soğuk ayı Ocak; en sıcak ayı ise 29.1°C ile Ağustos'tur. Materyal olarak Carisma çeşidi pamuk kullanılmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanı toprağının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Toprak irilik dağılımı			TK (g g ⁻¹)	SN (g g ⁻¹)	As (g cm ⁻³)
	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)			
0-30	59.5	15.3	25.2	0.213	0.134	1.66
30-60	57.5	19.3	23.2	0.241	0.142	1.68
60-90	53.5	17.3	29.2	0.250	0.145	1.54
90-120	61.5	15.3	23.2	0.252	0.147	1.49

Çizelge 2. Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresi konuları

Sulama konuları	Çıkış	Vejetatif gelişme dönemi (VG)	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)	Kozaların açılması dönemi (KA)
OTO	+	-	+	-
TOO	+	+	-	-
OTT	+	-	+	+
TOT	+	+	-	+
TTT	+	+	+	+

(+): Sulamanın yapıldığı dönem, (-): Sulamanın yapılmadığı dönem, (T): Tam sulama (O): Sulamanın yapılmadığı konu

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme konularının oluşturulması

Ekim, denemenin ilk yılında 18 Mayıs, ikinci yılında 3 Haziran, son el hasat ise her iki yılda da 14 Ekim'de yapılmıştır. Her gelişme dönemine ait bitkiler 6 sıradan (konuya ait her parselde sağdan ve soldan 1'er sıra tampon boşlukları (bitkili) bırakılmış) oluşmuş ve deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tekerrürler arasında boşluk bırakılmamıştır. Sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 cm'dir. Böylece her sırada yaklaşık 100 bitki bulundurulmuştur. Topraktaki nem değişimi 90 cm etkili kök derinliğindeki toprak profilinde 30'ar cm'lik katmanlarda gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

2.2.2. Sulama konularının oluşturulması

Denemede pamuk bitkisi a) vejetatif gelişme dönemi, b) çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi, c) kozaların açılması dönemi olmak üzere 3 farklı gelişme dönemine ayrılmış (Doorenbos ve Kassam, 1979); kimi dönemlerde tam sulama (T) yapılırken, kimi dönemlerde sulama yapılmamıştır (O) (Çizelge 2). Sulama yaklaşık haftada 1 kez mevcut nemin (TTT konusu referans alınarak) tarla kapasitesine getirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Sulamalarda damla sulama yöntemi kullanıldığından su uygulama randımanı (Ea) 0.95 olarak ve her iki sıraya bir lateral yerleştirildiğinden ıslatma yüzdesi 1.0 olarak alınmıştır (Yıldırım, 2008).

2.2.3. Kükürt konularının oluşturulması

Denemenin yürütüleceği alanın topraklarında yapılan analizlerde kükürt içeriğinin 'yok' denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Kükürt toprağa uygulandığı zaman bitki tarafından absorpsiyon süresi ve bitkiye yararlı hale gelmesi 20 günde gerçekleşirken bu süre yapraktan uygulamada 8 saatte kadar düşmektedir (Kaçar ve Katkat, 2007). Bitkinin stresten daha kısa sürede kurtulması amaçlandığından kükürt uygulamaları yapraktan uygulama olarak yapılmıştır. Gübre konuları oluşturulurken tüm parsellere eşit şekilde, bölgede yaygın olarak kullanılan doz oranında ekimden önce dekara 20 kg da⁻¹ 18-46-0 (DAP) gübresi, ekimden sonra ise ilk 4 sulamanın her birinde 4 kg da⁻¹ saf azot fertigasyon yöntemi ile Burt vd., (1995)'nin belirttiği şekilde dört çeyrek kuralına göre uygulanmıştır (K₀). Buna ilave olarak, bütün konulara yapraktan 150 ml da⁻¹ (K₁), 250 ml da⁻¹ (K₂), 350 ml da⁻¹ (K₃) saf elementel kükürt uygulanmıştır. Kükürt uygulamaları, bitkinin çıkış dönemi dışında tüm gelişme dönemlerinde (gelişme dönemleri ortasında) 1'er kez; sulamadan 3 ya da 4 gün sonra (iki sulamanın ortasında) rüzgarın kükürt dağılımını olumsuz etkilemeyeceği sabahın erken saatlerinde (6:00-6:30) yapılmıştır.

2.2.4. Bitki su tüketimi, su kullanım randımanı ve su-verim fonksiyonu

Bitki su tüketimi Eşitlik 1 (James, 1988, ET), su kullanma randımanı (Howell vd., 1984, WUE) Eşitlik 2 ve bitki su verim fonksiyonu

(Doorenbos ve Kassam, 1979, ky) Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır.

$$ET = I + R - D_p - R_f \pm \Delta S \quad (1)$$

$$WUE = Y_a / ET \quad (2)$$

$$(1 - Y_a / Y_m) = k_y (1 - ET_a / ET_m) \quad (3)$$

Eşitliklerde; ET: Bitki su tüketimi (mm); I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm); R: Yağış (mm); D_p: Derine sızma (mm, sulamalardan bir gün sonra tam sulama konularında 120 cm derinliğindeki toprak nem içeriği); R_f: Yüzey akış (mm); ΔS: Toprak profilindeki nem değişimi (mm), WUE: Su kullanma randımanı (kg m⁻³), Y_a: Gerçek verim (kg da⁻¹), Y_m: Maksimum verim (kg da⁻¹), ET_a: Mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), ET_m: Mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), k_y: Su-verim tepki etmenidir.

2.2.5. Fizyolojik ölçümler ve kükürt analizleri

Denemede kükürt uygulamalarının etkilerini belirlemek için klorofil içeriği (SPAD) (μmol m⁻²) ve klorofil konsantrasyonu (mg g⁻¹) ölçümleri yapılmıştır. Klorofil içeriği, sulama tarihlerinden 1 gün önce havanın açık, bulutlanmanın olmadığı 11:00-14:00 saatleri arasında, her konunun tekerrürlerinde işaretlenmiş olan 2 bitkide ve 2'şer yaprakta yapılmıştır. Klorofil konsantrasyonu, bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) alınan yaprak örneklerinde Lichtenhaler ve Welburn (1983)'ün belirttiği esaslara göre ve Eşitlik 4 kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Toplam klorofil} = [(A_{652} * 27.8) * 10] / \text{Örnek ağırlığı} * 1000 \quad (4)$$

Bitkinin farklı gelişme dönemlerinde (taraklanma, çiçeklenme başı, tam çiçeklenme ve koza oluşum döneminde) her tekerrürü temsil edecek şekilde fonksiyonel durumda 15'er adet yaprak önce musluk suyundan ve iki defa saf sudan geçirilmiştir. Örnekler sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar etüvde 65°C'de kurutulmuş ve Truspec_CHNS Analyzer cihazı ile her tekerrür için 2-3 mg olacak şekilde okutulmuştur (Kaçar ve Ünal, 2008).

2.2.6. Hasat ve istatistiksel analizler

Her parsel 6 sıradan oluştuğundan bütün

parseller sağdan ve soldan 1'er sıra, baştan ve sondan 0.50 m kenar tesiri bırakılarak geriye kalan alandan (13.05 m²) hasat edilmiş ve dekara toplam kütlü verimi (kg da⁻¹) hesaplanmıştır. Verim değerlerinin istatistiksel analizi SPSS 18 paket programında Duncan testine tabi tutularak yapılmıştır (Bek ve Efe, 1988).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sulama suyu sonuçları

Sulama uygulamalarına ilk yıl 10 Temmuz, ikinci yıl 14 Temmuzda başlanmış, her iki yılda da 27 Ağustos tarihinde son verilmiştir. Ekim zamanından hasat tarihine kadar ilk yıl 21 mm, ikinci yıl 149 mm yağış düşmüştür. Denemenin ilk yılında 10 ikinci yılında ise 7 sulama yapılmıştır. İlk yıl 18 Mayıs ve 25 Haziran tarihlerinde toplam 70 mm can suyu verilmiştir. İkinci yılda düşen yağış nedeniyle can suyuna gerek kalmamıştır. Denemenin ilk yılında vejetatif gelişme döneminde dört (VG), çiçeklenme ve kozaların oluşumu (ÇKO) ile kozaların açılması dönemlerinde (KA) üçer sulama; ikinci yılında ise VG döneminde üç, ÇKO ve KA dönemlerinde ise ikişer sulama yapılmıştır. Aynı alanda daha önce yürütülen araştırmada taraklanma ve çiçeklenme döneminde damla sulama yöntemi ile 5 sulamaya gereksinim olduğu belirtilmiştir (Akgöl, 2012). Yıllara göre deneme süresince konulara uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir.

Her sulamada tam su alan TTT konusuna ilk yıl 1136 mm, ikinci yıl 1078 mm (yağış ve can suyu dahil), TOO, OTT, OTO, TOT konularına ise yıllara göre sırasıyla 350-570 mm, 877-657 mm, 478-407 mm, 749-820 mm sulama suyu uygulanmıştır. Bitkinin vejetatif aksamının artması, yüksek hava sıcaklığı, çeşit özellikleri ve toprak koşulları sulama suyu miktarını etkileyen etmenlerdir. Söz konusu özelliklerin benzer olduğu alanlarda aynı bitkide sulama suyu miktarlarının yaklaşık aynı seviyelerde olduğunu gösteren araştırmaların yanı sıra farklı sonuçlar ortaya koyan araştırmalarda bulunmaktadır. Ortalama rüzgâr hızının yüksek olduğu Hatay Bölgesi ile buhar basıncı açığı yüksek Urfa koşullarında sulama sayılarının ve sulama suyu miktarlarının yaklaşık aynı seviyelerde olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı (2015)

Sulama tarihi	Gelişme dönemleri	Deneme konuları					
		OOO	OTO	TOO	OTT	TOT	TTT
	Yağış	21	21	21	21	21	21
18 Mayıs		37	37	37	37	37	37
25 Haziran	Vejetatif gelişme dönemi (VG)	33	33	33	33	33	33
10 Temmuz				131		131	131
16 Temmuz				128		128	128
	Toplam	70	70	329	70	329	329
21 Temmuz	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)		140		140		140
28 Temmuz			115		115		115
9 Ağustos				132		132	132
	Toplam		387		387		387
14 Ağustos	Kozaların açılması dönemi (KA)				139	139	139
20 Ağustos					138	138	138
27 Ağustos					122	122	122
	Toplam				399	399	399
	Mevsimlik toplam*	91	478	350	877	749	1136

*Mevsimlik toplam değerlere 21 mm'lik yağış değerleri dahildir.

Çizelge 4. Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu miktarı (2016)

Sulama tarihi	Gelişme dönemleri	Deneme konuları					
		OOO	OTO	TOO	OTT	TOT	TTT
	Yağış	149*	149	149	149	149	149
14 Temmuz	Vejetatif gelişme dönemi (VG)			169		169	169
22 Temmuz				107		107	107
28 Temmuz				145		145	145
	Toplam	149	149	421	149	421	421
4 Ağustos	Çiçeklenme ve koza oluşumu dönemi (ÇKO)		119		119		119
13 Ağustos				139		139	139
	Toplam		258		258		258
20 Ağustos	Kozaların açılması dönemi (KA)				120	120	120
27 Ağustos					130	130	130
	Toplam				250	250	250
	Mevsimlik toplam*	149	407	570	657	820	1078

*Mevsimlik toplam değerlere 149 mm'lik yağış değerleri dahildir.

Bizim araştırmamızda 2015 yılında 10 sulamada toplam 1136 mm sulama suyu, 2016 yılında toplam 7 sulamada 1078 sulama suyu uygulanırken Urfa koşullarında 11 sulama uygulamasında 951 mm sulama suyu uygulanmıştır (Coşkun, 2015). Yine aynı bölgede sulama suyu gereksinimi 1408 mm (Çetin ve Bilgel, 2002) ve 814 mm (Yazar vd., 2002) olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Suriye'nin Güneydoğusunda pamuğun sulama

suyu gereksinimi 773 mm olarak ölçülmüştür (Hussein vd., 2010). Bitkinin gelişme dönemlerinde gereksinim duyduğu sulama suyu dikkate alınarak yapılan sulamalarda ise bitki özellikleri ve gelişme dönemleri sulama suyu gereksinimi üzerine oldukça etkilidir. Karam vd., (2006), ilk koza açımı, erken koza oluşumu, koza oluşumu dönemi ortasında sırasıyla 550 mm, 633 mm ve 692 mm sulama suyu gereksinimi olduğunu, sulama suyu

gereksiniminin farklı olmasında toprak, iklim, çeşit ve bitki gelişim dönemi özelliklerinin oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir.

3.2. Bitki su tüketimi

Bitki su tüketimi değerleri ilk yıl 304 mm (OOO) ile 1012 mm (TTT) arasında, ikinci yıl 256 mm (OOO) ile 1070 mm (TTT), iki yılın ortalamasında ise 208 mm (OOO) ile 1041 mm (TTT) arasında değişmiştir (Çizelge 5). TTT konusuna göre bitki su tüketimi 2015, 2016 ve ortalama değerlerine göre TOO, OTT, OTO, TOT konularında sırasıyla %62-%40-%51, %24-%41-%32, %42-%60-%52, %32-%26-%29 oranında azalmıştır. Kükürt dozu bitkinin maruz kaldığı stresin süresine bağlı olarak farklı düzeyde etkilerde bulunmuştur. Ortalama

olarak en düşük ET, ilk yıl K₃ ikinci yıl ise K₁ dozlarında ölçülmüştür. OOO ve TTT konularının K₀ dozları karşılaştırıldığında en fazla azalma OOO konusunda ilk yıl %4 ile K₂ dozunda, ikinci yıl %30 ile K₁ dozunda; TTT konusunda ilk yıl %6 ile K₃ dozunda ikinci yıl %14 ile K₁ dozunda saptanmıştır. İki yılın ortalama değerleri irdelendiğinde, K₁ ve K₃ dozlarında su tüketiminin yaklaşık aynı seviyede olduğu, en yüksek su tüketiminin K₀ konusunda gerçekleştiği görülmüştür. Kükürtün bitki su tüketimine etkileri konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamakla birlikte fotosentezin gerçekleşmesinde ana unsurlardan olan klorofilin miktarını stres koşullarında artırarak fotosentezin olağan seyirinde gerçekleşmesine destek olduğu yönünde araştırmalar bulunmaktadır.

Çizelge 5. Deneme konularına ait bitki su tüketimi, verim, su kullanım randımanı değerleri

Konular	ET (mm)			Verim (kg da ⁻¹)			WUE (kg m ⁻³)		
	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama
OOOK ₀	311	303	307	185.5	148.6	167.0	0.60	0.49	0.54
OOOK ₁	309	212	260	236.6	149.9	193.3	0.76	0.71	0.73
OOOK ₂	297	287	292	287.7	189.1	238.4	0.97	0.66	0.81
OOOK ₃	299	222	260	296.1	183.5	239.8	0.99	0.83	0.91
OOO*	304	256	280	251.5 de	167.8 d	209.7 e	0.83	0.67	0.75
OTOK ₀	590	433	512	303.3	259.3	281.3	0.51	0.60	0.55
OTOK ₁	580	420	500	279.7	337.7	308.7	0.48	0.8	0.64
OTOK ₂	582	412	497	285.4	340.2	312.8	0.49	0.83	0.66
OTOK ₃	581	434	508	280.1	350.3	315.2	0.48	0.81	0.64
OTO*	583	425	504	287.1 cd	321.9 b	304.5 c	0.49	0.76	0.62
TOOK ₀	419	676	547	203.3	258.1	230.7	0.49	0.38	0.44
TOOK ₁	375	573	474	252.5	298.1	275.3	0.67	0.52	0.60
TOOK ₂	355	672	513	243.6	277.4	260.5	0.69	0.41	0.55
TOOK ₃	372	636	504	244.5	255.2	249.8	0.66	0.40	0.53
TOO*	380	639	510	235.9 e	272.2 c	254.1 d	0.63	0.43	0.53
OTTK ₀	803	661	732	458.7	328.4	393.6	0.57	0.50	0.53
OTTK ₁	774	595	684	442.7	350.5	396.6	0.57	0.59	0.58
OTTK ₂	782	680	731	465.9	332.8	399.4	0.60	0.49	0.54
OTTK ₃	720	610	665	436.9	337.2	387.1	0.61	0.55	0.58
OTT*	770	636	703	451.1 b	337.2 b	394.2 b	0.59	0.53	0.56
TOTK ₀	701	879	790	263.0	313.5	288.3	0.37	0.36	0.36
TOTK ₁	697	773	735	326.5	395.7	361.1	0.47	0.51	0.49
TOTK ₂	679	721	700	322.3	336.6	329.5	0.47	0.47	0.47
TOTK ₃	664	774	719	308.3	378	343.1	0.46	0.49	0.47
TOT*	685	787	736	305.03 c	356.0 b	330.5 c	0.45	0.46	0.45
TTTTK ₀	1046	1182	1114	480.1	499.8	489.9	0.46	0.42	0.44
TTTTK ₁	1014	1010	1012	546.7	581.1	563.9	0.54	0.58	0.56
TTTTK ₂	1005	1068	1036	560.4	586.3	573.3	0.56	0.55	0.55
TTTTK ₃	981	1021	1001	544.3	586.8	565.6	0.55	0.57	0.56
TTT*	1012	1070	1041	532.8 a	563.5 a	548.2 a	0.53	0.53	0.53
K ₀ *	645	689	667	315.7 b	301.3 b	308.5 b	0.50	0.46	0.48
K ₁ *	625	597	611	347.5 ab	352.2 a	349.9 a	0.58	0.62	0.60
K ₂ *	617	640	628	360.8 a	343.7 a	352.3 a	0.63	0.57	0.60
K ₃ *	603	616	610	351.7 ab	348.5 a	350.1 a	0.63	0.61	0.62

*: İlgili konuya ait ortalama değer

Ancak bu araştırmalar daha çok saksı koşullarında ve kontrollü ortamlarda yürütülmüştür. Bu araştırma ile birlikte yan parselde aynı yıllarda aynı kükürt dozlarının farklı su stres seviyelerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada (Ödemiş vd., 2017), kükürt dozlarına bağlı bitki su tüketimi değerleri, ilk yıl kükürt dozu arttikça az da olsa azalmış, buna karşın ikinci yılda kükürt dozu ile bitki su tüketimi artmıştır. Araştırmada, bitki su tüketimi ilk yıl en yüksek K_0 konusunda (701 mm) en düşük K_3 konusunda (668 mm) ölçülmüştür. K_1 ve K_2 dozlarında su tüketimleri birbirlerine çok yakın gerçekteşmiştir (685-683 mm). Anılan yılda kükürt uygulanmayan (K_0) ve uygulanan (K_1 , K_2 , K_3) konular arasında bitki su tüketimleri arasında (oransal olarak) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu araştırmada bitki su tüketiminin kükürt dozlarına bağlı azalmasının stresin süresi ile ilişkili olduğu; stres süresi uzadığında kükürtün olumsuz etkide bulunduğu kanaati oluşmuştur.

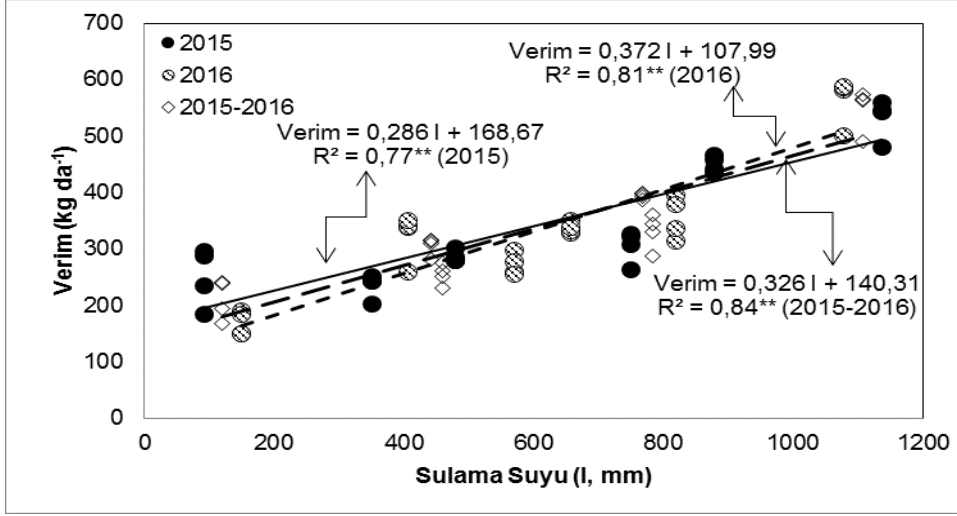
3.3. Su-verim ilişkileri

Verim değerleri denemenin ilk yılında 185.5 kg da^{-1} (OOOK₀) ile 560.4 kg da^{-1} (TTTK₂) arasında değişirken ikinci yıl 148.6 kg da^{-1} (OOOK₀) ile 586.8 (TTTK₃) arasında değişmiştir. En yüksek verim her iki yılda da her gelişme döneminde tam su uygulanan TTT konusundan elde edilmiştir. TTT konusu esas alındığında yıllara göre diğer konularda (OOO, TOO, OTT, OTO, TOT) sırasıyla %53-%70, %56-%52, %15-%40, %46-%43, %43-%37 oranında daha az kütlü verimi gerçekteşmiştir. İstatistiksel gruplandırmada denemenin ilk yılı bütün konular farklı gruplarda yer alırken, ikinci yılda OTT, OTO, TOT aynı grupta, diğer konuların her biri farklı gruplarda, kükürt dozlarında ise ilk yıl K_1 ve K_3 dozları, ikinci yıl K_1 , K_2 , K_3 dozları aynı gruplarda diğer dozlar farklı gruplarda yer almıştır. Gelişme dönemi sulamaları verim üzerine her iki yılda da $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

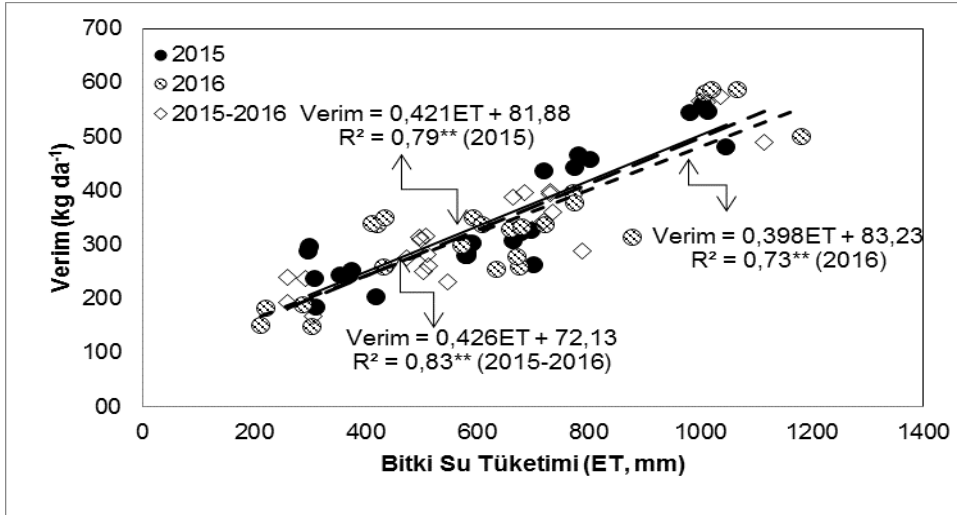
Deneme yıllarında sulama suyu miktarı ve verim arasında $p<0.01$ düzeyinde önemli doğrusal ilişki elde edilmiştir. Sulama suyundaki her birim artış verimde ilk yıl 0.286 kg da^{-1} , ikinci yıl 0.372 kg da^{-1} lık bir artışa neden olmuştur (şekil 1). Tam sulama konusu esas alındığında (TTT) sulama suyuna bağlı verim azalma oranı sırasıyla ilk yıl TOO konusunda %69-%56, OTT konusunda %23-%15, OTO

konusunda %58-%46, TOT konusunda %34-%43 olarak gerçekteşirken ikinci yıl TOO konusunda %47-%107, OTT konusunda %39-%67, OTO konusunda %62-%43, TOT konusunda %24-%37 olarak gerçekteşmiştir. İlk yıl OOO konusunda verim 252 kg da^{-1} olarak elde edilirken, sadece vejetatif gelişme döneminde sulama suyu uygulanan TOO konusunda verim 236 kg da^{-1} olarak elde edilmiştir. Burada çiçeklenme döneminde sulama suyu uygulamamanın verim üzerine etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Pamuğun gelişme dönemlerinin suya duyarlılığı konusunda yapılan araştırmalarda özellikle taraklanma ve çiçeklenme dönemindeki sulamaların verim üzerinde belirleyici olduğu değerlendirilmektedir (Doorenbos ve Kassam, 1977).

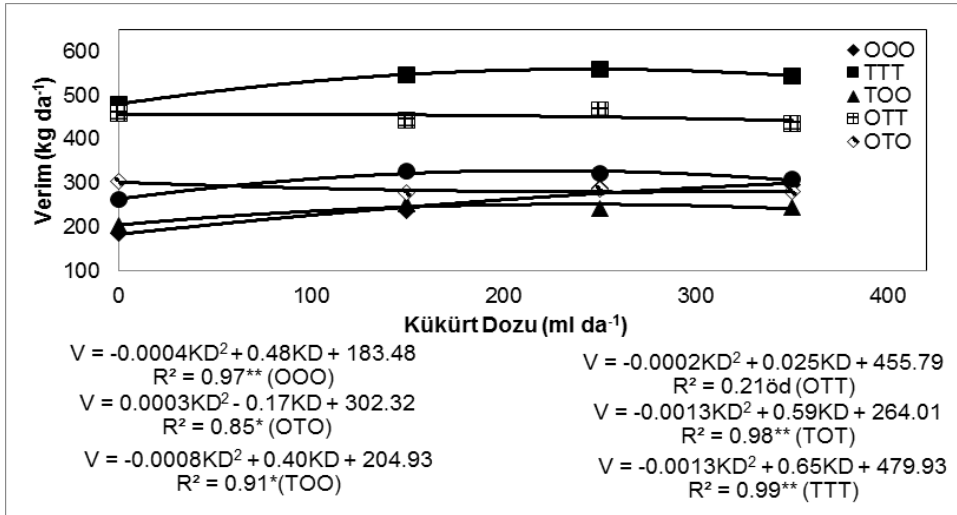
Denemede bitki su tüketimi ve verim arasında her iki yılda da $p<0.01$ düzeyinde önemli doğrusal ilişki elde edilmiştir. Bitki su tüketimindeki her birim artış verimde ilk yıl 0.421 kg da^{-1} , ikinci yıl 0.398 kg da^{-1} lık bir artışa neden olmuştur (şekil 2). Kükürt dozlarının verim üzerine etkileri irdelendiğinde (Çizelge 5), OOO konusunda ilk yıl K_3 , ikinci yıl K_2 dozlarının verimi sırasıyla %60 ve %27 oranında artırdığı saptanmıştır. İlk yıl TTT, TOO, TOT konularında en yüksek verim sırasıyla K_2 , K_1 , K_1 dozlarında elde edilmiş ve K_0 ile kıyaslandığında verimin sırasıyla %17, %24 ve %24 oranında arttığı saptanmıştır. İkinci yılda ise TTT, OTT, OTO, TOT konularında en yüksek verim sırasıyla K_3 , K_1 , K_3 , K_1 dozlarından elde edilmiş ve K_0 ile kıyaslandığında verimin sırasıyla %17, %7, %35, %26 oranında arttığı saptanmıştır. Regresyon analizinde kükürt dozu ve verim arasında parabolik ilişkiler belirlenmiştir (şekil 3, 4). En fazla verim ilk yıl sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT) 600 ml da^{-1} , 250 ml da^{-1} , 250 ml da^{-1} , 63 ml da^{-1} , 283 ml da^{-1} , 227 ml da^{-1} , ikinci yıl yine aynı sırayla 266 ml da^{-1} , 166 ml da^{-1} , 175 ml da^{-1} , 282 ml da^{-1} , 236 ml da^{-1} olarak hesaplanmıştır. İki yılın ortalamaları irdelendiğinde sulanmayan OOO ve her dönem sulanan TTT konularında kükürt dozlarının verime etkisi daha açık şekilde görülmüştür. OOOK₀ konusunda 167 kg da^{-1} olarak elde edilen verim aynı konunun K_1 , K_2 ve K_3 dozlarında 193.3 kg da^{-1} , 238.4 kg da^{-1} ve 239.8 kg da^{-1} olarak ölçülmüştür. Anılan konularda K_1 , K_2 ve K_3 dozları K_0 'a göre verimi %16, %43, %44 oranında artırmıştır.



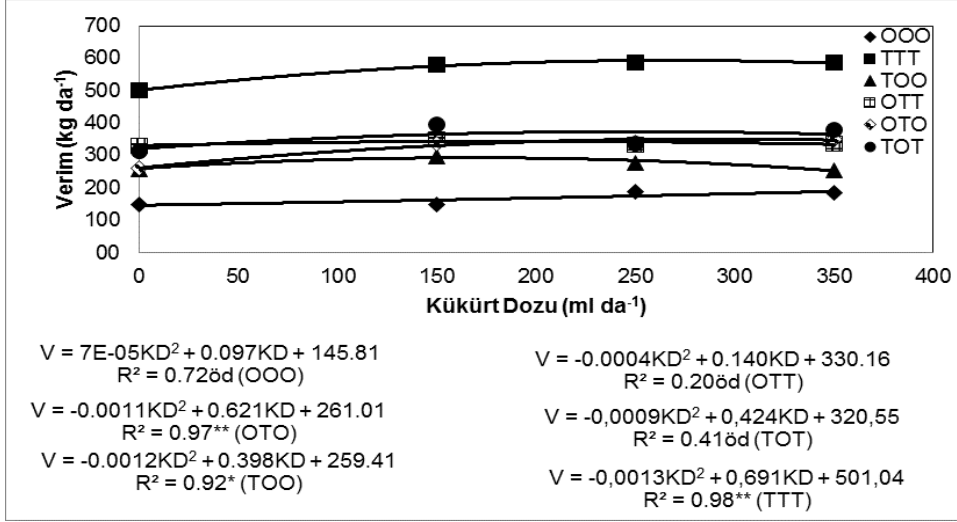
Şekil 1. Deneme konularına göre sulama suyu (I) ile verim arasındaki ilişki



Şekil 2. Deneme konularına göre bitki su tüketimi (ET) ile verim arasındaki ilişki



Şekil 3. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki, 2015



Şekil 4. Verim (V) ve kükürt dozu (KD) arasındaki ilişki, 2016

Tam sulanan TTT konusunda ise K_1 , K_2 ve K_3 dozları verimi (iki yılın ortalama değerlerinde) K_0 konusuna göre %15, %17 ve %16 artırmıştır. OOO ve TTT konularına uygulanan kükürt dozlarının etkileri incelendiğinde kükürtün özellikle sulanamayan konuda açık bir şekilde verimi artırmada etkili olduğu görülmektedir. Aynı dönemde yürütülen diğer bir araştırmada (Ödemiş vd., 2017), tam sulama konusunda K_1 dozunun (150 ml da^{-1}) verim artışına neden olduğunu belirtmişlerdir. Her iki çalışmanın stres seviyeleri ve bitkinin strese maruz kaldığı süreler karşılaştırıldığında, kükürt uygulamasının özellikle bitkide uzun dönemli streslerde verimi artırmada önemli bir uygulama olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür.

3.4. Su-verim fonksiyonu (ky)

Bitki su tüketimi-kütlü verimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli bulunmasından sonra mevsimlik olarak su-verim tepki etmeni ky hesaplanmış ve her iki yılda da 0.84 ($r^2=1.0^{**}$); iki yılın ortalama değerlerinde ise 0.86 ($r^2=1.0^{**}$) olarak belirlenmiştir. Deneme yıllarında verimin en yüksek elde edildiği K_2 (2015) ve K_1 (2016) dozlarında sırasıyla ky değeri 0.87 ve 0.92 olarak belirlenmiştir.

Tepki etmeni, büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme döneminde 0.20; çiçeklenme döneminde 0.50; kozaların açıldığı dönemde 0.25 olarak belirlenirken (Doorenbos ve Kassam, 1979), mevsimlik olarak Suriye koşullarında 1.0 (Hussein vd., 2011), Çin koşullarında 0.65 (Chuanjie vd., 2015), ülkemiz

(Kahramanmaraş) koşullarında 0.37 (Keten, 2016) olarak belirlenmiştir.

3.5. Su kullanma (WUE) randımanı

En yüksek su kullanma randımanı (WUE) ilk yıl 0.83 kg m^{-3} ile OOO konusunda, ikinci yıl 0.76 kg m^{-3} ile OTO konusunda, iki yılın ortalama değerlerinde 0.75 kg m^{-3} ile OOO konusunda hesaplanmıştır. En düşük ortalama WUE ise yıllara göre sırasıyla 0.45 kg m^{-3} ile TOT konusundan, 0.43 kg m^{-3} ile TOO konusundan ve 0.45 kg m^{-3} ile TOT konusundan elde edilmiştir. TTT konusunun WUE değeri OOO konusuna göre ilk yıl %36, ikinci yıl %27, yıllık ortalama ise %21 daha az gerçekleşmiştir. İlk yıl OOO konusunda en yüksek WUE değeri K_3 dozundan, TTT ve TOO konularında ise K_2 dozundan elde edilmiştir. Anılan konular en düşük WUE değerinin elde edildiği K_0 dozuyla kıyaslandığında OOOK₃, TTTK₂ ve TOOK₂ dozlarının sırasıyla %65, %22 ve %41 oranında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Diğer konularda (OTT, OTO, TOT) kükürt dozlarının kararlı bir etkisi belirlenememiştir. İkinci yılda ise OOO konusunda en yüksek WUE değeri K_3 dozundan, TTT, TOO ve TOT konularında K_1 ve OTO konusunda K_2 dozundan elde edilmiştir. OOOK₃, TTTK₁, TOOK₁, TOTK₁, OTOK₂ konularının dozları K_0 dozuyla kıyaslandığında WUE'de sırasıyla %69, %38, %37, %42, %38 artışa neden olmuştur. OTT konusunda ise kükürt dozlarının kararlı bir etkisi belirlenememiştir (Çizelge 5). Genel olarak, WUE değerleri pamuk için bölgeden bölgeye

farklılık göstermektedir. Karam vd. (2006), pamuk için ortalama WUE değerlerini ilk koza açımı dönemi, kozaların oluşumu dönemi, koza oluşumunun ortası ve kontrol konusunda sırasıyla 1.3, 1.1, 1.0 ve 0.80 kg ha⁻¹ mm⁻¹ olarak, Zonta vd. (2017), 8 pamuk çeşidinde ortalama WUE değerini 0.39-0.84 kg m⁻³ arasında, Hussein vd. (2011), WUE değerini tam sulama ve %80 uygulama için 0.65-0.72 aralıklarında belirlemişlerdir. Ülkemizde yapılan araştırmalarda ise Aydın koşullarında WUE 0.62-0.71 kg m⁻³ arasında (Başal vd., 2009), Harran Ovası koşullarında 0.48-0.61 kg m⁻³ (WUE) arasında saptanmıştır (Coşkun, 2015).

3.6. Kükürt konsantrasyonu (%)

Ortalama kükürt konsantrasyonu konular arasında ilk yıl %1.32-1.06; ikinci yıl %0.98-0.66

arasında değişirken iki yılın ortalama değerleri ise %1.11-0.94 arasında değişmiştir (Çizelge 6).

İstatistiksel olarak ilk yıl OOO, TTT, TOO konuları, ikinci yıl TTT ile OTT konuları aynı grupta, diğer konuların her biri farklı gruplarda yer almıştır. Kükürt dozlarında ise ilk yıl K₂ ve K₃ dozları aynı grupta, K₀ ve K₁ dozları farklı gruplarda, ikinci yıl K₁ ve K₃ dozları aynı grupta, K₀ ve K₂ dozları farklı gruplarda yer almıştır. OOO konusunda en yüksek kükürt konsantrasyonu değeri ilk yıl K₁ ikinci yıl ve iki yılın ortalama değerlerinde K₂ dozundan elde edilmiştir. Anılan konular en düşük kükürt konsantrasyonunun elde edildiği K₀ dozu ile kıyaslandığında K₁ ve K₂ dozları sırasıyla %36, %49 ve %39 oranında bir artışa neden olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yapraktaki kükürt ve klorofil miktarlarına ilişkin sonuçlar

Konular	Kükürt konsantrasyonu (%)			Klorofil konsantrasyonu (mg g ⁻¹)			Klorofil içeriği (µmol m ⁻²)		
	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama	2015	2016	Ortalama
OOOK ₀	0.97	0.51	0.74	0.69	0.72	0.70	49.5	52.84	51.17
OOOK ₁	1.32	0.73	1.02	0.70	1.06	0.88	42.52	52.66	47.59
OOOK ₂	1.31	0.76	1.03	0.72	0.81	0.76	43.14	53.22	48.18
OOOK ₃	1.29	0.64	0.97	0.76	0.77	0.77	43.91	52.25	48.08
OOO*	1.22 ab	0.66 d	0.94 c	0.72	0.83	0.78	44.77 b	52.75 a	48.76 a
OTOK ₀	1.31	0.98	1.15	0.81	0.87	0.84	49.43	48.19	48.81
OTOK ₁	1.11	0.94	1.03	0.64	0.63	0.64	46.72	47.91	47.31
OTOK ₂	1.09	1.02	1.05	0.57	0.68	0.63	44.93	49.48	47.21
OTOK ₃	1.11	0.95	1.03	0.76	0.68	0.72	46.59	47.53	47.06
OTO*	1.15 bc	0.97 ab	1.06 ab	0.7	0.72	0.71	46.92 a	48.28 b	47.60 a
TOOK ₀	1.15	0.85	1.00	0.70	0.72	0.71	39.72	46.27	42.99
TOOK ₁	1.50	0.94	1.22	0.72	0.60	0.66	40.55	47.73	44.14
TOOK ₂	1.15	1.09	1.12	0.72	0.53	0.63	40.63	47.38	44.00
TOOK ₃	1.13	1.04	1.08	0.74	0.57	0.66	41.82	47.58	44.70
TOO*	1.23 ab	0.98 a	1.11 a	0.72	0.6	0.66	40.68 c	47.24 c	43.96 c
OTTK ₀	1.32	0.82	1.07	0.71	0.64	0.67	44.36	44.06	44.21
OTTK ₁	1.37	0.83	1.10	0.73	0.63	0.68	44.31	45.29	44.80
OTTK ₂	1.24	0.83	1.04	0.62	0.52	0.57	43.00	45.70	44.35
OTTK ₃	1.36	0.86	1.11	0.78	0.57	0.68	43.6	44.29	43.95
OTT*	1.32 a	0.84 c	1.08 ab	0.71	0.59	0.65	43.82 b	44.84 d	44.33 b
TOTK ₀	0.9	0.81	0.86	0.72	0.91	0.82	39.94	43.60	41.77
TOTK ₁	1.00	0.99	0.99	0.62	0.63	0.63	41.92	45.02	43.47
TOTK ₂	1.17	1.00	1.09	0.71	0.71	0.71	39.84	44.92	42.38
TOTK ₃	1.16	0.94	1.05	0.77	0.77	0.77	41.68	46.35	44.01
TOT*	1.06 c	0.94 b	1.00 bc	0.71	0.76	0.73	40.84 c	44.97 d	42.91 d
TTTK ₀	1.20	0.64	0.92	0.81	0.75	0.78	39.26	40.00	39.63
TTTK ₁	1.24	0.88	1.06	0.69	0.51	0.60	40.61	41.70	41.15
TTTK ₂	1.26	0.89	1.08	0.71	0.76	0.73	39.28	40.87	40.08
TTTK ₃	1.25	0.94	1.09	0.66	0.61	0.63	38.76	42.24	40.50
TTT*	1.24 ab	0.84 c	1.04 a	0.72	0.65	0.69	39.48 d	41.21 e	40.34 e
K ₀ *	1.13 b	0.77 c	0.95 b	0.74	0.77	0.75	43.70 a	45.83 b	44.76 a
K ₁ *	1.26 a	0.88 b	1.07 a	0.68	0.68	0.68	42.77 b	46.72 a	44.75 ab
K ₂ *	1.20 ab	0.93 a	1.07 a	0.67	0.67	0.67	41.80 c	46.93 a	44.37 ab
K ₃ *	1.22 ab	0.90 b	1.06 a	0.75	0.66	0.70	42.73 b	46.71 a	44.72 b

*: İlgili konuya ait ortalama değer

3.7. Klorofil içeriği ($\mu\text{mol m}^{-2}$) ve klorofil konsantrasyonu (mg g^{-1})

Klorofil içeriği değeri ile sulama suyu miktarı arasında istatistiksel olarak ilk yıl önemli ilişkiler bulunmazken ikinci yıl ve her iki yılın ortalama değerlerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli doğrusal ilişki bulunmuştur. Klorofil içeriği konular arasında OOO, TTT, TOO, OTT, OTO, TOT sırayla ilk yıl $49.50-42.52 \mu\text{mol m}^{-2}$; $40.62-38.76 \mu\text{mol m}^{-2}$; $41.82-39.72 \mu\text{mol m}^{-2}$; $44.36-43.00 \mu\text{mol m}^{-2}$; $49.43-44.93 \mu\text{mol m}^{-2}$; $41.92-39.84 \mu\text{mol m}^{-2}$ aralığında gerçekleşirken; ikinci yıl $53.22-52.25 \mu\text{mol m}^{-2}$; $42.24-40.00 \mu\text{mol m}^{-2}$; $47.73-46.27 \mu\text{mol m}^{-2}$; $45.70-44.06 \mu\text{mol m}^{-2}$; $49.48-47.53 \mu\text{mol m}^{-2}$; $46.35-43.60 \mu\text{mol m}^{-2}$ aralığında gerçekleşmiştir. Genel olarak klorofil değerleri açısından konular arasında belirgin farklar gözlemlenmemiştir (Çizelge 6). Klorofil değerlerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde, ilk yıl OOO konusunda ($0.0001x^2 - 0.18x + 77.20$, $R^2 = 0.68^*$), OTT ($0.002x^2 - 1.03x + 171.96$, $R^2 = 0.74^*$), OTO ($-0.0003x^2 + 0.035x + 51.71$, $R^2 = 0.65^*$), ikinci yıl TOO ($-0.0067x^2 + 3.09x - 307.02$, $R^2 = 0.85^*$) biçiminde parabolik ilişkiler elde edilmiştir. Denklemler çözümlendiğinde ilk yıl OOO konusunda anlamlı bir ilişki bulunmazken diğer konularda sırasıyla (TTT, TOO, OTT, OTO, TOT), 225. gün, 246. gün, 258. gün 58. gün, 213. günlerde; ikinci yıl OTO konusu dışında diğer konularda sırasıyla (OOO, TTT, TOO, OTT, TOT), 230. gün, 228. gün, 231. gün, 198. gün, 150. günlerde en yüksek klorofil içeriği saptanmıştır. Klorofil konsantrasyonu ortalama değerleri ilk yıl $0.70-0.72 \text{mg g}^{-1}$ arasında değişirken ikinci yıl $0.59-0.83 \text{mg g}^{-1}$, ortalama değerlerinde ise $0.63-0.78 \text{mg g}^{-1}$ arasında değişmiştir (Çizelge 6). Denemenin ilk yılında OOO konusunda en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri K_3 dozundan elde edilmiştir. Anılan konuda K_3 dozu K_0 dozuna göre %10 oranında bir artışa neden olmuştur. TTT ve OTO konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri K_0 dozundan (0.81mg g^{-1}) elde edilmiş, kükürt dozunun her iki konuda da klorofil konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır. TOO konusunda en yüksek klorofil konsantrasyonu K_3 dozundan elde edilmiş; K_0 dozuyla kıyaslandığında K_3 dozu, klorofil konsantrasyonunu %6 arttırmıştır. İkinci yılda OOO ve TTT konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu sırasıyla K_1 ve K_2 dozlarından elde edilmiştir. K_0 dozuyla kıyaslandığında K_1

ve K_2 dozları sırasıyla %47 ve %1.3 oranında artışa neden olmuştur. TOO, OTT, OTO ve TOT konularında en yüksek klorofil konsantrasyonu değeri K_0 dozundan elde edilmiş, kükürt dozunun anılan konularda klorofil konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı kanısına varılmıştır. Kükürt dozları arasındaki ilişkiye bakıldığında ise en yüksek klorofil konsantrasyonu ilk yıl K_3 dozunda, ikinci yıl K_1 dozunda gerçekleşmiştir.

4. Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde, her gelişme döneminde 90 cm etkili kök derinliğinde toprak nem açığını karşılayacak düzeyde sulama yapılmasının pamuk bitkisinin maksimum verimin elde edilmesi için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum denemede en yüksek verimin elde edildiği TTT konusunda açık bir şekilde görülmektedir. Bununla birlikte, denemenin ilk yılında en yüksek ikinci sıradaki verimin OTT konusundan elde edilmesi kıştan kalan nemin taraklanma döneminde bitkinin ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğunu göstermektedir. Mevcut su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda pamuk gibi çok su tüketen bir bitkide bir sulama uygulamasının yapılmaması oldukça önemli bir miktar su tasarrufuna neden olur. İkinci yılda en yüksek verimin çiçeklenme döneminde sulama suyu uygulanmayan TOT konusundan elde edildiği düşünülünce yağışın ne denli önemli olduğunu burada açık bir şekilde görülmektedir. Araştırmada gelişme dönemi süresince devam eden su stresi koşullarında, bitkide verimliliği artırmak veya düşürmemek için yapraktan kükürt uygulaması bir seçenek olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Burada önemli olan unsur, su stresinin 'ne kadar süreceği' ve 'hangi dozda' elementel kükürtün uygulanması gerektiğidir. İki yıl genel olarak değerlendirildiğinde taraklanma döneminde (OTT) ve tüm gelişme dönemlerinde sulama yapılmadığında (OOO) K_1 , K_2 ve K_3 dozlarının K_0 dozuna göre verim de önemli artışlar sağladığı bu nedenle susuz ya da dönemsel su kısıtlamalarının zorunlu olduğu alanlarda yapraktan kükürt uygulamasının üreticiler için önemli avantajlar sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel araştırma projeleri (Proje No: 14100) tarafından desteklenmiştir. Hatay Mustafa Kemal

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalında yürütülmüş "Yüksek Lisans Tezi"nin bir kısmıdır.

Kaynakça

- Akgöl, B. (2012). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim, kalite ve kuraklığa dayanıklılık özelliklerinin kalıtımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Başal, H., Dağdelen, N., Ünay, A., & Yılmaz, E. (2009). Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 195(1):19-29.
- Bek, Y., & Efe, E. (1988). Araştırma ve Deneme Medotları I. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı: No:71, s:395.
- Ben-Asher, J., Alpert, P., & Shechter, M. (2007). Effect of global warming on the secondary factors affecting water use efficiency and irrigation management. <http://pdfcast.org/pdf/effect-of-global-warming-on-the-secondary-factors-affecting-water-use-efficiency-and-irrigation-management>. Erişim tarihi: 5 Ocak 2018.
- Burt, C.M., O'connor, K., & Ruehr, T. (1995). Fertigation. Irr. Training and Research Center. Cal. Polytec. St. Univ., San Luis Obispo, Ca 93407, ISBN 0-9643634-1-0. p:295
- Chuanjie, Y., Yi, L., Lin, S., & Na, W. (2015). Effect of deficit irrigation on the growth, water use characteristics and yield of cotton in arid Northwest China. *Pedosphere*, 25(6):910-924.
- Coşkun, Z. (2015). Harran ovasında damla sulamanın pamuk verimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Çetin, O., & Bilgel, L. (2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*, 54(1):1-15.
- Dietz, K.J. (1989). Recovery of spinach leaves from sulphate and phosphate deficiency. *Journal of Plant Physiology*, 134(5):551-557.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield Response to Water. FAO 33, 193 pp, Rome.
- Duke, S.H., & Reisenauer, H.M. (1986). Roles and Requirements of Sulfur in Plant Nutrition. in: Tabatabai, M.A.(Ed), Sulfur in Agriculture, Argon, Monogr, Vol. 27.Asa, Cssa and Sssa, Madison, W. I.,123-168.
- Howell, T.A., Davis, K.R., McCormick, R.L., Yamada, H., To Walhood, V., & Meek, D.W. (1984). Water use efficiency of narrow row cotton. *Irrigation Science*, 5(3):195-214.
- Hussein, F., Janat, M., & Yakoub, A. (2011). Assessment of yield and water use efficiency of drip irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 35(2011): 611-621.
- James, L.G. (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. Krieger Publishing, New York, p:543
- Jie, X., Dong, Q., & Li-Na, Z. (2008). Effects of sulfur nutrition on the chlorophyll content of maize leaf under zinc and drought stress. *Agricultural Research in The Arid Areas*, 2008:1-2.
- Kaçar, B., & Ünal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayınları.
- Kaçar, M.M., & Katkat, V. (2007). Farklı su ve gübre sistemlerinin pamuk bitkisinde su stres indeksinin değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Daccache, A., Mounzer, O., & Roupael, Y. (2006). Water use and lint yield response of drip irrigated cotton to the length of irrigation season. *Agricultural Water Management*, 85(3):287-295.
- Keten, M. (2016). Sulama suyunda uygulanan kısıntı seviyelerinin farklı pamuk genotiplerinde su-verim ilişkilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Lichtenhaler, H.K., & Welburn, A.R. (1983). Determinations of total caretenoids and chlorophylls a, b, and extract in different solvents. *Biochemical Society Transactions*. 11, 591.
- Li-Na, Z., Dong, Q., Li-Li, S., & Wei-Jie, Y. (2005). Effects of sulfur fertilization on the contents of photosynthetic pigments and MDA under drought stress. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2005-08.
- Loka, D.A. (2012). Effect of water-deficit stress on cotton during reproductive development. PhD Thesis, University of Arkansas, Fayetteville.
- Loka, D.A., & Oosterhuis, D. (2012). Water Stress and Reproductive Development in Cotton. Department of Crop, Soil, and Environmental Sciences University of Arkansas, Fayetteville, AR 72704, Chapter 5.
- Orgaz, F., Mateos, L., & Fereres, E. (1992). Season length and cultivar determine optimum evapotranspiration deficit in cotton. *Agronomy Journal*, 84(4):700-706.
- Ödemiş, B., Akışcan, Y., Akgöl, B., & Can, D. (2017). Kısıtlı su koşullarında yapraktan uygulanan kükürt dozlarının pamuk bitkisinin kuraklık toleransına etkileri. 214 O 254 TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, 144 s.
- Yazar, A., Sezen, S.M., & Sesveren, S. (2002). LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Agricultural Water Management*, 54(2):189-203.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1565, s:354.
- Zonta, J.H., Brandão, Z.N., Rodrigues, J.I.S., & Sofiatti, V. (2017). Cotton response to water deficits at different growth stages. *Mossoró*, 30(4):980-990.

Çukurova bölgesinde drenaj suyu ile sulanan kinoa bitkisinde su-verim ilişkileri ve ekonomik değerlendirme

Semih Metin SEZEN¹ Servet TEKİN² Mehmet YILDIZ³

¹ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

³ Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin

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

ORCID:0000-0002-5008-9977

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2018/35(2):173-185

doi: 10.16882/derim.2018.411170

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 30.03.2018

Kabul Tarihi/Accepted:10.09.2018



Öz

Bu çalışmanın amacını 2014 ve 2015 yıllarında Çukurova bölgesinde Tarsus'ta yetişen kinoa (*Titicaca* çeşidi) bitkisinde farklı büyüme dönemlerinde uygulanan drenaj suyunun verim, verim bileşenleri, su kullanım etkinliği ve tuz birikimi üzerine etkisini değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Çalışmada çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi kullanılarak farklı sulama düzeyleri oluşturulmuştur (I_1 - I_5). Kinoa bitkisinin 4 farklı gelişme döneminde (erken vejetatif, geç vejetatif, çiçeklenme ve dane dolum) laterale en yakın konuda (I_1) 60 cm toprak profilinde eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Laterale en yakın (I_1) konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarı iki deneme yılında 344-400 mm, mevsimlik su tüketimi (ET) ise 459-514 mm arasındadır. Sulama düzeyleri (I_1 - I_4) kinoa dane verimi ve verim bileşenlerini önemli derecede etkilemiştir. En yüksek verim I_1 konusundan 4510-4880 kg ha⁻¹, en düşük verim ise susuz konudan (I_5) 1430-1880 kg ha⁻¹ elde edilmiştir. Verim ile su tüketimi arasında önemli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Verim tepki etmeni (ky) 2014 yılında 1.17, 2015 yılında ise 1.06 olarak hesaplanmıştır. Tüm konularda toprak tuzluluğu artan derinlikle azalmıştır. Sonuçta, Çukurova bölgesinde yağmurlama yöntemi kullanılarak sulanan kinoa bitkisinden daha yüksek verim elde etmek için 1.6 dS m⁻¹ tuzluluk düzeyinden daha düşük drenaj suyu ile tam sulama programı önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres; Çizgi kaynaklı yağmurlama; Tuzluluk; Su tasarrufu

Water-yield relations and economic evaluation of quinoa irrigated with drainage water in the Çukurova Region

Abstract

The objectives of the present study were to evaluate the effect of drainage water at different growth stages of quinoa (*cv. Titicaca*) in the Çukurova region of Turkey in 2014 and 2015 on yield, yield components, water use efficiency and salt accumulation in the plant root zone. The line-source sprinkler lateral was used in order to create gradually varying deficit irrigation treatments (I_1 through I_5). Drainage water was applied to replenish soil water deficit in the 60 cm depth to the field capacity during four growth stages of quinoa (early vegetation, late vegetation, flowering and grain filling) in treatment plots adjacent to sprinkler lateral (I_1). Total amount of drainage water applied to treatment (I_1) was 344 and 400 mm; and seasonal water use (ET) was 514, and 459 mm, respectively, for two years. Irrigation levels (I_1 - I_4) influenced significantly quinoa yields and yield components. Maximum yield was obtained from the I_1 treatment as 4510-4880 kg ha⁻¹; and the lowest yield was obtained from the rainfed treatment (I_5) as 1880 and 1430 kg ha⁻¹, respectively. Significant linear relationships were found between seed yield and ET. The yield response factor (ky) was 1.17 in 2014 and 1.06 in 2015. Soil salinity decreased with increasing depth in all treatments. In conclusion, full irrigation using drainage water (1.6 dS m⁻¹) is recommended for sprinkler irrigated quinoa in order to obtain higher yield in the Çukurova region.

Keywords: Abiotic stress; Line-source sprinkler; Salinity; Water saving

1. Giriş

Kullanılabilir su kaynaklarının sınırlı olması, doğal kaynakların hızla kirlenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği su kaynaklarına olan baskıyı giderek artırmaktadır. Sulamanın yeryüzündeki su kaynaklarının en büyük

tüketicisi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak amacıyla tarımsal üretimin sürdürülebilir bir şekilde artırılması, mevcut sınırlı kaynakların en verimli şekilde kullanılması ve suyun etkin kullanımının önemi daha da kaçınılmaz olmaktadır (Sezen

vd., 2017). Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişimine karşı alınacak önlemler arasında kuraklık stresine dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) yüksek besin değeri, ekstrem iklim ve toprak koşullarına dayanıklılığı ile son yıllarda dikkatleri çeken bir bitkidir. Bu bitki uygun olmayan iklim ve toprak koşullarına iyi adapte olmuştur (Garcia, 2003). Güçlü karakteri, besin değeri nedeniyle oldukça popülerdir (Jacobsen vd., 2003). Kinoa bitkisinin yüksek adaptasyon yeteneği, soğuğa (Jacobsen vd., 2005), su stresine (Corwin vd., 2008; Geerts vd., 2008a, b) ve toprak tuzluluğuna (Jacobsen vd., 2003) yüksek tolerans seviyesinden kaynaklanmaktadır.

Sınırlı su kaynaklarına yönelik artan kentsel talep, iklim değişikliğinden kaynaklanan artan kuraklık, kurak ve yarı kurak tarım alanlarında drenaj suyunun yeniden kullanılmasına olan ihtiyacı artırmıştır. Drenaj suyunun marjinal araziler üzerinde kullanılması ile ek bir sulama suyu kaynağı oluşturularak, drenaj suyunun hacmi de azaltılabilecektir. Böylece tatlı su kaynaklarına olan talebi azaltacak ve verimlilik açısından da katkı sağlayacaktır (Oster ve Grattan, 2002). Ancak, drenaj suyunun içerdiği tuzlar ve iz elementler takip edilerek toprak kalitesini bozabilecek ve yetiştirilen bitkiye zarar verebilecek kimyasal bileşenlerinde belirlenmesi gerekmektedir (Qadir ve Oster 2004).

Bir su kaynağından maksimum fayda sağlanması ve drenaj suyunun tarımsal sulamada kullanılması için su kullanım stratejileri geliştirilmelidir. Sulama suyu kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde drenaj suyunun yeniden kullanımı, yerel ve saha dışı etkiler dikkate alınarak hem kısa hem de uzun vadeli ihtiyaçları dengelenmelidir (Diaz vd., 2013). Ancak, drenaj suyunun kalitesi hangi ürünlerin sulanabileceğini belirlemede önemli bir faktör olup tuza toleranslı bitkilerde, alternatif su kaynağı olarak kullanılabilir.

Tuza duyarlı bitkilerde sorun yaratma potansiyelinde dolayı dikkat edilmelidir. Yurtseven vd. (2010) sulu tarımda tuzlu suların kullanım stratejisi, arazi düzeyinde toprak tuzluluğunun kontrolünü gerektirdiğini ve buna ek olarak drenaj su miktarındaki azalmayı ve su

kaynakları üzerindeki etkisini azaltma koşuluyla sulamadan dönen suların tekrar kullanımı söz konusu olduğunu belirtmişlerdir. Konya bölgesinde sulu tarımın yaygın olduğu alanlarda çiftçilerin %22'sinin sulama suyu olarak drenaj kanallarındaki suyu kullandığı belirlenmiştir (Çiftçi vd., 1995).

Akdeniz tipi iklimlerde kış aylarında yüksek yağışlar toprak profilinde tuzun yıkanmasında önemli rol oynamaktadır. Toplam 650 mm olan yağışın %65'i kış aylarında düşmekte ve bitki kök bölgesindeki tuzları yıkamaktadır. Çukurova bölgesinde buğday, pamuk ve kinoa bitkilerinde yapılan araştırmalarda drenaj suyu ile yapılan sulamalarda kuru koşullara oranla önemli derecede verim artışları belirlenmiştir (Yazar vd., 2000; Yazar vd., 2015).

Çukurova bölgesinde tarımsal drenaj suyunun yeniden sulama amaçlı kullanılması ile mevcut su kaynaklarının korunumu ve su tasarrufu yapılabilir. Böylece bölgede kanal suyunun aşırı kullanımı nedeniyle çiftçilere yetersiz olan sulama suyu alternatif olarak sağlanabilir (Tekinel vd., 1989).

Bu çalışmada, Çukurova bölgesinde çizgi kaynaklı yağmurlama yöntemiyle farklı düzeylerde uygulanan drenaj suyunun kinoa bitkisinin vejetatif gelişimi, verim ve su kullanma randımanı ile bitki kök bölgesindeki tuz birikimi üzerine etkilerinin araştırılması; tamamlama sulamada kötü-nitelikli suların tam ve kısıntılı sulamada kullanılabilme olanaklarının test edilmesi, sulama düzeylerinin yol açtığı verim farklılıklarının yaratacağı maliyet ve ek gelirlerin somut olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme yeri, iklim ve toprak özellikleri

Araştırma, Aşağı Seyhan sulama proje alanının Tarsus Ovası kısmında ve Tarsus'un yaklaşık 10 km güney doğusunda yer alan Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonunda (37°01' N enlem ve 35°01' E boylam) 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları killi-tınlı ve 90 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 155 mm'dir. Tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) su içerikleri 90 cm'de derinlik olarak 395 ve 240 mm olarak belirlenmiştir. Toprak pH'sı hafif alkali, fazla

kireçli, tuzsuz, potasyum içeriği yeterli, organik madde ve fosfor içeriği çok azdır. Deneme alanında her bir konudan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinde toprak profilindeki tuz dağılımını belirlemek amacıyla dikimde, her bir sulamadan önce ve hasatta olmak üzere toprak örnekleri alınmıştır. Satürasyon çamurunda elektriksel iletkenlik (EC_e , $dS\ m^{-1}$) ölçümleri yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü Çukurova'da Akdeniz iklimi görülür. Tarsus Araştırma Enstitüsü verilerine göre, uzun yıllık yağış ortalaması 616.3 mm'dir. Toplam yağışın %54'ü kış aylarında düşmektedir. Bölgede uzun yıllık sıcaklık ortalaması $17.8^{\circ}C$ 'dir. Uzun yıllar ölçümlerine göre oransal nem ortalaması %70.6'dır. Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık buharlaşma ise 1487.4 mm'dir. Denemenin yürütüldüğü 2014 ve 2015 yılına ait Topçu İstasyonu kimi iklim verileri uzun yıllık ortalama değerler ile birlikte Şekil 1'de verilmiştir. Kinoa bitkisi 2014 ve 2015 yılı dikim tarihinden hasada kadar geçen dönem için yağış değerleri, uzun yıllık ortalama yağış değerleri (1952-2013 yılları) ile birlikte Şekil 1'de verilmiştir. Bitki büyüme mevsimi süresince 2014 yılında toplam 182.3 mm yağış miktarı aynı dönemde düşen uzun yıllık yağış miktarından %27 daha fazladır. İkinci yılda ise toplam 119.5 mm yağış miktarı aynı dönemde düşen uzun yıllık yağış miktarından %16 daha azdır. Her iki deneme yıllarına ilişkin aylık buharlaşma miktarları incelendiğinde; en yüksek aylık buharlaşma miktarları ağustos ayında gerçekleşmiştir.

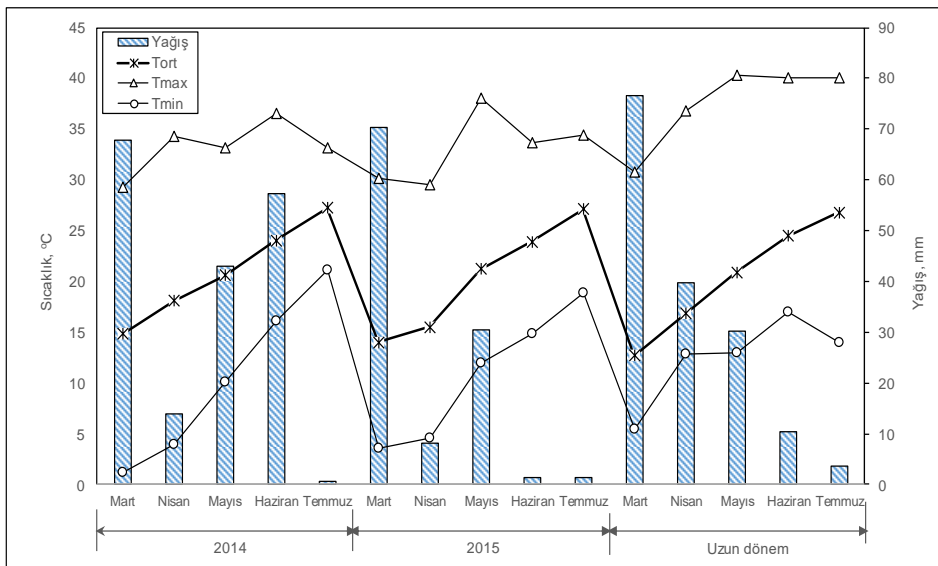
2.2. Deneme metodu ve araştırma konuları

Araştırmada sulamalar kinoa bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde (vejetatif, çiçeklenme ve dane dolun) drenaj suyu kullanılarak tek lateral yağmurlama sistemiyle yapılmıştır. Erken ve geç vejetatif dönemleri bitkinin tüm gelişme döneminin önemli bir bölümünü kapsadığından vejetatif dönem erken ve geç vejetatif dönem olarak iki bölüme ayrılmış ve her bir dönemde ayrı sulama yapılmıştır. Sulama uygulamaları laterale en yakın konuda (I_1) gelişme dönemlerine bakılarak karar verilmiştir.

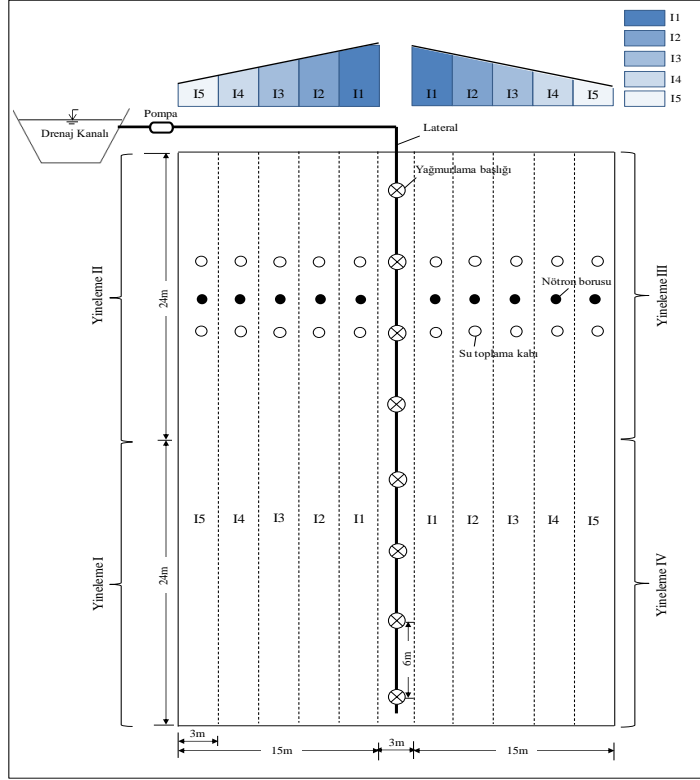
Her bir gelişme döneminde laterale en yakın konuda (I_1) toprak su içeriği belirlenerek 60 cm toprak derinliğindeki eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Laterale en yakın konuya en fazla sulama suyu uygulanırken, lateralden uzaklaştıkça uygulanan sulama suyu miktarı azalmıştır (I_2, I_3, I_4). Lateralden en uzak konu (I_5) ise susuz konuyu oluşturmuştur. Deneme dört yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Parsel boyutları 6 bitki sırası genişliğinde (3.0 m) ve 24 m uzunluğundadır. Deneme parsellerin boyutları ve yerleşim düzenleri Şekil 2'de belirtilmiştir.

Araştırmada 4 farklı gelişme döneminde sulamalar yapılırken, kullanılan drenaj suyu elektriksel iletkenlik değerleri 2014 yılında $1.10-1.55\ dS\ m^{-1}$, 2015 yılında ise $1.05-1.58\ dS\ m^{-1}$ arasında değişmiştir ve C_3S_1 sınıfında yer almıştır.



Şekil 1. 2014 ve 2015 deneme yıllarına ve uzun yıllara ait kimi iklim verileri



Şekil 2. Çizgi kaynaklı yağmurlama sulama sistemi deseni

2.3. Tarımsal işlemler

Araştırmada bölgeye uyumlu *Titicaca kinoa* çeşidi kullanılmıştır. Bu amaçla kinoa tohumları serada viyollerde kontrollü koşullarda çimlendirilmiş ve 3 hafta sonra kinoa fideleri (bitki boyu 7-8 cm) dikimi sıra üzeri 20 cm, sıra arası 50 cm olacak şekilde 02.04.2014 ve 07.04.2015 tarihinde yapılmıştır. Her iki deneme yılında dikimle birlikte 15-15-15 gübresinden saf madde esasına dayanarak hektara 75 kg N, 75 kg P₂O₅ ve 75 kg K₂O dozunda uygulanmıştır. Üst gübre ise çiçeklenme döneminde hektara 75 kg N saf madde hesabıyla %33 Amonyum Nitrat formunda bitki sıralarına (banda) 26.05.2014 ve 29.05.2015 tarihlerinde uygulanmıştır.

2.4. Ölçüm ve gözlemler

Dikimden itibaren her bir sulama öncesi ve yaklaşık bir hafta aralıkla gravimetrik toprak örnekleri ve nötronmetre okumaları nem belirlemek amacıyla 0-90 cm toprak profilinde düzenli aralıklarla gözlenmiştir. Deneme alanı topraklarının 30 cm'lik katmanlar halinde 0-30, 30-60, 60-90 cm derinlikleri için nötronmetre kalibrasyon eşitlikleri çıkarılmıştır. Hasatta her

bir parselde kenarlardan birer sıra ve başlardan 1.0 m değerlendirme dışı bırakılarak 4 bitki sırasından 6 m uzunluğundaki alandaki (2.0 m x 6 m = 12.0 m²) bitkilerde hasat işlemi 10.07.2014 ve 03.07.2015 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Kinoa bitkisinde her bir konuda 20 gün aralıkla 3 bitkide yaprak alan indeksi (LAI) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler dikimden olgunluk dönemine dek sürdürülmüştür. Kinoa bitkisinin gelişme dönemlerinin başlama ve bitiş tarihlerini belirlemede anılan bitkilere ve parsellerin genel durumlarına bakılarak karar verilmiştir. Tam sulanan I₁ konusuna ait kinoa bitkisinin her bir gelişme dönemine ulaşma süreleri ekimden sonraki gün sayısı (DAS) olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Kinoa bitkisinin büyüme dönemi ilk yıl DAS-122, ikinci yıl ise DAS-116'da ulaşmıştır. Vejetatif dönemde konular arasında önemli farklar belirlenemezken, artan su stresi I₂, I₃ ve I₄ kısıntılı sulama düzeylerinde ve kuru konuda (I₅) daha kısa gelişim dönemi ile sonuçlanmıştır. Deneme konularında kinoa bitkisinin su tüketiminin belirlenmesinde aşağıda verilen 1 nolu su dengesi eşitliğinden yararlanılmıştır (Howell vd., 1990; Allen vd., 1998). Etkili kök derinliği 90 cm olarak alınmıştır.

Çizelge 1. Kinoa bitkisine ilişkin kimi gelişme dönemleri

Gelişme dönemi	Deneme yılı			
	2014	DAS	2015	DAS
Ekim	10.03.2014	0	16.03.2015	0
Çimlenme ve çıkış	20.03.2014	10	27.03.2015	12
Dikim	02.04.2014	23	07.04.2015	24
Erken vejetatif (bitki birkaç yapraklı olduğunda)	08.04.2014	29	13.04.2015	31
Geç vejetatif (bitki sapa kalktığında)	25.04.2014	46	01.05.2015	50
Çiçeklenme	26.05.2014	77	29.05.2015	79
Dane oluşumu (daneler görüldüğünde)	09.06.2014	91	12.06.2015	94
Olgunlaşma (hasat)	10.07.2014	122	03.07.2015	116

*DAS: Ekimden sonraki gün sayısı

$$ET = I + P - Dp - R \pm \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm); I: sulama suyu miktarı (mm); P: yağış (mm); Dp: derine sızma (mm); R: yüzey akış (mm); ΔS : kök bölgesinde toprak su içeriğinde değişim (dönem başı ile dönem sonu arasındaki depolama) farkıdır (mm). Konulara uygulanan sulama suyu miktarları, her bir parsel ortasına yerleştirilen ve yüksekliği bitki boyuna göre ayarlanabilen su toplama kaplarında biriken suyun dereceli silindire ölçülmesiyle belirlenmiştir. Su toplama kaplarının yüksekliği, bitki boyuna bağlı olarak 30 cm ile 120 cm arasında tutulmuştur (Şekil 2). Yağış değerleri deneme alanında bulunan iklim istasyonundan alınmıştır. Sulamalar laterale en yakın konuda (I_1) kinoa bitkisinde dört farklı gelişme döneminde eksik nemin tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapıldığından ve her bir sulama düzeyleri arasında seddeler oluşturulduğundan derine sızma ve yüzey akış sıfır alınmıştır. Toplam su kullanım randımanı aşağıdaki 2 ve sulama suyu kullanım randımanı ise aşağıdaki 3 nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Howell, 2001; Cooper, 1983).

$$WUE = Y / ET \quad (2)$$

$$IWUE = (Y - Y_0) / I \quad (3)$$

Eşitliklerde; WUE: toplam su kullanım randımanı (kg m^{-3}); IWUE: sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3}); Y: sulu koşullarda elde edilen verim (kg ha^{-1}); Y_0 : susuz koşullarda elde edilen verim (kg ha^{-1}); ET: bitki su tüketimi (m^3) ve I: uygulanan sulama suyu miktarı (mm)'dir. IWUE değerleri her bir konunun dane verimi ile susuz konudaki dane verimi farkının o konuya uygulanan toplam sulama suyu miktarına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Verim tepki etmeni (ky) değerleri Stewart eşitliğine dayanarak hesaplanmıştır ((Doorenbos ve Kassam, 1986).

$$[1 - (Y_a/Y_m)] = ky [1 - (ET_a/ET_m)] \quad (4)$$

Eşitlikte; Y_a : gerçek verim (kg ha^{-1}); Y_m : maksimum verim (kg ha^{-1}); ET_a : gerçek bitki su tüketimi (mm); ET_m : maksimum bitki su tüketimi (mm)'dir.

2.5. Ekonomik değerlendirme

Deneme sonuçlarının ekonomik analizi Kısmi Bütçeleme (Partial Budgeting) yönteminden yararlanılarak yapılmıştır. Yöntem yeni üretim tekniğinin ya da her hangi bir kararın yol açacağı ek faydalarla ek maliyetleri karşılaştırma esasına dayanmaktadır. Farklı sulama düzeylerinin verime etkileri araştırıldığından, sulama düzeylerinin yol açtığı verim farklılıklarının parasal değerleri, kuru koşullarda yapılan yetiştiriciliğe göre getirdiği ek maliyetlerle karşılaştırılmıştır. Her bir sulama konusu için net gelir ve sulama giderleri karşılaştırılmıştır. Marjinal verim hesabında her bir konudan elde edilen verim değeri ile susuz konudan elde edilen verim arasındaki fark alınmıştır. Tüm hesaplamalar 1 hektarlık birim alana göre yapılmıştır (Dağdelen vd., 2009; Sezen vd., 2017). Sulama masrafları; su ücreti, sulama işgücü giderleri ve sulama sisteminin amortisman ve bakım-onarım giderlerinden oluşmaktadır. Sulama işgücü giderleri sulamada kullanılan işgücü yevmiyesi ve toplam sulama süresi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Net gelir ise brüt üretim değerinden toplam değişen masraflar (sulama masrafları) çıkartılarak belirlenmiştir.

2.6. İstatistiksel analizler

Bulgular, Hanks vd. (1976) tarafından belirtilen çizgi kaynaklı yağmurlama sulama metoduna göre değerlendirilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların etkisini görebilmek için konular Fisher'in LSD testi ile kontrol edilmiştir ($p=0.05$).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kinoa bitkisine uygulanan sulama suyu, evapotranspirasyon (ET), su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randıman (IWUE) değerleri

Kinoa bitkisinin deneme konularına göre belirlenen mevsimlik ET, uygulanan sulama suyu miktarı, verim, WUE ve IWUE değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Lateralden uzaklaştıkça uygulanan sulama suyu miktarı doğrusal olarak azalmıştır. Uygulanan sulama suyu 2014 yılında 97-344 mm, 2015 yılında ise 114-400 mm arasındadır. Susuz konuya dikimde uygulanan can suyu dışında sulama yapılmamıştır. Mevsimlik ET ilk yıl 320-514 mm, ikinci yıl ise 228-459 mm arasında değişmiştir. Toprak profilinde su stresi en çok susuz konuda (I_5) oluşurken, verimde önemli azalmalara neden olmuştur. Yazar vd. (2015) Adana'da yürütülen çalışmada ET değerlerini 247-576 mm arasında belirlemiştir. En yüksek ET değerleri tam sulama konusunda alınırken, azalan sulama düzeyine bağlı olarak ET değerleri azalmıştır.

3.2. Verim ve su kullanım randımanı

Konulara ilişkin kinoa dane verimleri Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmanın ilk yılında kinoa dane verimleri sulama düzeylerinde 3550-4880 kg ha⁻¹, ikinci deneme yılında ise 2860-4510 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Susuz konuda (I_5) kinoa dane verimi yıllara göre 1430-1880 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre sulama düzeyi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek verim 2014 ve 2015 yıllarında I_1 konusundan alınırken, susuz konuda en düşük verim değerleri saptanmıştır. Aşırı su stresinde bulunan I_4 sulama düzeyinde deneme yıllarına göre 97-114 mm sulama suyu uygulanmasına rağmen, kinoa dane verimleri 2860-3550 kg ha⁻¹'a ulaşmıştır. Danimarka'da Titicaca kinoa çeşidinde stressiz koşullarda elde edilen dane verimi 3300 kg ha⁻¹ (Razzaghi vd., 2011) iken; İtalya'da aynı kinoa çeşidi kullanılarak yapılan araştırmada verimin 1900 ile 3300 kg ha⁻¹ arasında değiştiği belirtilmiştir (Lavini vd., 2014). Farklı kinoa çeşitleri kullanılarak yapılan araştırmalarda ise Bolivya'da 3700 kg ha⁻¹ (Garcia vd., 2003); Şili'de 2600 kg ha⁻¹ (Martinez vd., 2009); Fas'ta ise

3300 kg ha⁻¹ (Hirich vd., 2014) verim elde edilmiştir. İtalya'da ekim zamanı ve çeşide bağlı olarak kinoa bitkisinden 1500 ile 3400 kg ha⁻¹ arasında dane verimi elde edildiği belirtilmiştir (Pulvento vd., 2010).

WUE değerleri arasında önemli farklar belirlenemezken, 2014'de 0.59-1.03 kg m⁻³, 2015'de ise 0.63-1.10 kg m⁻³ arasında değişmiştir. IWUE değerleri ise 2014'de 0.87-1.72 kg m⁻³, 2015'de ise, 0.77-1.25 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Razzaghi vd. (2011), Danimarka'da yaptıkları çalışmada kinoa bitkisinin WUE değerlerinin 1.08 ile 1.26 kg m⁻³ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmada stressiz koşullarda yetiştirilen kinoa bitkisi ile kuraklık stresine maruz bırakılan kinoa bitkisinde hesaplanan WUE değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı ifade edilmiştir. İncekaya (2015), Adana'da kinoa bitkisinde yürütülen çalışmada WUE değerlerinin 0.46 ile 0.61 kg m⁻³ arasında değiştiğini belirtmiştir. Hirich vd. (2014), tam sulama yapılan ve %50 kısıntılı sulama yapılan kinoa bitkisinin WUE değerlerinin 1.2-1.7 kg m⁻³ arasında değiştiğini; %50 kısıntılı sulama konusunda WUE değerinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

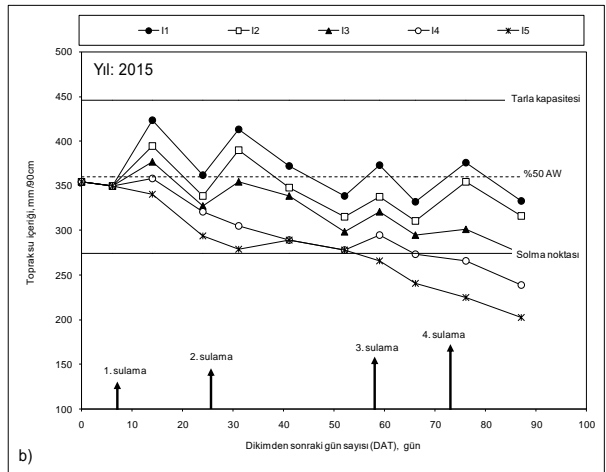
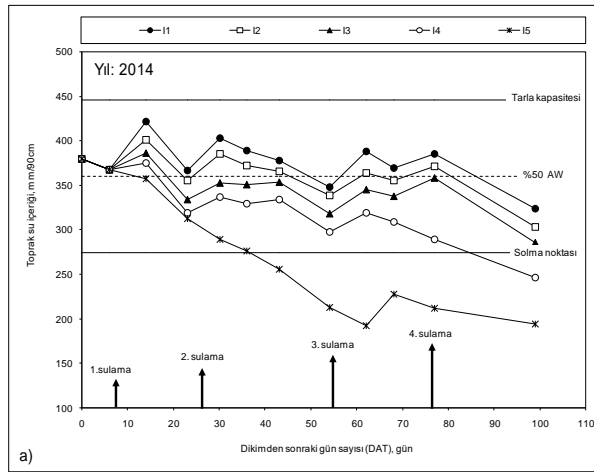
Kinoa bin dane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonucunda; 2014 ve 2015 yılında sulama düzeyi bakımından istatistiksel olarak %5 hata düzeyinde önemli farklılıklar saptanmıştır. Bin dane ağırlıkları 2014 yılında sulama düzeylerine bağlı olarak 2.6-3.6 g, 2015 yılında ise 2.1-3.5 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Susuz konuda ise bin dane ağırlığı 1.8-2.4 g olarak ölçülmüştür. Koziol (1992), kinoada çeşide göre bin dane ağırlığının 1.9-4.3 g arasında geniş bir dağılım gösterdiğini, Lindeboom (2005) sarı tohumlu kinoa çeşitlerinde bin dane ağırlığının 3.6 g, beyaz renklilerde ise 4.1 g olduğunu, İncekaya (2010) ise Çukurova koşullarında kinoa bitkisinde bin dane ağırlığının 2.1-2.6 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Delgado vd. (2009), Kolombiya'da 16 kinoa genotipi üzerinde yapmış oldukları çalışmada bin dane ağırlığının 2.5 ile 3.4 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

3.3. Toprak su içeriği

Araştırmada toprak suyu gözlemleri dikim tarihinden hasada dek sürdürülmüştür. Toprak profilinin 90 cm derinliğinde konulara ait toprak

Çizelge 2. Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu, ET, verim, WUE ve IWUE ve bin dane ağırlığı değerleri

Yıl	Sulama düzeyi	Verim (kg ha ⁻¹)	ET (mm)	Sulama (mm)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)	Bin dane ağırlığı (g)
2014	I ₁	4880 a	514	344	0.95	0.87	3.6 a
	I ₂	4420 b	457	266	0.97	0.95	3.4 a
	I ₃	4100 b	401	193	1.02	1.15	3.1 b
	I ₄	3550 c	345	97	1.03	1.72	2.6 c
	I ₅	1880 d	320	20	0.59	-	2.4 d
2015	I ₁	4510 a	459	400	0.98	0.77	3.5 a
	I ₂	4240 b	385	309	1.10	0.91	3.2 b
	I ₃	3610 c	332	214	1.09	1.02	2.7 c
	I ₄	2860 d	267	114	1.07	1.25	2.1 d
	I ₅	1430 e	228	15	0.63	-	1.8 e



Şekil 3a-b. Konulara ait 2014 (a) ve 2015 (b) yıllarına ait toprak su içeriğinin zamana göre değişimi

su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 3a-b'de verilmiştir. Konulara ilişkin toprak profilinde su içeriği susuz konu dışında tarla kapasitesi (446 mm) ile solma noktası (274 mm) arasında değişmiştir. Dikim sonrası parsellerde fidelerin tutumunu sağlamak ve yeknesak bitki gelişimi sağlamak amacıyla tüm deneme konularına 2014 yılında 20 mm, 2015 yılında ise 15 mm eşit su uygulanmıştır. Konulu sulamalar kinoa bitkisinin gelişme dönemlerine göre yapılmıştır. Birinci deneme yılında ilk sulama 08.04.2014 tarihinde başlanmış ve 09.06.2014 tarihinde sulamalara son verilmiştir. İkinci deneme yılında ise 13.04.2015 tarihinde başlanmış ve 12.06.2015 tarihinde sulamaya son verilmiştir. Drenaj kanalından yapılan sulamalarda I₁ ve I₂ konularında mevsim boyunca daha yüksek nem değerleri gözlenirken, diğer konular kullanılabilir nemin %50 düzeyi altında yer almıştır (Şekil 3a). Hasada doğru tüm konularda nem içeriği %50 kullanılabilir nemin altında yer almıştır. Kinoa bitkisi kuraklığa dayanıklı bitki olarak bilinse de, artan sulama düzeyi ile verimde önemli artışlar sağlanmıştır. I₄ ve I₅ (susuz)

konularında mevsim sonunda toprakta su içeriği değerleri solma noktası altına düşmüştür (Şekil 3 a-b).

3.4. Toprak tuzluluğu

Her iki deneme yılında kullanılan drenaj suyu C₃S₁ sınıfında olup, tuzluluk yönünden herhangi bir negatif etki yaratmamıştır. Diğer araştırmacılar (Quispe ve Jacobsen, 1999; Bosque Sanchez vd., 2003) kinoa bitkisinin sulama suyu tuzluluğuna tepkisini belirlemeye çalışmışlar ve 20 dS m⁻¹ değere sahip sulama sularının kinoa dane verimi ve kuru madde miktarında tuzluluk bakımından olumsuz bir etki yapmadan kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Kimi kinoa çeşitleri ise halofit bir bitki gibi sulama suyu tuzluluğunun 40 dS m⁻¹ olduğu koşullarda dahi üretimi söz konusu olmaktadır (Jacobsen vd., 2003; Hariadi vd., 2011; Adolf vd., 2013). Drenaj suyunun kullanıldığı farklı sulama düzeylerinde ve susuz konuda deneme başlangıcında diğer bir deyişle dikimde ve hasatta deneme parsellerinden 0-30, 30-60 ve

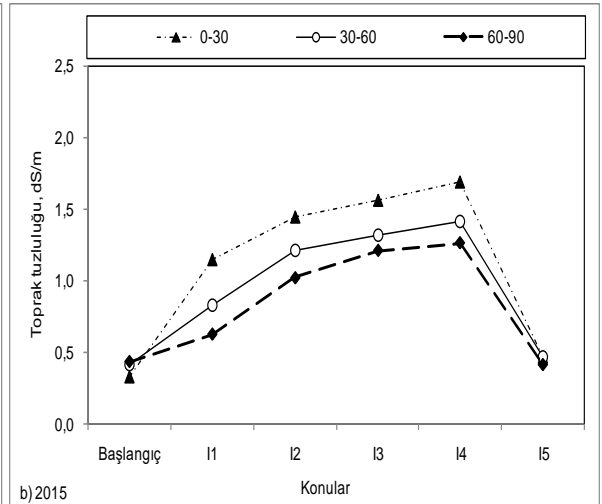
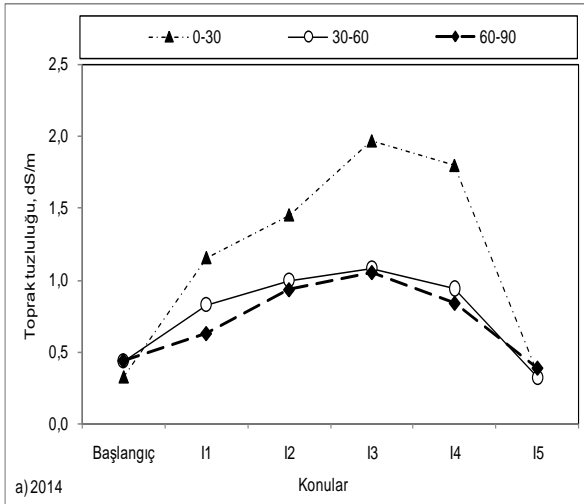
60-90 cm derinliklerden topraktaki tuz birikimi izlenmiştir. Uygulanan drenaj suyu tuzluluğuna bağlı olarak toprak tuzluluğunda değişim ve çamur süzüğü elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri Şekil 4a-b'de verilmiştir. Deneme alanı topraklarının başlangıç tuzluluk değerleri deneme yıllarında 0.32 ile 0.33 dS m⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Hasat döneminde toprakta ECe değerleri artış gösterirken, 2014 yılında en yüksek ECe I₃ konusunda 1.97 dS m⁻¹, 2015 yılında ise 1.69 dS m⁻¹ olarak I₄ konusunda ölçülmüştür. Susuz konuda (I₅) 2014 ve 2015 deneme yıllarında toprağın ECe değerlerinde herhangi bir sulama uygulaması yapılmadığı için değişim gözlenmemiştir (Şekil 4a-b).

Tuzlu sulama suyu uzun süre kullanılması durumunda toprakta denge şartlarına ulaşmakta ve toprak tuzluluk profili derinlikle artış göstermektedir. Ancak, birkaç yıllık tuzlu su kullanımlarında denge şartlarına ulaşılmadığı için üst toprak profilinde tuz değerleri daha yüksek olurken, derinlikle azalma göstermektedir. Bu çalışmada da benzer durum söz konusudur. Tüm sulama konularında toprağın ECe değerleri artış göstermiştir. Buradan kullanılan drenaj suyunun deneme yıllarında düşük ECe değerleri (1.05-1.58 dS m⁻¹) içerdiğinden kinoa gibi yüksek tuzluluk toleranslı bitkilerde verim kaybına neden olmadan, sulama amaçlı kullanılabileceği belirlenmiştir. Kış yağışları kök bölgesindeki toprakta bulunan tuzu yıkayarak, profile tuzun birikimini engellemekte ve gelecek dönem için önemli bir tuzluluk sorunu oluşmamaktadır. Çukurova bölgesinde ortalama yıllık yağış 650

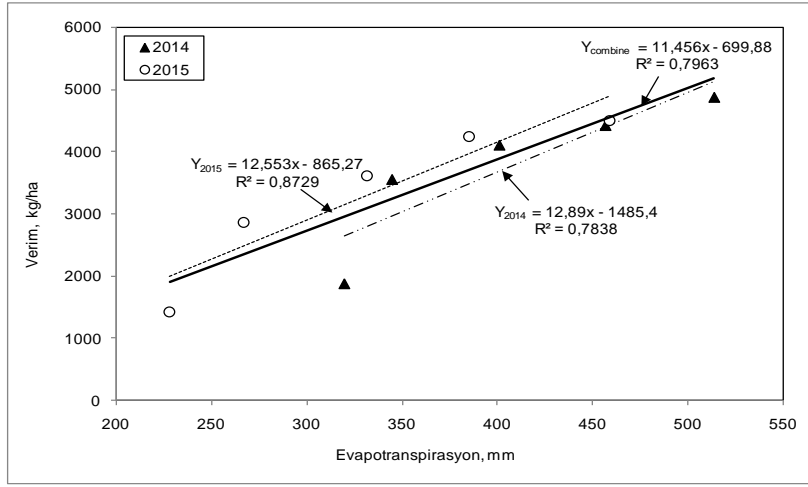
mm olup, %65'i kış aylarında düşmektedir. Etkili bir drenaj sistemi kurularak toprak profilindeki tuz yığılmasını bölgeden uzaklaştırılabilir (Yazar vd., 2000). Yeterli tatlı su kaynağının bulunduğu alanlarda tuzlu su kullanılması önerilmez. Tuzun toprak yüzeyinde yığılması kurak ve yarı kurak bölgelerde özellikle düşük kalite sulama suyunun kullanıldığı durumlarda temel karakteristik özelliğidir (Yazar vd., 2015).

3.5. Kinoa'da bitki su tüketimi (ET)-verim ilişkileri (Y)

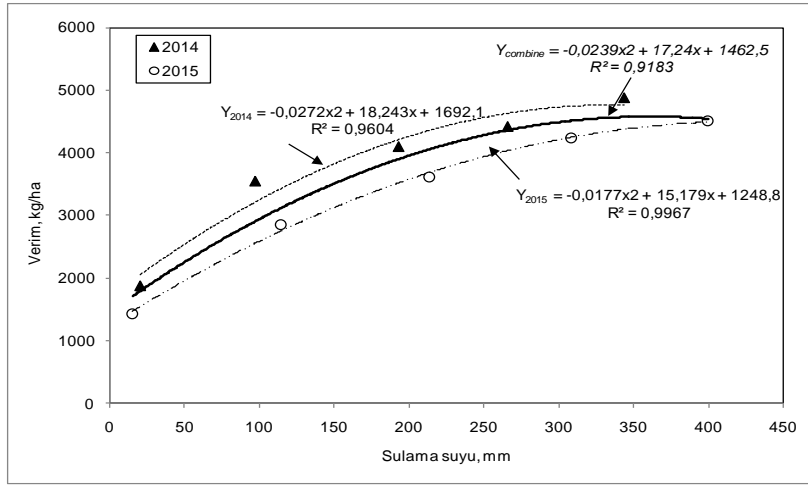
Kinoa'da bitki su tüketimi (ET) ile dane verimi (Y) arasında her iki deneme yılında da doğrusal önemli ilişkiler belirlenmiştir (R²=0.78 ve 0.87) (Şekil 5). Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça bitki su tüketimi de azalmıştır. Bitki su tüketimindeki bu düşüşle doğru orantılı olarak dane veriminin de azaldığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Adana'da İncekaya (2015), tarafından belirlenmiştir. Sulama suyu (I) ile verim (Y) arasında ikinci dereceden önemli ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 6). Çeşitli araştırmalarda da kinoa veriminin bitki kök bölgesindeki su eksikliğinden negatif olarak etkilendiği belirtilmiştir (Geerts vd., 2008 a,b; Lavini vd., 2014). Verim tepki etmeni (ky) değerleri 2014 ve 2015 deneme yıllarında belirlenerek Şekil 7'de verilmiştir. Doorenbos ve Kassam (1986) şekerpancarı ve yonca bitkilerinde olduğu gibi kinoa bitkisinde belli oranda su stresine doğrusal tepki gösterirken, belli sınır değerinde sonra su stresine duyarlılığı artmıştır.



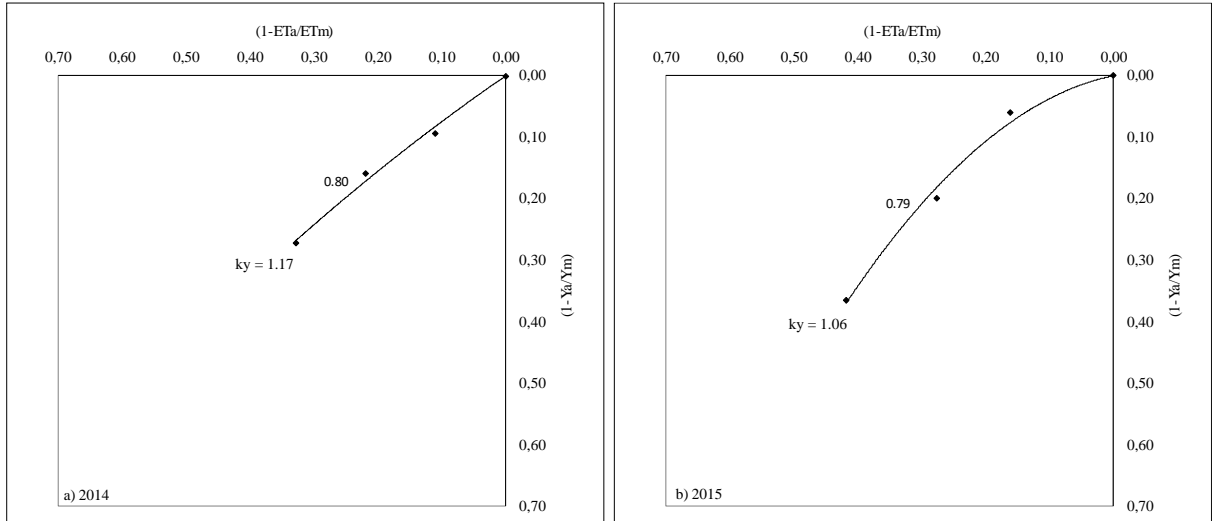
Şekil 4a-b. Deneme konularına ilişkin başlangıç ve hasattaki toprağın farklı katmanlarda elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri



Şekil 5. Kinoa bitkisinde dane verimi-su tüketimi (ET) ilişkisi



Şekil 6. Kinoa bitkisinde sulama suyu-dane verimi ilişkisi



Şekil 7. Deneme yıllarına ilişkin verim tepki etmenleri (ky) (2014, 2015)

2014 yılında oransal su tüketimi 0.33 değerine kadar $ky=0.80$ bulunurken, bu noktadan sonra bitkinin su stresine duyarlılığı artmış ve mevsimlik $ky=1.17$ değeri bulunmuştur. 2015 deneme yılında ise ilk deneme yılına benzer olarak oransal su tüketimi 0.36 değerine kadar $ky=0.79$ belirlenirken, bu noktadan sonra artan su stresi ile bitkinin duyarlılığı artmış ve mevsimlik $ky=1.06$ değeri belirlenmiştir (Şekil 7). [İncekaya \(2015\)](#), Adana'da yetiştirilen kinoa bitkisi için ky değerini 0.96 olarak belirlemiştir. [Garcia \(2003\)](#) tarafından Bolivya'nın Altiplano bölgesinde yetiştirilen kinoa bitkisi için ky değerini 0.67 olarak hesaplamışlardır.

3.6. Kinoa bitkisinde yaprak alan indeksi (LAI)

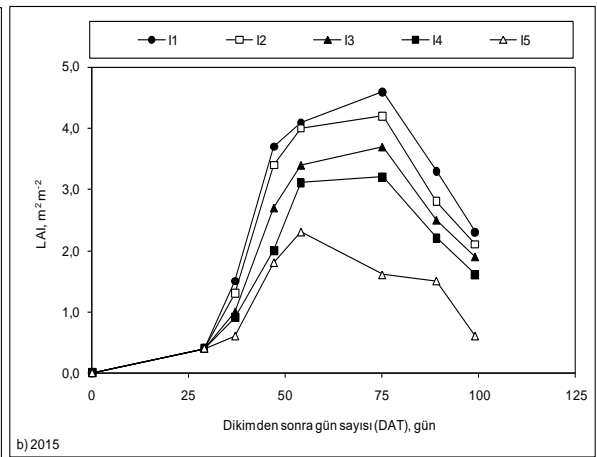
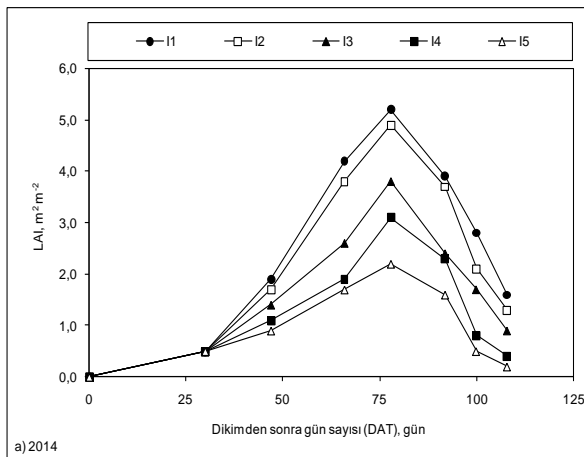
Araştırma süresince alınan bitki örneklerinde yaprak alan indeksi (LAI) hesaplanmıştır. Konulara ilişkin LAI'nin zamansal değişimleri 2014 ve 2015 yılı için Şekil 8a-b'de verilmiştir. Maksimum LAI değerleri genel olarak 2014 yılında kinoa bitkisinin çiçeklenme döneminde (DAS 77) 2.2-5.7 arasında değişmiştir (Şekil 8a). Kontrol konusunu oluşturan susuz parsellerde en düşük LAI değerleri ölçülmüştür. Araştırmada en yüksek yaprak alan indeksi stressiz koşullarda ölçülürken su ve tuz stresi arttıkça LAI değerleri de düşmüştür. Yoğun su stresinin olduğu I_4 ve susuz (I_5) konusu en düşük LAI değerlerinin ölçüldüğü konular olmuştur. Yaprak genişlemesinin sınırlandırılması ve yaprakların sararıp dökülerek yaprak alanının azaltılması bitkilerde su stresine yanıt vermek için aktifleşen mekanizmalardır ([Taiz ve Zeiger, 2008](#)).

Çalışmada tuzlu su ile sulama ve kısıntılı sulama konularında ölçülen düşük LAI değerleri, kinoa bitkisinin stres koşullarına alışma mekanizmalarından biri olarak yaprak alanını düşürdüğü şeklinde değerlendirilebilir.

[Jensen vd. \(2000\)](#), kinoa bitkisinin yapraklarını dökerek yaprak alanını düşürmesi ile kuraklığın negatif etkilerinden korunduğu ifade etmiştir. [Lavini vd. \(2014\)](#), kanal suyu veya 30 dS m^{-1} tuzlu su ile tam sulama yapılan kinoa bitkisinde LAI değerini 2.8 olarak ölçmüşler; kuru koşullarda ise yaprak alan indeksinin en düşük değerde olduğunu belirtmişlerdir. [İncekaya ve Yazar \(2009\)](#), Adana'da yaptıkları çalışmada kinoa bitkisinin yaprak alan indeksinin 2.8 ile 4.5 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. İkinci deneme yılında ise maksimum LAI değerleri genel olarak 2.3-5.0 arasında değişmiş ve maksimum LAI değerleri ilk deneme yılına benzer olarak kinoa bitkisinin çiçeklenme döneminde ulaşılmıştır (DAS 79) (Şekil 8b).

3.7. Ekonomik analiz

Sulama dışındaki tüm masraf unsurları her iki yetiştiricilikte (kuru ve sulu kinoa) de sabit tutulduğundan ek masraflar yalnızca sulama ile ilgili olmuştur. Her bir sulama konusu için 2014 ve 2015 yılı brüt üretim değerleri ve toplam değişen masrafların ortalamaları alınarak yapılan hesaplamalar Çizelge 3'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Deneme konuları, elde edilen net gelir ile sulama giderleri yönünden karşılaştırılmıştır (Çizelge 3). Marjinal verim hesabında her bir konudan elde edilen verim değeri ile susuz konudan elde edilen verim arasındaki fark alınmıştır.



Şekil 8 a-b. Deneme konularında yaprak alan indeksinin (LAI) zamana göre değişimi

Çizelge 3. Kinoa bitkisinde drenaj suyu ile sulanan farklı sulama düzeylerinin ekonomik analizi

Parametreler	Konular				
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
Sulama suyu (mm) (1)	372	288	204	106	0.0
Sulama suyu (m ³ ha ⁻¹) (2)	3720	2875	2035	1055	0.0
Sulama süresi (h) (3)	14.9	11.5	8.2	4.3	0.0
Sulamada işgücü gideri (\$ h ⁻¹) (4)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Toplam sulama işgücü gideri (\$) (5) (3x4)	44.7	34.5	24.5	12.8	0.0
Su fiyatı (\$ m ⁻³) (6)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Su ücreti (\$ ha ⁻¹) (7) (2x6)	372	288	204	106	0.0
Sulama sistem gideri (1 ha) (\$ ha ⁻¹) (8)	5500	5500	5500	5500	5500
Amortisman ve bakım-onarım giderleri (\$ ha ⁻¹) (9) (8/6 yıl)	550	550	550	550	550
Toplam değişen masraflar (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (10) (5+7+9)	967	872	778	668	550
Verim (kg ha ⁻¹) (11)	4695	4330	3855	3205	1655
Marjinal verim (kg ha ⁻¹) (12)	3040	2675	2200	1550	0.0
Kinoa satış fiyatı (\$ kg ⁻¹) (13)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Brüt üretim değeri (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) 14 (11x13)	14085	12990	11565	9615	4965
Net gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) 15 (14-10)	13118	12118	10787	8947	4415
Marjinal gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (16) (12x13)	9120	8025	6600	4650	0.0

Sonuçta, 2014 ve 2015 yılında en yüksek net gelir; en yüksek sulama masrafının yapıldığı, ancak verimden dolayı en yüksek brüt üretim değerinin elde edildiği tam sulama konusundan (I₁) alınmıştır.

4. Sonuç

Bu çalışmanın temel amacı Çukurova bölgesinde kinoa bitkisinin değişik gelişme dönemlerinde (erken vegetatif, geç vegetatif, çiçeklenme ve dane dolmuş) çizgi kaynaklı yağmurlama yöntemiyle farklı düzeylerde uygulanan drenaj suyunun kinoa bitkisinin vejetatif gelişimi, verim, WUE ve bitki kök bölgesindeki tuz birikimi üzerine etkilerinin araştırılması; farklı sulama düzeylerinde elde edilecek verim ve verim bileşenlerinin belirlenmesidir. Sulama düzeyleri su tüketimini, verim ve verim bileşenlerini istatistiksel anlamda %1 önem seviyesinde etkilemiştir. En yüksek verimler her iki deneme yılında laterale en yakın I₁ konusundan (4880-4510 kg ha⁻¹) alınırken, susuz konuda ise her iki yılda da en düşük verim değerleri alınmıştır (1880 ve 1430 kg ha⁻¹). Kinoa bitkisi su ihtiyacının yaklaşık olarak %35'inin kesildiği noktaya kadar su stresine karşı toleranslı davranmış ve verim tepki etmeni $ky=0.80$ bulunmuştur. Kinoa bitkisi su ihtiyacının %35'in üzerinde kısıntı yapılması durumunda bitkinin su stresine karşı duyarlılığı giderek artmış ve verim tepki etmeni ortalama $ky=1.10$ değerine çıkmıştır. Bu nedenle kinoa bitkisi sulamalarında kısıntı yapma zorunluluğu koşullarında tüm mevsim boyunca bu oran %35'i aşmamalıdır. Her bir gelişme döneminde

kısıntılı sulama uygulamaları (I₂, I₃ ve I₄) kinoa dane ağırlığında önemli azalmalara neden olmuştur. Buradan su kıtlığının söz konusu olmadığı durumda kısıntılı sulama önerisi yapmak doğru olmayacaktır. Ancak, 1.6 dS m⁻¹'in altında tuzluluğa sahip drenaj suları yağmurlama sulama ile kinoa bitkisinin sulanmasında sorun oluşturmadan kullanılabilir. Ayrıca, bu bölgede kış yağışları toprak profilinde tuzların yıkanmasında oldukça önemli rol oynamakta ve bir sonraki dönemde tuzluluk bakımından bir sorun yaratmamaktadır. Toprak tuzluluğu ilk 30 cm'de dikimde 0.7 dS m⁻¹ iken, hasatta anılan değer 1.69 dS m⁻¹ ulaşmıştır. Toprak tuzluluğu değerleri artan derinlikle azalma göstermiştir. Kinoa dane verimi ile ET arasında önemli ilişkiler elde edilmiştir. Sonuçta, daha yüksek verim ve WUE için kinoa bitkisinin dört farklı gelişme döneminde (erken vejetatif, geç vejetatif, çiçeklenme ve dane dolmuş) toprak profilinde eksik nemin tarla kapasitesine tamamlanması gerekmektedir. Drenaj suları tuza dayanıklı bitki türlerinde çevresel yükten ekonomik bir varlığa dönüştürülmesi potansiyeli ile sürdürülebilir olabilir. Böyle bir strateji ile drenaj sularını ana sulama kanallarına, yerel akıntılara veya nehirlere deşarj yoluyla iletmek yerine, bulunduğu bölgede sulamaya kazandırılabilir. Ekonomik ve çevresel olarak sürdürülebilir olmak için bu stratejiler, tuzdan etkilenen toprakların bulunduğu ve tuzlu drenaj sularının olduğu bölgelerde gelecekteki tarımsal ve ekonomik büyüme ve sosyal refahın anahtarı olabilir. Sonuç olarak, Birleşmiş Milletler Gıda Örgütü (FAO) tarafından 21. yüzyılın potansiyel ürünü olarak belirlenen kinoa bitkisi gıda

güvenliğinin sağlanması için yarı kurak ve kurak alanlarda drenaj suyu kullanılarak kabul edilebilir verim elde edilebilir. Ekonomik değerlendirmede 2014 ve 2015 yıllarında marjinal gelirler I_1 sulama düzeyinden, diğer bir deyişle tam sulama konusundan alınmıştır. Azalan sulama suyu miktarına bağlı olarak marjinal gelir değerleri düşmüştür. Su kıtlığı olması durumunda sulama suyunda yaklaşık %20-25 kısıntı yapılması (I_2 konusu) ile kabul edilebilir marjinal verim sağlanabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen ve sonuçlanan TAGEM-BB-090201C3 No'lu proje sonuç raporundan hazırlanmıştır. Bu kapsamda finansal desteğinden dolayı TAGEM'e ve çalışmada emeği geçenlere teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Adolf, V.I., Jacobsen, S.E., & Shabala, S. (2013). Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany*, 92(2013):43–54.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M., (1998). Crop Evapotranspiration. Guide-Lines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No.56, Rome, Italy.
- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1989). Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No.29, Rome, Italy.
- Bosque Sanchez, H., Lemeur, R., Van Damme, P., & Jacobsen, S.E. (2003). Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19: 111–119.
- Cooper, P.J.M., (1983). Crop management in rainfed agriculture with special reference to water use efficiency. Proc. 17th Coll. Int. Poath Inst., Bern, pp. 63-79.
- Corwin, D.L., Lesch, S.M., Oster J.D., & Kaffka, S.R. (2008). Short-term sustainability of drainage water reuse: Spatio-temporal impacts on soil chemical properties. *Journal of Environmental Quality*, 37(5 suppl):8-24.
- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, M., & Ugurlu, N., (1995). Konya ovasında drenaj suları ile sulanan arazilerde tuzluluk ve sodyumluluk sorunları. 5. *Ulusal Kültürteknik Kongresi*, s: 471-481.
- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, T., & Akçay, S. (2009). Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in Western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1):111-120.
- Delgado, P.A.I., Palacios, C.J.H., Betancourt, G.C. (2009). Evaluación de 16 Genotipos de Quinoa Dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Municipio de Iles, Nariño, Colombia. *Journal of Agronomia Colombiana*, 27(2):159-167.
- Díaz, F.J., Benes, S.E., & Grattan, S.R. (2013). Field performance of halophytic species under irrigation with saline drainage water in the San Joaquin Valley of California. *Agricultural Water Management*, 118(2013):59- 69.
- Doorenbos, J., & Kassam, A.H. (1986). Yield Response to Water, FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Rome, p. 193.
- Garcia, M. (2003). Agroclimatic study and drought resistance analysis of quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano. Dissertationes de Agricultura 556. Faculty of Applied Biological Sciences, Leuven, Belgium.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J., & Taboada, C. (2008a). Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy*, 28(3):427-436.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Condori, O., Mamani, J., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., Yucra, E., & Vacher, J. (2008b). Could deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the southern Bolivian Altiplano? *Agricultural Water Management*, 95(8):909-917.
- Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P., & Wilson, G.D. (1976). Line-source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. *Soil Science Society of American Journal*, 40(3):426-429.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.E., & Shabala, S. (2011). Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany* 62(1):185-193.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R., & Jacobsen, S.E. (2014). Deficit irrigation and organic compost improve growth and yield of quinoa and pea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5):390-398.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., & Solomon, K.H. (1990). Crop yield response. In: Hoffman, et al. (Eds.), *Management of Farm Irrigation Systems*. ASAE, p. 312.
- Howell, T.A. (2001). Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2):281-289.
- İncekaya, Ç., & Yazar, A. (2009). Su ve tuz stresinin quinoa bitkisinin verimine etkileri ve SALTMED modelinin test edilmesi. *I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu*, Kahramanmaraş.
- İncekaya, Ç. (2010). Akdeniz bölgesinde damla sistemiyle tatlı ve tuzlu su kullanılarak uygulanan farklı sulama stratejilerinin quinoa bitkisinin verimiyle toprakta tuz birikimine etkileri ve SALTMED modelinin test edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- İncekaya, Ç. (2015). Akdeniz koşullarında farklı tuzluluk ve sulama düzeylerinde quinoa

- (*Chenopodium quinoa* Wild.) bitkisinin verim fizyolojik tepkilerinin araştırılması ve Saltmed modelinin test edilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., & Jensen, C.R. (2003). The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa*) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*, 19(1-2): 99-109.
- Jacobsen, S.E., Monteros, C., Christiansen, J.L., Bravo L.A., Corcuera, L.J., & Mujica, A. (2005). Plant responses of quinoa to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy*, 22(2):131-139.
- Jensen, C.R., Jacobsen, S.E., Andersen, M.N., Nunez, N., Andersen, S.D., Rasmussen, L., & Mogensen, V.O. (2000). Leaf gas exchange and water relations of field quinoa during soil drying. *European Journal of Agronomy*, 13(2013):11-25.
- Kozioł, M.J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1):35-68.
- Lavini, A., Pulvento, C., D'Andria, R., Riccardi, M., Choukr-Allah, R., Belhabib, O., Yazar, A., Ince Kaya, Ç., Sezen, S.M., Qadir, M., & Jacobsen, S.E. (2014). Quinoa's potential in the Mediterranean region. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5):344-360.
- Lindeboom, N. (2005). Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). PhD Thesis, University of Saskatchewan, Canada.
- Martinez, E.A., Veas, E., Jorquera, C., San Martin, R., & Jara, P. (2009). Re-Introduction of quinoa into arid Chile: cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(1):1-10.
- Oster, J.D., & Grattan, S.R. (2002). Drainage water reuse. *Irrigation and Drainage Systems*, 16(4):297-310.
- Qadir, M., & Oster, J.D. (2004). Crop and irrigation management strategies for saline sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. *Science of the Total Environment*, 323(1-3):1-19.
- Quispe, H., & Jacobsen, S.E. (1999). Tolerancia dela quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) a la salinidad. In 'Primer Taller Internacional sobre Quinoa: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción'. 10–14 May, UNALM, Lima, Peru. (Eds Libro de Resúmenes, SE Jacobsen, A Valdez) p. 131.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., D'andria, R., lafelice, G., & Marconi, E. (2010). Field trial evaluation of two *Chenopodium quinoa* genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in South Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(6):407-411.
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R., & Andersen, M.N. (2011). Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agricultural Water Management*, 109(2012):20-29.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Özer, S., Akça, H., Yıldız, M., Günaçtı, H., Çolak, Y., & Madanoğlu, O. (2017). Effects of fresh and drainage water applied with line source sprinkler system on quinoa yield, yield components and water use efficiency. Ministry of Agriculture, General Directorate of Agricultural Research and Policies, Department of Soil and Water Resources Research Unit, Project No: TAGEM-TSK/13/A13/P-02/05, Final report, 116p, Ankara.
- Taiz, L., & Zeiger R.E. (2008). Bitki Fizyolojisi. (Çeviri Editörü: İ. Türkan). Palme Yayıncılık, 690 s.
- Tekinel, O., Yazar, A., Cevik, B., & Kanber, R. (1989). Ex-post evaluation of the lower seyhan project in Turkey. In: Rydzewski, J.R., Ward, C.F. (Eds.), *Irrigation Theory and Practice*. Pentech Press, London, pp. 145–152.
- Yazar, A., Yarpuzlu, A., & Sezen, S.M. (2000). Irrigation cotton and wheat with drainage water in the Mediterranean region of Turkey. *Acta Horticulturae*, 573:331-338.
- Yazar, A., Incekaya, C., Sezen, S.M., & Jacobsen, S.E. (2015). Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. *Crop and Pasture Science*, 66(10):993-1002.
- Yurtseven, E., Çakmak, B., Kesmez, D., & Polat, H.E. (2010). Tarımsal atık suların sulamada yeniden kullanılması. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, s:135-154.

Antalya doğal florasından toplanan düğmeli yoncanın (*Medicago orbicularis* L.) moleküler karakterizasyonu

Cengiz ERDURMUŞ¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cengiz.erdurmus@tarimorman.gov.tr

ORCID:0000-0002-2185-9901

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):186-193
doi: 10.16882/derim.2018.406434

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 15.03.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 16.08.2018



Öz

Bu çalışma, Antalya doğal florasından toplanan ve özellikle mera alanları için önem teşkil eden tek yıllık yonca türlerinden Düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* L.)'nin moleküler karakterizasyonunu yapmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada 45 adet düğmeli yonca genotipi arasındaki genetik çeşitlilik mikrosatellite (SSR) markırları kullanılarak araştırılmıştır. Yapılan ön çalışmada, toplam 35 adet mikrosatellite primer çifti kullanılmıştır. Yapılan ikinci çalışmada ise 15 adet mikrosatellite primer çifti kullanılmıştır. Araştırmada genetik benzerlik katsayıları 0.75-1.00 değerleri arasında bulunmuştur. En yakın genetik benzerlik 3-4-5 ve 42 nolu genotipler; 37 ve 38 nolu genotipler; 32 ve 31 nolu genotipler; 25 ve 26 nolu genotipler; 7-9-16-18-22 ve 33 nolu genotipler; 40 ve 11 nolu genotipler; 29 ve 30 nolu genotipler; 13-14 nolu genotipler ile 6-10-12-15-17-19-20-21-23-24-28-3443-44 ve 45 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. En uzak benzerlik ise 2 nolu genotip ile 25 ve 26 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. UPGMA yöntemine göre yapılan dendogramda genotipler 0.87 benzerlik seviyesinde 2 ana gruba ayrılmıştır. Birinci ana grupta 12, ikinci ana grupta 33 genotip yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Düğmeli yonca; Antalya; Doğal flora; Moleküler karakterizasyon

Molecular characterization of button medic (*Medicago orbicularis* L.) collected from Antalya natural flora

Abstract

This study was carried out to determine molecular characterization of annual button medic (*Medicago orbicularis* L.), which is very important for the pasture areas, collected from natural flora of Antalya province. Totally, the genetic diversity of 45 button medic genotypes were characterized with microsatellite (SSR) markers. A total of 35 microsatellite primer pairs were used in the preliminary study. In the second study, 15 pairs of microsatellite primers were used. Genetic similarity coefficients of the genotypes changed between 0.75 and 1.00. The closest genetic similarities were determined between genotypes 3-4-5 and 42; genotypes 37 and 38; 32 and 31 genotypes; genotypes 25 and 26; genotypes 7-9-16-18-22 and 33; genotypes 40 and 11; 29 and 30 genotypes; 13-14 genotypes and 6-10-12-15-17-19-20-21-23-24-28-3443-44 and 45 genotypes. The farthest similarity was determined between genotypes 2 and 25 and 26 genotypes. According to the UPGMA method, the genotypes in the dendogram were divided into two main groups at the level of similarity of 0.87. There were 12 genotypes in the first main group and 33 genotypes in the second main group.

Keywords: Button medic; Antalya, Natural flora; Molecular characterization

1. Giriş

Ülkemizde mevcut durumda çayır ve mera varlığının 12.3 milyon ha olduğu kabul edilmektedir. Meralarımızdaki kuru ot verimi 400-1100 kg ha⁻¹ arasında değişmekte olup, meraların çoğunda kuru ot verimi 600 kg ha⁻¹ altındadır (Sayar vd., 2015). Meralarımızda birim alandan elde edilen kuru ot veriminin düşük olduğunu gösteren bu veriler, ıslah çalışmalarıyla meralarımızın ot verimlerini arttırmamız gerektiğini işaret etmektedir. Akdeniz havzasında yaygın olarak bulunan tek yıllık yoncalar, yüksek adaptasyon kabiliyetleri,

rekabet etme yetenekleri, hızlı gelişmeleri ve besin değerleri dikkate alındığında meralarımızın ıslahında kullanılabilecek önemli yem bitkisi türlerindedir. Ülkemiz meralarının nitelik ve nicelik olarak yetersizliği ve nadas alanları dikkate alındığında, tek yıllık yoncaların kaba yem üretiminde büyük bir potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, ülkemizde tek yıllık yonca türlerinde çalışmalar çok sınırlı olup, ülkemizde henüz tek yıllık bir yonca çeşidi geliştirilememiştir. Çalışmamızın konusunu teşkil eden *Medicago orbicularis* L. türü ülkemiz doğal florasında yaygın olarak bulunan ve kaliteli ot üretme potansiyeli olan

yatık gelişen tek yıllık bir yonca türüdür (Sayar, 2011; Sayar vd., 2015; Alınca, 2018). Genelde dünyada çok yıllık bitkiler kullanılmasına rağmen, yaz döneminde sınırlı yağış alan meralarda tek yıllık yoncalar çok yıllıklara göre daha umut verici olduğu belirtilmiştir (Ocumpaugh vd., 1998). Ot üretimi açısından tek yıllık yoncaların önem kazandığı yerler ile ülkemizin ekolojik şartları büyük oranda benzemektedir. Ülkemizdeki meraların ıslah edilmesinde tek yıllık yoncalar büyük bir potansiyel taşımaktadır.

Doğal floradan toplanan genotiplerden elde edilen çeşitler, çayır-meralarımızın nitelik ve nicelik yönünden geliştirilmesinde, yurt dışından getirilen yabancı materyallere göre daha avantajlı olacaktır. Bu nedenle, öncelikle doğal floramızda yaygın olarak bulunan tek yıllık yonca türlerine ait genotiplerin toplanarak, yapılacak ıslah çalışmasıyla mera alanlarımızda kullanılacak çeşitler geliştirilmesi gerekmektedir. Bitki genetik kaynaklarının karakterizasyonu, temel olarak popülasyonlar arasındaki genetik farklılıkların ve popülasyonlardaki genetik varyasyonun miktarı ve dağılımının ortaya konması amacıyla yapılır. Moleküler işaretleyici teknikleri, bitkiden alınacak çok az miktarda dokudan elde edilen DNA ile bütün bir genomun analizini mümkün kılması, genellikle yetiştirme koşullarının işaretleyicinin ifadesini etkilememesi gibi birçok üstünlükleriyle, son yıllarda germplasm karakterizasyonunda yoğun olarak kullanılmaktadır. Böylece bitki genetik kaynakları daha doğru ve kesin bir şekilde karakterize edilmeye başlanmıştır. Ancak bu işaretleyici sistemlerinin morfolojik işaretleyicilere alternatif değil, onların tamamlayıcısı olarak ele alınması daha bütünsel bir yaklaşım olacaktır (Tan, 1992).

Antalya doğal florası, tek yıllık yonca türleri açısından zengindir. Bu alanlarda bulunan tek yıllık yonca türlerinin toplanması ve moleküler karakterizasyonunun yapılması yem bitkileri tarımının çeşitlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Düğmeli yonca; Ülkemizde ve özellikle Akdeniz Bölgesinde geniş yayılış alanı göstermesi, vejetasyon süresinin uzun olması, mera alanlarının ıslahında kullanıma potansiyelinin olması vb. özelliklerinden dolayı çalışmanın materyali olarak seçilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada Antalya doğal florasından 45 adet düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* L.) genotipi toplanmış ve bu çalışmanın materyali olarak kullanılmıştır.

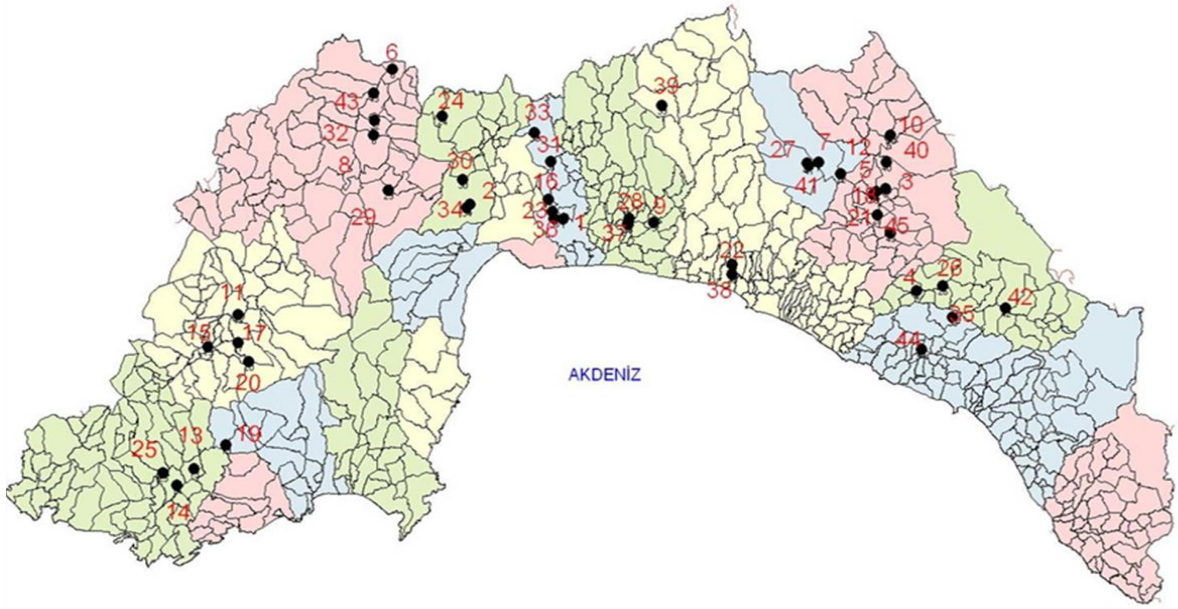
2.2. Yöntem

2.2.1. Survey çalışmaları

Davis (1970)'de belirtilen düğmeli yonca genotiplerinin bulunduğu lokasyonlara survey çalışması yapılmıştır. Yapılan survey çalışmaları sonunda türün bulunduğu bölgelerin lokal olarak tespiti yapılarak, GPS (yükseklik ve koordinatlar) değerleri belirlenmiştir. Genotiplerin koordinatları harita üzerine işaretlenmiş ve Şekil 1'de verilmiştir.

2.2.2. Moleküler çalışmalar

Bitkilerin DNA'ları CTAB protokolüne Doyle ve Doyle (1990)'a göre elde edilmiştir. Her örnek için yaklaşık 0.2 g taze yaprak kullanılmış, örnekler içerisine 0.5 ml ekstraksiyon çözeltisi [1.4 M of NaCl, 20 mM of EDTA, 100 mM of Tris-HCL (pH 8), 2% CTAB ve 1.2 µl of beta-mercaptoethanol konulan ependorf tüpünde ezilmiştir. Elde edilen karışım 65°C'de 30 dakika sıcak su banyosunda inkube edildikten sonra, 0.5 mL kloroform-izoamil alkol (24:1) ilave edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra elde edilen supernatant (üst sıvı) 2/3 hacim izopropanol ile -20°C'de 2 saat bekletilmiştir. Santrifüjde 5 dakika 13000 rpm de pelet elde edilmiş ve %76 ethanol ve 10 mM amonyum asetat içeren 0.75 mL yıkama sıvısı ile iki kez yıkanmıştır. DNA'lar steril TE tamponunda çözülmüş ve lamda DNA kontrolü kullanılarak ve etidyum bromide ile boyanarak, %4'lük agaroz jelde konsantrasyonları yaklaşık olarak tespit edilmiştir. SSR primerleri; Flajoulot vd. (2005) ve Diwan vd. (2000) ve tarafından belirlenmiş olan listede görülen 35 primer ile ön çalışma yapılmıştır. Daha sonra polimorfizm elde edilen 15 primer ile çalışma yürütülmüştür. Çalışmamızda kullandığımız primerler, FMT13, MTIC451, MTIC189, MAA660456, B14B03, MTIC93, MTIC432, MTIC299, AFat15, AFca1, AFctt1, AFct45, AFca16, AFct60, AFca11'dir. Çizelge 1'de primer listesi ve baz dizileri gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan düğmeli yonca genotiplerin toplandığı lokasyonların koordinatları

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan SSR primerlerinin adı, Forward-Reverse baz dizilimi ve alınan kaynak listesi

Primerin Adı	Forward	Reverse	Kaynaklar
FMT13	GATGAGAAAATGAAAAGAAC	CAAAAACCTCACTCTAACACAC	
MTIC451	GGACAAAATTGGAAGAAAAA	AATTACGTTTGTGGATGC	
MTIC189	CAAACCCTTTTCAATTTCAACC	ATGTTGGTGGATCCTTCTGC	
MAA660456	GGGTTTTTGATCCAGATCTTAA	GGTGGTCATACGAGCTCC	Flajoulot vd., (2005)
B14B03	GCTTGTCTTCTTCAAGCTCAC	CTGACTTGTGTTTTATGC	
MTIC93	AGCAGGATTTGGGACAGTTGT	ACCGTAGCTCCCTTTTCCA	
MTIC432	TGGAATTTGGGATATAGGAAG	GCCATAAGAACTTCCACTT	
MTIC299	AGGCTGTTGTTACACCTTTGTC	AAATGCTTAAATGACAAAT	
Afat15	TTACGGGTCTAGATTAGAGAGTATAG	CAAAATGAGTATAGGGAGTGG	
Afca1	CGTATCAATATCGGGCAG	TGTTATCAGAGAGAGAAAGCG	
AFctt1	CCCATCATCAACATTTTCA	TTGTGGATTGGAACGAGT	
Afct45	TAAAAACGGAAAGAGTTGGTTAG	GCCATCTTTTCTTTTGCTTC	Diwan vd., (2000)
Afca16	GGTCGAACCAAGCATGT	TAAAAACATTACATGACCTCAA	
Afct60	CCTCCCTAACTTTCCAACA	TGGATCAACGTGTCTTTCA	
Afca11	CTTGAGGGAACCTATTGTTGAGT	AACGTTTCCCAAAACATACTT	

Bütün polimeraz zincir reaksiyonları (PZR) 10 µL hacimde gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyon koşulları, [Barkley vd. \(2006\)](#)'nın yapmış oldukları çalışma esas alınarak belirlenmiştir. Kullandığımız reaksiyon koşulu; 2.0 µL DNA (20 ng DNA), 1.6 µL dNTP (0.1 mM dNTPs), 1.2 µL MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.1 µL Taq (0.6 U Taq DNA polimeraz), 0.8 µL her bir primer çifti (0.15 µM her bir primer), 1.0 µL (10X) PZR tamponu ve 11.5 µL ddH₂O şeklinde olmuştur. PZR termal döngü programları da [Barkley vd. \(2006\)](#)'nın yapmış oldukları çalışma esas

alınarak belirlenmiştir. PCR protokolü, 1 döngü 94°C'de 3 dk, ardından 35 döngü olacak şekilde, 94°C'de 30 sn, 50°C'de 30 sn, 72°C'de 1 dk ve son olarak da 1 döngü 72°C'de 10 dk şeklindedir. PZR ürünleri % 4'lük yüksek çözünürlük agaroz jellerde ayrıştırılmış ve 50 bp DNA büyüklük markırı kullanılmıştır. Jellerde bulunan PZR ürünleri ethidium bromide ile boyanarak Kodak GelLogic 200 sistemi ile görüntülenmiş ve dijital olarak kayıt altına alınmıştır. Çalışmada elde edilen ve dijital olarak kayıt altına alınmış her bir jel görüntüsü

kodominant mikrosatellite skorlama sistemi ile allelik boyutlar ve dominant skorlama sistemi ile de bant varlığı (1), yokluğu durumları (0) verilerek skor edilmiştir. Dominant markır sistemi ile elde edilen veriler MVSP programı kullanılarak UPGMA analizi gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

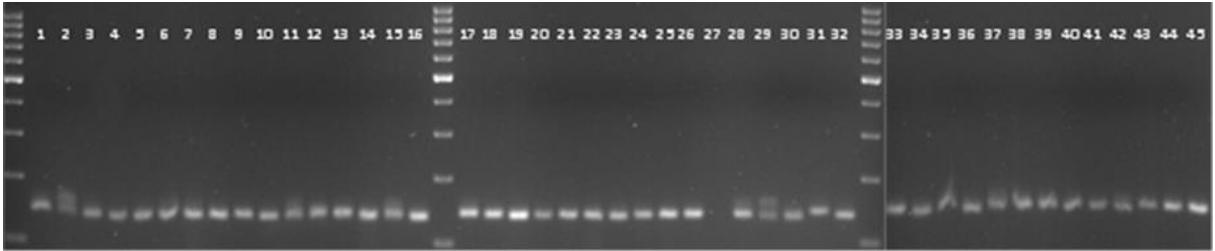
Çalışmada 45 adet düğmeli yonca genotipi arasındaki genetik çeşitlilik mikrosatellite (SSR) markırları kullanılarak araştırılmıştır. Yapılan ön çalışmada, toplam 35 adet mikrosatellite primer çifti kullanılmıştır. Polimorfizm sağlayan 15 adet mikrosatellite primer çifti ile genotipler arasındaki farklılıklar araştırılmıştır (Çizelge 2).

Çalışmada kullanılan bazı primerlere ait jel resimleri Şekil 2 ve 3'te verilmiştir. Yüksek çözünürlüklü agaroz jelde yürütülerek görüntülenen PZR amplikasyonları var (1) ve yok (0) olarak skorlanmış ve ikili veri matrisi oluşturulmuştur. Benzer hareketliliği gösteren ve aynı büyüklükteki bantlar homolog olarak değerlendirilmiştir. Nei & Li'nin genetik benzerlik indeksi formülü:

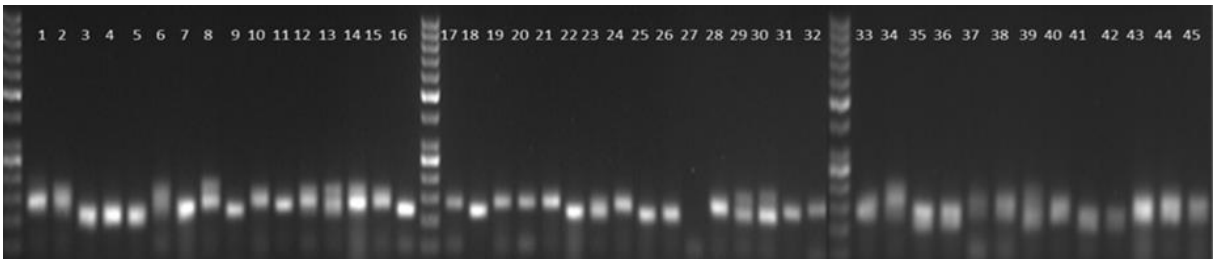
$NL_{cij} = 2a / (a + b) + (a + c)$ kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde i ve j; örnekleri, a; i ve j örnekleri arasında ortak markır sayısını, b; i örneğinde olan fakat j örneğinde olmayan ve c ise i örneğinde olmayan fakat j örneğinde olan fragmentlerin sayısını ifade etmektedir.

Çizelge 2. Primerlerden elde edilen allel sayısı (adet) ve polimorfizm sağlayan bant büyüklüğü (bp)

Primerin adı	Allel sayısı (adet)	Polimorfizm sağlayan bant (bp)
FMT13	2	170, 180
MTIC451	2	60, 125
MTIC189	4	100, 120, 150, 180
MAA660456	-	-
B14B03	1	170
AFat15	2	160, 250
AFctt1	1	120
AFct45	3	150, 170, 180
AFca16	1	125
AFct60	-	-
AFca11	-	-
MTIC432	1	150
MTIC93	-	-
MTIC299	-	-
AFca1	-	-



Şekil 2. AFct 45 primerine ait jel görüntüsü



Şekil 3. MTIC 189 primerine ait jel görüntüsü

Nei & Li matrisi temelinde konumsal işaret ve UPGMA dendogramı MVSP software 3.13 versiyonunu kullanarak örnekler arasındaki ilişkileri göstermek için kullanılmıştır.

Kırk beş adet düğmeli yonca genotipinden elde edilen genetik benzerlik değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Görüleceği üzere genetik benzerlik katsayıları 0.75-1.00 değerleri arasında bulunmuştur. En yakın genetik benzerlik 3-4-5 ve 42 nolu genotipler; 37 ve 38 nolu genotipler; 32 ve 31 nolu genotipler; 25 ve 26 nolu genotipler; 7-9-16-18-22 ve 33 nolu genotipler; 40 ve 11 nolu genotipler; 29 ve 30 nolu genotipler; 13-14 nolu genotipler ile 6-10-12-15-17-19-20-21-23-24-28-34-43-44 ve 45 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. En uzak benzerlik ise 2 nolu genotip ile 25 ve 26 nolu genotipler arasında belirlenmiştir. UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean) yöntemine göre yapılan dendogram Şekil 4'de verilmiştir. Dendogramın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere incelenen düğmeli yonca genotipleri 0.87 benzerlik seviyesinde 2 ana gruba ayrılmıştır. Birinci ana grubu 7, 9, 16, 18, 22, 25, 26, 31, 32, 33, 37 ve 38 nolu genotipler oluşturmuştur. Birinci ana grup 0.90 benzerlik seviyesinde 2 alt gruba ayrılmıştır. I. alt grubu 37 ve 38 nolu genotipler oluşturmuştur. II. alt grubu ise 7, 9, 16, 18, 22, 25, 26, 31, 32 ve 33 nolu genotipler oluşturmuştur. İlk ana grupta 37 ve 38, 31 ve 32, 25 ve 26 ile 7, 9, 16, 18, 22 ve 33 nolu genotiplerin benzer olduğu tespit edilmiştir. İkinci ana grubu ise 1, 2, 6, 10,12, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 28, 34, 43, 44, 45, 8, 13, 14, 29, 30, 3, 4, 5, 42, 11, 40, 35, 36 ve 41 nolu genotipler oluşturmuştur. İkinci ana grup 0.89 benzerlik seviyesinde 2 alt gruba ayrılmıştır. I. alt grubu 3, 4, 5, 42, 11, 40, 35, 36 ve 41 nolu genotipler oluşturmuştur. II. alt grubu ise 1, 2, 6, 10,12, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 28, 34, 43, 44, 45, 8, 13, 14, 29 ve 30 nolu genotipler oluşturmuşlardır. İkinci ana grupta 35 ve 36, 40 ve 11, 3, 4, 5 ve 42, 29 ve 30, 13 ve 14 ile 8, 10, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 28, 34, 43, 44 ve 45 nolu genotiplerin kullanılan primerler bakımından benzer olduğu tespit edilmiştir. Düğmeli yonca genotiplerinin oluşturduğu dendogram ile genotiplerin toplandıkları yerleri karşılaştırdığımızda ise verilerin kısmen örtüştüğü görülmektedir. SSR markılarıyla elde edilen dendogramda toplandığı rakım 6 ve 8 olan 37 ve 38 nolu genotipler kullanılan primerler bakımından birbirine benzer

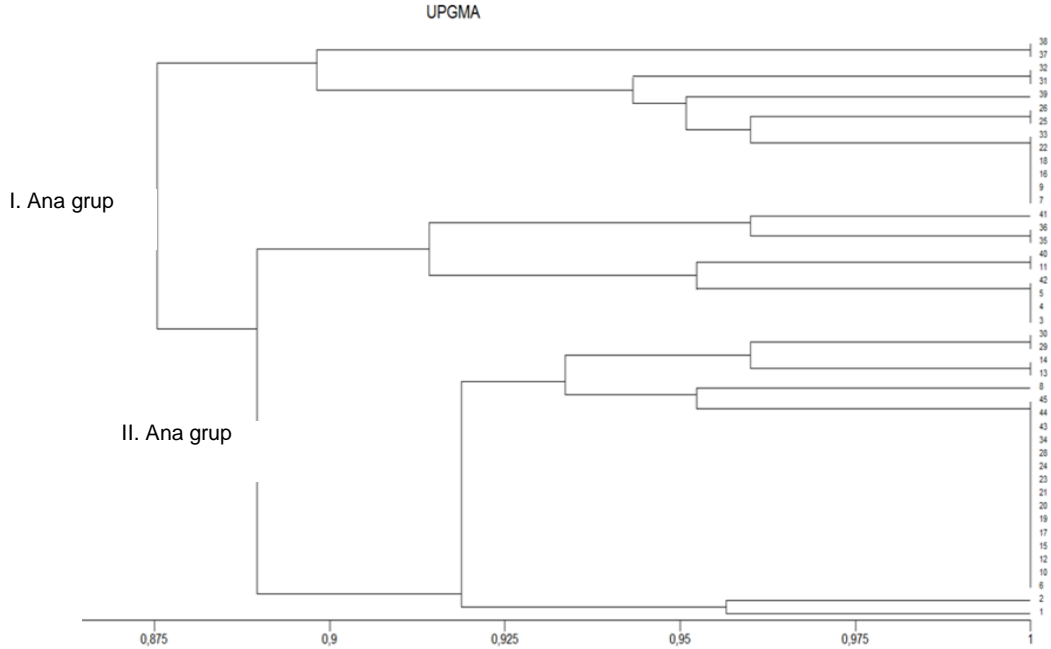
bulunmuştur. Dendogramda birbirine benzer olduğu görülen 31 ve 32 nolu genotiplerin toplandığı yerlere bakıldığında rakım değerlerinin 135 ile 941 olduğu görülmektedir. Yine birinci ana grup içerisinde yer alan 7, 9, 16, 18, 22 ve 33 nolu genotiplerin dendogramda benzer olduğu belirlenmiştir. Bu genotipleri incelediğimizde ise toplandıkları yer bakımından 7 ve 18 nolu genotiplerin birbirine yakın bölgelerden, 9, 16, 22 ve 33 nolu genotiplerinde birbirine yakın bölgelerden toplandığı görülmektedir.

İkinci ana grup içerisinde benzer olduğu belirlenen 3, 4, 5 ve 42 nolu genotiplerin toplandığı yerlere bakıldığında birbirlerine yakın alanlardan toplandığı görülmektedir (Şekil 1). Antalya'nın batı bölgesinden toplanan ve denemeye alınan 13, 14, 19 ve 25 nolu genotiplerden 13 ve 14 nolu genotiplerin birbirlerine benzer olduğu tespit edilmiştir. 19 nolu genotipi ise aynı ana grup içerisinde yer almıştır. Denemeden elde edilen dendogram ile genotiplerin toplandıkları yerler değerlendirildiğinde görülen benzerlik ve farklılıkların ileride yapılacak çalışmalarda daha fazla primer kullanılması ve SSR veya mikrosatellit markılarından başka diğer markır yöntemlerinin de devreye sokulmasıyla daha ayrıntılı sonuçlar verebileceği söylenebilir. M.Ö. 3. yüzyılda başlayan sistematik çalışmaları büyük ölçüde morfolojik karakter temelinde dayanmaktadır. Tür sınırlarının tanımlanmasında sadece morfolojik verilerin yeterli olmadığı durumlar mevcuttur (Hillis vd., 1996; Işık, 1997). Bu durumdaki sorunları çözmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların başında moleküler işaretleyiciler gelmektedir. Moleküler işaretleyiciler yaygın olarak genetik karakterizasyon, bitkisel genetik kaynaklarının korunması ve genetik haritalama çalışmalarında kullanılmaktadır (Quicke vd., 1993; Buth, 1984).

Genetik çeşitliliğin saptanmasında farklı metotlar kullanılmaktadır. Özellikle morfolojik ve biyokimyasal veriler ile pedigrı dataları çok uzun zamanlardan beri bu amaç için kullanılmaktadır (Oliveira vd., 2004). Bir popülasyonun değerlendirilmesinde morfolojik veriler oldukça sınırlı olup bunlar çevre şartlarının etkisi altında kalabilmekte ve bundan dolayı da popülasyonların genetik potansiyelleri tam olarak saptanamamaktadır (Smith ve Smith, 1989).

1	1	45
2	0.96	1
3	0.87	0.82
4	0.87	0.82
5	0.87	0.82
6	0.96	0.91
7	0.83	0.78
8	0.91	0.86
9	0.83	0.78
10	0.96	0.91
11	0.91	0.86
12	0.96	0.91
13	0.92	0.87
14	0.92	0.87
15	0.96	0.91
16	0.83	0.78
17	0.96	0.91
18	0.83	0.78
19	0.96	0.91
20	0.96	0.91
21	0.83	0.78
22	0.83	0.78
23	0.96	0.91
24	0.96	0.91
25	0.80	0.75
26	0.80	0.75
27	0.88	0.96
28	0.96	0.91
29	0.88	0.83
30	0.88	0.83
31	0.87	0.82
32	0.87	0.82
33	0.83	0.78
34	0.96	0.91
35	0.80	0.75
36	0.80	0.75
37	0.83	0.78
38	0.83	0.78
39	0.88	0.83
40	0.91	0.86
41	0.83	0.78
42	0.87	0.82
43	0.96	0.91
44	0.96	0.91
45	0.96	0.91

Çizelge 3. Genotipler arası genetik benzerlik katsayısı (Ne & Li)



Şekil 4. SSR markırları ile elde edilen dendrogram

Bu durum genetik ilişkilerin tahminini ya da hesaplanmasını etkileyebilir. Moleküler işaretleyiciler, bitki popülasyonundaki çeşitlilik veya o popülasyon içindeki bitki genotipleri arasındaki ilişkileri tespitinde % 100'e yakın güvenilirlikte değerlendirilirler (Gülşen ve Mutlu, 2005).

PCR'a dayalı markör sistemi olan SSR yöntemi güvenilir, tekrarlanabilir, polimorfizm oranı yüksek ve kodominanttır. Birçok bitki türünde genetik haritaların oluşturulması, popülasyon analizleri markör yardımıyla seleksiyon (MAS) ve başka amaçlarla kullanılmaktadır (Gupta ve Varshney, 2000). Ender görülen ve türe özgü tanıyıcı markörler üreten SSR tekniği aynı zamanda tür karmaşasının olduğu durumlarda da başarıyla kullanılabilir (Nimmakayala vd., 2009). Diwan vd. (2000), Yonca genomunda bol miktarda SSR DNA'nın bulunduğunu kalıtımının Mendel kurallarına uygun olduğunu ortaya koymuş ve *Medicago* türlerinde SSR'ların rahatlıkla kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Arraouadi vd. (2009), Tunusta yaptıkları çalışmada, *Medicago truncatula* L. nın doğal popülasyonlarında yaptıkları morfolojik ve moleküler (SSR) analizlerinde popülasyon içinde geniş varyasyon tespit etmişlerdir. Popülasyonlar arasında kantitatif farklılıktan fazla moleküler farklılıklar tespit etmişlerdir. Ülkemizde Alınca (2008) tarafından Güneydoğu Anadolu

bölgesinden toplanan 17 düğmeli yonca genotipinin moleküler karakterizasyon çalışmasında benzerlik katsayısını ortalama 0.70 olarak belirlemiştir.

4. Sonuç

Tek yıllık bir yonca türü olan ve Akdeniz Bölgesinin doğal florasında yaygın bir şekilde bulunan düğmeli yonca (*Medicago orbicularis* L.), vejetasyon süresinin uzun olması, mera alanlarının ıslahında kullanılma potansiyelinin olması gibi üstün özellikleri nedeniyle çalışmamıza konu olarak seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında Antalya doğal florasından toplanan 45 adet düğmeli yonca genotipinin moleküler karakterizasyonu yapılmıştır. Toplama çalışmalarında düğmeli yonca genotiplerinin 6 m rakımlı sahil kuşağından, 1223 m rakımlı yaylalara kadar Antalya doğal florasında yaygın bir şekilde bulunduğu saptanmıştır. Düğmeli yonca moleküler analizlerde genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu tespit edilmiştir. Moleküler karakterizasyon çalışmalarında 15 adet SSR primeri genotipleri ayırmak için kullanılmıştır. Elde edilen dendrogram incelendiğinde genotiplerin 0.87 benzerlik seviyesinde 2 gruba ayrıldığı belirlenmiştir. Genotiplerin moleküler dendrogramı ile toplandıkları yer açısından değerlendirildiğinde benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır.

Antalya'nın batı bölgelerinden toplanan 13, 14, 19 ve 25 nolu genotiplerden 13 ve 14 nolu genotiplerin benzer olduğu belirlenmiş, 19 nolu genotipin ise aynı ana grupta yer aldığı saptanmıştır. 25 nolu genotipin ise farklı ana grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Denemeden elde edilen dendogram ile genotiplerin ve toplandıkları yerler değerlendirildiğinde görülen benzerlik ve farklılıkların ileride yapılacak çalışmalarda daha fazla primer kullanılması ve SSR veya mikrosatellit markırlarından başka diğer markır yöntemlerinin de devreye sokulmasıyla daha ayrıntılı sonuçlar verebileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI danışmanlığında yürütülen ve Akdeniz Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen "Antalya Doğal Florasından Toplanan Düğmeli Yonca (*Medicago orbicularis* L.)'nın Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir. Bu vesile ile saygıdeğer hocama Allah'tan rahmet dilerim.

Kaynakça

- Alınca, S. (2008). Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan buton yoncasının (*Medicago orbicularis* L.) morfolojik özellikleri ve moleküler karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Arraouadi, S., Badri, M., Cheruth, A. J., Naceur, H.I., Huguet, T., & Aouani, M.E. (2009). Analysis of genetic variation in natural populations of *Medicago truncatula* of Southern Tunisian ecological areas, using morphological traits & SSR markers. *Tropical Plant Biology*, 2(3):122-132.
- Barkley, N.A., Roose, M.L., Krueger, R.R., & Federici, C.T. (2006). Assessing genetic diversity & population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *Theoretical & Applied Genetics*, 112(8):1519-1531.
- Buth, D.G. (1984). The application of electrophoretic data in systematic studies. *Annual Review Ecology and Systematics*, 15:501-522.
- Davis, P.H. (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Diwan, N., Bouton, J.H., Kochert, G., & Cregan, P.B. (2000). Mapping of simple sequence repeat (SSR) DNA markers in diploid and tetraploid alfalfa. *Theoretical & Applied Genetics*, 101(1-2):165-172.
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12: 13-15.
- Flajoulot, S., Ronfort, J., Baudouin, P., Barre, P., Huguet, T., Huyghe, C., & Julier, B. (2005). Genetic diversity among alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars coming from a breeding program, using SSR markers. *Theoretical & Applied Genetics*, 111(7):1420-1429.
- Gülşen, O., & Mutlu, N. (2005). Bitki biliminde kullanılan genetik markırlar ve kullanım alanları. *Alatarım*, 4(2):27-37.
- Gupta, P.K., & Varshney, R.K. (2000). The development and use of microsatellite markers for genetic analysis and plant breeding with emphasis on bread wheat. *Euphytica*, 113 (3):163-185.
- Hillis, D.M., Mable, B.K. & Moritz, C. (1996) Applications of molecular systematics: The state of the field and a look to the future. In: Hillis, D.M., Moritz, C. and Mable, B.K. Eds., Molecular systematics, Sinauer Associates, Massachusetts, p:515-543.
- Işık, K. (1997). Karakter Kavramı ve Karakterlerin Genetik Temeli. Taksonomi Yaz Okulu Ders Notları, Antalya.
- Nimmakayala, P., Tomason, R.Y., Jeong, J., Ponniah, K.S., Karunathilake, A., Levi, A., Perumal, R., & Reddy, K.U. (2009). Genetic reticulation and interrelationships among Citrullus species as revealed by joint analysis of shared AFLPs and species-specific SSR alleles. *Plant Genetic Resources Characterization and Utilization*, p:1-10.
- Ocuppaugh, W.R., Bade, D.H., Cassida, S.W., Coleman, W.R., Grichar, M.A., Pitman, W.D., & Smith, G.R. (1998). Limits of adaptation of a Burr Medic selection naturalized in South Texas. *Forage and Grassland Cong.* p:148-152.
- Oliverira, K.M., Laborda, P.R., Garcia, A.A., Zagatto-Paterniani, M.E.A.G., & Pereira De Souza, A. (2004). Evaluating genetic relationships between tropical maize inbred lines by means of AFLP profiling. *Hereditas*, 140(1):24-33.
- Quicke, D. (1993). Principles and Techniques of Contemporary Taxonomy, 1993. Blackie Academic & Professional, Glasgow.
- Sayar M.S. (2011). Güneydoğu Anadolu Çayır Mera alanlarında Bulunan Bazı Önemli Yem Bitkisi Türleri, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları, 53 Sayfa, Diyarbakır.
- Sayar, M.S., Han, Y., Başbağ, M., Gül İ., & Polat T. (2015). Rangeland improvement and management studies in Southeastern Anatolia Region of Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(1): 9-18.
- Smith, J., & Smith, O. (1989). The description and assessment of distances between inbred lines of maize: I. The use of morphological traits as descriptors. *Maydica*, 34, 141-150.
- Tan, A. (1992). Türkiye'de bitkisel çeşitlilik ve bitki genetik kaynakları. *Anadolu*, 2(1):50-64.

Bazı nohut çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurları bakımından değerlendirilmesi

Hüseyin GÜNGÖR¹ Ziya DUMLUPINAR²

¹ Düzce Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kahramanmaraş

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: hgungor78@hotmail.com

ORCID:0000-0001-6708-6337

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):194-200
doi:10.16882/derim.2018.444157

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 16.07.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 25.09.2018



Öz

Bu araştırma 2015-2016 yetiştirme sezonunda, Kırklareli-Lüleburgaz koşullarında, 36 adet hat ve 24 adet standart çeşit kullanılarak, Augmented deneme desenine göre yürütülmüştür. İncelenen bütün özellikler yönünden genotipler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Ortalama tane verimi standart çeşitlerde 107.8 kg da⁻¹, hatlarda 150.3 kg da⁻¹ olmuştur. Standart çeşitler arasında en yüksek tane verimi 160 kg da⁻¹ ile Azkan çeşidinden, en düşük tane verimi 56.4 kg da⁻¹ ile Akçin 91 çeşidinden elde edilmiştir. SMN 13 hattı en yüksek (254.2 kg da⁻¹) tane verimine sahip olmuş, en fazla tane verimi sağlayan standart Azkan çeşidinden %58 daha fazla tane verimi sağlamış ve yöre koşulları için ümitvar bulunmuştur. Yüz tane ağırlığı yönünden SMN 02 (45.3 g), bitkide tane sayısı yönünden SMN 13 (45.3 adet bitki⁻¹), bitkide bakla sayısı yönünden SMN17 (47.3 adet bitki⁻¹) ve bitkide toplam dal sayısı yönünden SMN 82 (15.7 adet bitki⁻¹) hatları öne çıkmıştır. Biplot analizine göre, PC1 ve PC2 (sırasıyla, %34.9 ve 22.0) toplam varyasyonun %56.9'sını oluşturmuştur. İlk bakla yüksekliği, bitki boyu, bitkide toplam dal sayısı, yüz tohum ağırlığı, bitkide tane sayısı, bitkide bakla sayısı ve tane verimi gibi özellikler olumlu karakterler olurken, çiçeklenme gün sayısı ve fizyolojik olgunlaşma süresi gibi özellikler olumsuz yönde karakterler olmuşlardır. Çağatay, Er-99, Azkan, Eser-87, Aziziye-94, Akça, SMN60 ve Aksu çeşitleri en stabil genotipler olurken, Aydın-92, Cevdetbey 98 ve Diyar-95 bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve toplam dal sayısı bakımından yüksek değerler almışlardır. Tane verimi, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısı bakımından ise SMN13 ve SMN17 genotipleri öne çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nohut; *Cicer arietinum*; Hat; Verim; Verim unsurları; Biplot

Evaluation of some chickpea lines and cultivars for yield and yield components

Abstract

This study was carried out under Kırklareli-Lüleburgaz conditions in 2015-2016 cropping season using 36 chickpea lines and 24 commercial cultivars and was arranged in an augmented experiment design. The genotypes were found variable for all investigated traits. The average seed yield was 107.8 kg da⁻¹ in commercial cultivars while 150.3 kg da⁻¹ in lines. The highest seed yield among cultivars was obtained from cv. Azkan with 160 kg da⁻¹ while Akçin-91 was the lowest with 56.4 kg da⁻¹. The line SMN 13 had the highest seed yield (254.2 kg da⁻¹) and was 58% higher than cv. Azkan and was found hopeful for the region. The highest 100 seed weight was obtained from SMN 02 (45.3 g), the highest seed number was obtained from SMN 13 (45.3 seeds per plant), the highest pod number was obtained from SMN 17 (47.3 pods per plant) and the highest total branch number was obtained from SMN 82 (15.7 numbers per plant). According to the biplot analysis PC1 and PC1 (34.9 and 22.0%, respectively) were explained the 56.9% of the total variation. First pod height, plant height, branch number, 100 seed weight, seed number, pod number and seed yield were positive traits while flowering time and physiological maturity was the negative traits. Çağatay, Er-99, Azkan, Eser-87, Aziziye-94, Akça, SMN 60 and Aksu were the most stable genotypes while, Aydın-92, Cevdetbey 98 and Diyar-95 has higher values for plant height, first pod height and total branch number. The genotypes SMN 13 and SMN 17 had higher seed yield (kg da⁻¹), pod number and seed number per plant.

Keywords: Chickpea; *Cicer arietinum*; Line; Yield; Yield components; Biplot

1. Giriş

Nohut (*Cicer arietinum* L.) kendine döllen, diploid (2n=2x=16) kromozomlu, ekonomik önemi oldukça yüksek bir baklagil bitkisidir

(Arumuganathan ve Earle, 1991). Cicer cinsine ait 9 adet tek yıllık ve 34 adet çok yıllık yabancı tür mevcuttur (Singh vd., 2008). Kültürü yapılan nohuta bu türler arasında en yakın (progenitörü) tür *C. reticulatum*'dur (Çancı ve Toker, 2009).

En yaygın olarak tüketilen yemeklik tane baklagillerden olan nohut bitkisinin gen merkezi ülkemizin de içinde bulunduğu Doğu Akdeniz ve Güney-Asya olarak belirtilmektedir. (Reddy ve Kabbabeh, 1985; Alajaji ve El-Adawy, 2006). Son yıllarda, çeşitli iklim kuşaklarından 8 farklı coğrafyada 44'ten fazla ülkede üretilmektedir (Croser vd., 2003). Nohut bitkisi kurak alanlarda da yetiştirildiği için yarı kurak tropik bölgelerde yaşayan insanların beslenmesinde temel protein kaynağıdır (Choudhary vd., 2012). Baklagiller arasında nohut Dünya'da, 12.7 milyon ha alanda yetiştirilerek, 95.6 kg da⁻¹ verim ve 12.1 milyon ton üretime sahiptir (FAO, 2016). Dünya'da en fazla nohut üretimi Hindistan ve Avustralya'da yapılmaktadır. Özellikle, Akdeniz havzasında bulunan ülkeler ile Hindistan ve Pakistan mutfağının çok sevilen bir ürünüdür (Millan vd., 2010). Türkiye baklagiller arasında nohut 359 bin ha ekim alanı, 460 bin tonluk üretim ile ilk sırada yer almaktadır (TUİK, 2016). Nohut bitkisi, sıcağa ve kurağa mercimekten sonra en fazla dayanabilen ve besin elementi bakımından zayıf topraklarda yetişebilen bir bitki olması nedeniyle ülkemizde üretimi en fazla yapılan yemeklik dane baklagiller arasında bulunmaktadır (Şahin ve Geçit, 2006). Baklagiller içerisinde nohut bitkisi protein oranının yüksekliği, vitamin ve minerallerce zengin oluşu ve enerji içeriği nedeni ile insan beslenmesinde öne çıkan bir bitkidir. Önemli bir yemeklik tane baklagil olarak sofralarda yer alırken, aynı zamanda leblebi sanayisinin de hammaddesini oluşturmaktadır. Bu nedenle ülkemizin bazı bölgeleri için ekonomik öneminin yanında sosyolojik olarak da önem taşımaktadır (Çeker, 2008). Bütün bu faydalarının yanı sıra, atmosferdeki serbest azotların bağlanması ile de ekim nöbetlerinin önemli bir bitkisi (Millan vd., 2010). Gen merkezi ve önemli bir nohut üreticisi olan ülkemizde nohut ıslah çalışmaları neticesinde birçok çeşit geliştirilmiştir. Bununla birlikte verim, kalite ve stres koşullarına dayanıklı çeşitler geliştirmek için ıslah programları yürütülmektedir. Bu çalışmada ülkemizde üretimi yapılan 24 ticari çeşit ile 36 ileri nohut hattı bazı tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmiş ve ticari çeşitler ile ileri hatlar karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, Lüleburgaz-Kırklareli çiftçi arazi koşullarında 2016 vejetasyon yılında

yürütülmüştür. Araştırma, Augmented deneme desenine göre, standart çeşitler 3 tekrarlamalı olacak şekilde kurulmuştur. Denemede ekimler, parseller 5 m uzunluğunda 2'er sıra halinde 40 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri olacak şekilde yapılmıştır. Ekimden önce 3 kg da⁻¹ N ve 6 kg da⁻¹ P₂O₅ gelecek şekilde 15 kg da⁻¹ 18-46 gübresi kullanılmıştır.

Denemenin ekimi 20 Mart 2016, hasadı ise genotiplerin olgunlaşma durumuna göre 20-25 Temmuz 2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu çalışmada, 36 adet hat (SMN 01, SMN 02, SMN 03, SMN 04, SMN 05, SMN 07, SMN 08, SMN 10, SMN 11, SMN 13, SMN 14, SMN 15, SMN 16, SMN 17, SMN 19, SMN 20, SMN 21, SMN 42, SMN 43, SMN 44, SMN 45, SMN 46, SMN 48, SMN 49, SMN 50, SMN 51, SMN 52, SMN 54, SMN 55, SMN 56, SMN 57, SMN 58, SMN 60, SMN 61, SMN 62, SMN 82) ve 24 adet standart çeşit (Aydın 92, Azkan, Menemen 92, Aksu, İzmir 92, Aziziye 94, Çağatay, Eser 87, Gülümser, Yaşa 05, Akçin 91, İnci, TAEK-Sağel, Er 99, Akça, Diyar 95, Damla 89, Gökçe, Uzunlu 99, Canitez 87, Dikbaş, Sarı 98, Hisar, Cevdetbey 98) olmak üzere toplam 60 adet kabulü tip nohut genotipi değerlendirilmiştir.

Araştırmada, çiçeklenme süresi, fizyolojik olgunlaşma süresinin yanında her parselden rastgele seçilen 5'er bitkide bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, toplam dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, 100-tane ağırlığı ve tane verimi incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçların istatistiksel analizinde, JMP10 programı kullanılmıştır (JMP, 2010).

3. Bulgular ve Tartışma

Çiçeklenme süresi yönünden genotipler arasındaki farklılık önemli olmuştur (P<0.01). Standart çeşitlere ait çiçeklenme süresi 28.5-34.5 gün arasında değişmiş, Damla 89 çeşidi 28.5 gün ile en erkenci, Menemen 92 çeşidi 34.5 gün ile en geç çiçeklenme gün sayısına sahip olmuştur. Ortalama çiçeklenme süresi standart çeşitlerde 31.5 gün olurken, hatlarda 30.2 gün olarak tespit edilmiştir. SMN 62 hattı 25 gün ile en erkenci, SMN20 hattı 35 gün ile en geççi genotip olmuştur (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda çiçeklenme süresini Biçer ve Şakar (2007) 75.42 ile 79.92 gün, Yaşar (2010) 65.33 ile 70.67 gün, Karaköy (2011) 84.6 ile 99 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Nohut çeşit ve hatlarda incelenen özelliklere ait değerler

Standartlar	Çiçeklenme süresi (gün)	Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	İlk bakla yüksekliği (cm)	Toplam dal sayısı (adet)	Bitkide bakla sayısı (adet)	Bitkide tane sayısı (adet)	100 tane ağırlığı (g)	Tane verimi (kg da ⁻¹)
Aydın 92	33.0	89.0	46.6	28.3	15.5	32.5	33.8	33.0	137.8
Azkan	31.0	82.5	48.6	23.4	11.1	27.3	35.2	36.7	160.0
Menemen 92	34.5	89.0	48.9	29.1	12.0	21.4	20.1	33.5	98.6
Aksu	30.5	83.0	46.6	26.4	13.2	18.5	17.5	38.0	80.4
İzmir 92	32.5	86.0	43.8	24.9	12.8	26.2	29.1	30.9	86.6
Aziziye 94	31.5	85.0	44.6	19.6	11.7	22.5	26.5	30.2	95.5
Çağatay	31.0	85.5	41.8	25.3	11.3	28.7	28.3	37.8	124.7
Eser 87	29.5	78.5	42.3	25.9	14.9	28.0	28.9	29.0	131.1
Gülümser	32.0	86.0	45.3	26.5	13.6	21.5	20.7	30.6	106.6
Yaşa 05	31.0	85.0	42.1	24.8	13.4	20.3	21.6	31.7	127.1
Akcin 91	33.0	86.5	40.1	24.4	9.5	15.6	12.8	29.2	56.4
İnci	32.0	86.0	44.6	27.8	14.1	22.5	24.0	28.6	134.2
Taek-Sağel	31.5	85.0	44.6	29.1	11.1	16.1	18.2	28.4	79.1
Er 99	31.0	85.0	44.6	26.2	8.2	26.6	24.5	30.4	133.3
Akça	30.5	85.0	41.9	24.9	10.9	25.5	20.7	35.4	102.6
Diyar 95	29.5	84.5	51.8	29.9	14.1	21.0	22.0	31.5	129.7
Damla 89	28.5	83.0	41.2	24.2	10.1	26.3	27.5	24.9	101.3
Gökçe	29.5	84.5	41.9	21.9	9.8	15.6	14.9	29.0	74.2
Uzunlu 99	32.5	87.5	51.0	29.9	14.1	18.9	20.7	32.1	100.9
Canitez 87	32.0	85.0	42.1	24.7	8.2	17.2	16.1	39.5	84.4
Dikbaş	33.0	83.0	42.8	22.2	9.6	16.6	19.2	35.0	111.5
Sarı 98	31.5	86.0	43.8	24.0	11.6	18.8	21.7	34.6	107.5
Hisar	31.5	85.0	43.4	26.7	9.2	11.8	13.7	28.3	84.4
Cevdetbey 98	32.5	86.5	47.8	30.0	14.1	9.2	33.9	44.6	138.7
Ortalama	31.5	85.1	44.7	25.8	11.8	21.2	22.9	32.6	107.8
Hatlar	Çiçeklenme süresi (gün)	Fizyolojik olgunlaşma süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	İlk bakla yüksekliği (cm)	Toplam dal sayısı (adet)	Bitkide bakla sayısı (adet)	Bitkide tane sayısı (adet)	100 tane ağırlığı (g)	Tane verimi (kg da ⁻¹)
SMN01	31.0	85.0	42.3	24.6	6.8	16.2	15.2	44.2	168.0
SMN02	29.0	80.0	40.3	24.3	10.3	28.3	33.1	45.3	185.8
SMN03	30.0	80.0	31.6	26.3	9.6	24.6	31.4	37.0	120.9
SMN04	30.0	80.0	41.0	20.3	9.1	33.1	33.3	38.7	223.1
SMN05	32.0	90.0	40.3	29.3	6.4	12.6	11.6	36.2	89.8
SMN07	30.0	90.0	37.6	20.3	8.3	16.8	14.8	38.9	129.8
SMN08	28.0	80.0	45.0	28.3	7.5	19.1	17.9	29.7	165.3
SMN10	31.0	80.0	50.6	32.6	12.5	30.0	30.2	40.1	195.6
SMN11	27.0	78.0	42.3	24.6	9.6	27.2	29.6	37.7	219.6
SMN13	31.0	80.0	46.3	27.3	9.4	46.0	45.6	38.3	254.2
SMN14	30.0	82.0	45.6	31.3	11.2	30.0	35.1	38.6	176.0
SMN15	29.0	78.0	47.3	21.1	10.3	26.3	29.6	36.8	131.6
SMN16	28.0	79.0	49.3	31.6	13.1	29.0	25.7	40.1	188.4
SMN17	30.0	80.0	43.3	19.3	11.4	47.3	30.3	41.3	242.7
SMN19	34.0	94.0	34.6	23.6	8.9	10.0	10.4	37.1	142.2
SMN20	35.0	95.0	38.3	25.6	12.6	12.0	11.6	40.3	172.4
SMN21	30.0	85.0	41.0	26.3	8.1	14.0	13.3	37.7	149.3
SMN82	34.0	89.0	54.6	21.8	15.7	16.1	18.6	33.4	116.3
SMN42	29.0	78.0	38.6	24.0	8.5	13.5	14.8	26.7	154.7
SMN43	28.0	79.0	38.0	23.6	13.0	18.0	16.7	42.4	91.6
SMN44	30.0	81.0	44.6	25.6	8.4	22.7	28.0	25.5	76.4
SMN45	30.0	83.0	39.0	22.6	6.3	8.0	9.0	26.9	104.9
SMN46	31.0	82.0	40.3	26.6	6.7	17.1	22.0	29.2	92.4
SMN48	33.0	87.0	40.6	17.6	8.1	12.0	11.0	35.8	108.4
SMN49	34.0	87.0	39.3	24.6	8.3	11.0	12.0	33.3	97.8
SMN50	32.0	85.0	37.6	22.3	8.6	15.0	15.0	27.5	96.9
SMN51	26.0	72.0	41.0	24.6	15.6	26.3	28.3	22.9	120.9
SMN52	30.0	83.0	42.0	26.6	8.9	20.8	25.6	31.1	164.4
SMN54	29.0	78.0	47.0	23.6	11.3	28.0	32.0	28.9	170.7
SMN55	32.0	85.0	39.3	24.0	11.5	24.0	27.0	25.8	132.4
SMN56	26.0	74.0	40.6	21.3	8.7	17.0	19.4	28.4	185.8
SMN57	32.0	86.0	41.3	23.6	8.9	14.9	21.0	38.1	85.3
SMN58	31.0	85.0	43.6	25.0	9.3	25.0	29.0	30.6	193.8
SMN60	30.0	83.0	41.0	27.0	11.2	23.0	27.0	26.2	143.1
SMN61	31.0	85.0	47.3	35.3	7.3	14.0	16.7	28.6	135.1
SMN62	25.0	73.0	40.0	23.0	10.1	26.0	27.2	27.8	186.7
Ortalama	30.2	83.0	42.0	25.0	9.8	21.5	22.7	34.1	150.3
F	**	**	**	**	*	*	**	**	**
CV (%)	3.03	2.23	4.92	7.52	18.87	27.15	24.48	7.91	10.78
LSD	1.94	3.87	4.43	3.96	4.28	11.97	11.59	5.44	28.11

* ve **, sırasıyla %5 ve % 1 düzeyinde önemli

Fizyolojik olgunlaşma süresi yönünden genotipler arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.01$). Standart çeşitlere ait fizyolojik olgunlaşma süresi 78.5-89 gün arasında değişmiş, Eser 87 çeşidi 78.5 gün ile en erkenci, Menemen 92 ve Aydın 92 çeşitleri 89 gün ile en geç fizyolojik olgunlaşma gün sayısına sahip olmuşlardır. Ortalama fizyolojik olgunlaşma süresi standart çeşitlerde 85.1 gün olurken, hatlarda 83 gün olarak tespit edilmiştir. SMN 51 hattı 72 gün ile en erkenci, SMN20 hattı 95 gün ile en geççi genotip olmuştur (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda fizyolojik olgunlaşma süresini Ağsakallı vd. (1999) 98.2 ile 117.8 gün, Biçer ve Şakar (2007) 98.3 ile 111.3 gün, Yaşar (2010) 101.7 ile 107.0 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bitki boyu yönünden genotipler arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.01$). Standart çeşitlere ait bitki boyu 40.1-51.8 cm arasında değişmiş, Akçin-91 çeşidi 40.1 cm ile en kısa, Diyar 95 çeşidi 51.8 cm ile en uzun bitki boyuna sahip olmuştur (Çizelge 1). Ortalama bitki boyu standart çeşitlerde 44.7 cm olurken, hatlarda 42 cm olarak tespit edilmiştir. SMN10 ve SMN82 hatları 50.6 ve 54.6 cm ile en uzun, SMN03 hattı 31.6 cm ile en kısa bitki boyuna sahip olmuşlardır. Bitki boyu yetiştirme teknikleri ve çevre faktörleri yanında genetik yapıdan da etkilenmektedir. Nohut tarımında bitki boyu özellikle tarımsal uygulamalar ve makineli hasat açısından son derece önemlidir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda nohutta bitki boyunun 34.17 ile 42.53 cm (Yaşar, 2010), 62.2 ile 75.6 cm (Karaköy, 2011), 39.0 ile 60.2 cm (Ceyhan vd., 2013), 63.8 ile 81.5 cm (Ton ve Anlarsal, 2016), 40.6 ile 44.4 cm (Biçer vd., 2017), 40.5 ile 43.9 cm (Yalçın vd., 2018) arasında değiştiği belirlenmiştir.

İlk bakla yüksekliği bakımından; incelenen genotipler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Standart çeşitlerde ilk bakla yüksekliği 19.6-30 cm arasında değişmiş, Aziziye 94 çeşidi 19.6 cm ile en düşük, Cevdetbey 98 çeşidi 30 cm ile en yüksek ilk bakla yüksekliğine sahip olmuştur. Standart çeşitlerde ortalama ilk bakla yüksekliği 25.8 cm olurken hatlarda ise 25 cm olmuştur. SMN48 hattı 17.6 cm ile en düşük, SMN 61 hattı 35.3 cm ile en yüksek ilk bakla yüksekliğine sahip olmuştur (Çizelge 1). Makineli hasat açısından oldukça önemli olan ilk bakla yüksekliğinin fazla olması tane kaybını

azaltırken, hasadın daha kolay yapılmasını sağlar. Yapılan çalışmalarda ilk bakla yüksekliğinin, 23.2 ile 30.4 cm (Karaköy, 2011), 22.6 ile 25.0 cm (Erdin ve Kulaz, 2014), 13.0 ile 15.3 cm (Doğan vd., 2015) ve 20.9 ile 30.4 cm (Topalak ve Ceyhan 2015), 35.3 ile 52.7 cm (Ton ve Anlarsal, 2016), 20.8 ile 24.6 cm (Yalçın vd., 2018) arasında değiştiği bildirilmiştir. İlk bakla yüksekliğini büyük oranda genetik yapı belirlemektedir. Ancak, bu özellik çevre koşullarından da oldukça fazla düzeyde etkilenmektedir.

Bitkideki toplam dal sayısı bakımından; incelenen genotipler arasında istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Standart çeşitlerde toplam dal sayısı 8.2-15.5 adet arasında değişmiş, Er 99 ve Canitez 87 çeşitleri 8.2 adet ile en düşük, Aydın 92 çeşidi 15.5 adet ile en fazla toplam dal sayısına sahip olmuştur. Standart çeşitlerde ortalama toplam dal sayısı 11.8 adet olurken hatlarda ise 9.8 adet olmuştur. SMN45 hattı 6.3 adet ile en düşük, SMN 82 hattı 15.7 adet ile en fazla toplam dal sayısına sahip olmuştur (Çizelge 1). Nohutta bitkideki toplam dal sayısı genotipe, ekim sıklığına ve tarımsal uygulamalara göre değişmektedir. Yapılan çalışmalarda bitkide dal sayısını Karaköy (2011) 2.7 ile 3.7 adet, Doğan vd., (2015) 2.6 ile 2.7 adet, Ton ve Anlarsal (2016) 8.1 ile 10.4 adet, Yalçın vd., (2018) 3.1 ile 3.5 adet arasında belirlemişlerdir.

Bitkide bakla sayısı yönünden; incelenen genotipler arasında istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Standart çeşitlerde bitki başına bakla sayısı 9.2-32.5 adet arasında değişmiş, Cevdetbey 98 çeşidi 9.2 adet ile en düşük, Aydın 92 çeşidi 32.5 adet ile en fazla bakla sayısına sahip olmuştur. Standart çeşitlerde ortalama bakla sayısı 21.2 adet olurken hatlarda ise 21.5 adet olmuştur. SMN45 hattı 8 adet ile en düşük, SMN 17 hattı 47.3 adet ile en fazla bakla sayısına sahip olmuştur (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda bitkide bakla sayısını Yaşar (2010) 12.3 ile 16.2, Ceyhan vd., (2013) 9.67 ile 15.33, Erdin ve Kulaz (2014) 23.8 ile 37.8 adet, Doğan vd., (2015) 22.0 ile 29.0 adet, Biçer vd., (2017) 40.6 ile 44.4 adet, Yalçın vd., (2018) 21.1 ile 22.2 adet arasında belirlemişlerdir.

Bitkide tane sayısı yönünden; incelenen genotipler arasında istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

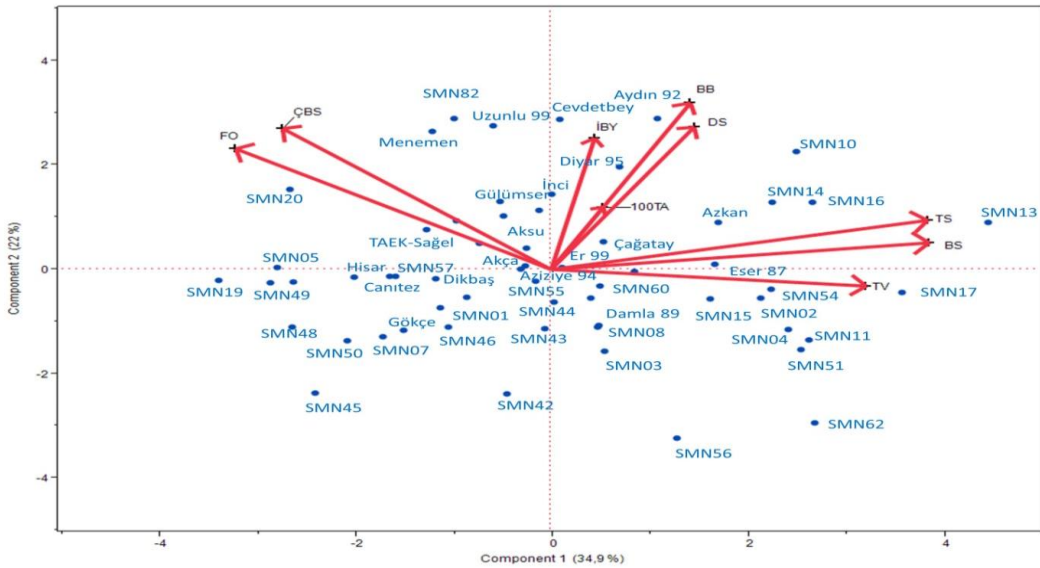
Standart çeşitlerde bitkide tane sayısı 12.8-35.2 adet arasında değişmiş, Akçin 91 çeşidi 12.8 adet ile en düşük, Azkan çeşidi 35.2 adet ile en fazla tane sayısına sahip olmuştur. Standart çeşitlerde ortalama bitkide tane sayısı 22.9 adet olurken hatlarda ise 22.7 adet olmuştur. SMN45 hattı 9 adet ile en düşük, SMN 13 hattı 45.6 adet ile en fazla tane sayısına sahip olmuştur (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda bitkide bakla sayısını Yaşar (2010) 12.5 ile 16.8, Erdin ve Kulaz (2014) 27.6 ile 44.4 adet, Doğan vd., (2015) 22.4 ile 30.2 adet, Ton ve Anlarsal (2016) 22.1 ile 36.6 adet, Biçer vd., (2017) 11.8 ile 29.8 adet, Yalçın vd., (2018) 20.8 ile 21.5 adet arasında belirlemiştir.

Yüz tane ağırlığı bakımından; incelenen genotipler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Standart çeşitlerde yüz tane ağırlığı 24.9-44.6 g arasında değişmiş, Damla 89 çeşidi 24.9 g ile en düşük, Cevdetbey 98 çeşidi 44.6 g ile en yüksek yüz tane ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 1). Standart çeşitlerde ortalama yüz tane ağırlığı 32.6 g, hatlarda 34.1 g olmuş, SMN02 hattı 45.3 g ile en yüksek, SMN 51 hattı 22.9 g ile en düşük yüz tane ağırlığına sahip olmuştur. Toplam 22 hat, standart ortalaması olan 32.6 g'ın üzerinde yüz tane ağırlığına sahip olmuştur. Nohutta, yüz tane ağırlığı bitkinin yetiştirildiği çevreye, ekim zamanı ve normuna göre değişmekte ve tane verimini doğrudan etkilediği bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda yüz tane ağırlığını Yaşar (2010)

29.87-39.90 g, Erdin ve Kulaz (2014) 30.6 ile 47.6 g, Kaya vd., (2016) 34.8-65.0 g, Ton ve Anlarsal (2016) 32.2-41.4 g, Yalçın vd., (2018) 41.2-41.3 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tane verimi yönünden genotipler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Standart çeşitlerde ortalama tane verimi 107.8 kg da^{-1} olmuştur. Azkan çeşidi 160 kg da^{-1} tane verimi ile ilk sırada yer alırken, Akçin-91 çeşidi ise 56.4 kg da^{-1} en düşük tane verimine sahip olmuştur. Hatlarda ortalama tane verimi 150.3 kg da^{-1} olmuş, standart çeşit ortalaması olan 107.8 kg da^{-1} tane veriminin üstünde bir değere sahip olmuştur. SMN-13 hattı 254.2 kg da^{-1} tane verimiyle, en yüksek tane verimine sahip Azkan çeşidinden, yaklaşık 90 kg da^{-1} daha fazla tane verimi sağlamıştır (Çizelge 1). Tane verimi yetiştirme tekniği, iklim ve toprak koşulları gibi faktörler yanında genetik yapıya bağlı olarak önemli derecede değişebilmektedir. Nitekim, Doğan vd., (2015) $108.9-142.0 \text{ kg da}^{-1}$, Biçer vd., (2017) $91.6-172.7 \text{ kg da}^{-1}$, Yalçın vd., (2018) $102.8-195.4 \text{ kg da}^{-1}$ gibi verimler elde ederek, bu araştırma bulgularına benzer şekilde, nohutta tane veriminin genotiplere göre önemli derecede değiştiği sonucuna varmışlardır.

Araştırma incelenen özellikler arasındaki ilişkileri görsel olarak yorumlamak amacıyla genotip-özellik biplot analizi yapılmıştır (Yan ve Kang, 2003). Genotip özellik biplot grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Biplot yöntemi ile genotiplere göre özelliklerin gruplandırılması

Biplot yöntemi ile yapılan analizde PC1 (1. ana bileşen) %39.9, PC2 (2. ana bileşen) %22.0, toplamda varyasyonun %56.9'unu oluşturmuştur. Şekil 1'de görüldüğü gibi birbiriyle olumlu ilişkili olan özellikler ile bu özellikler bakımından en yüksek değerlere sahip olan genotipler aynı bölgelerde yer almışlardır. Biplot analizine göre; tane verimi, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısı bakımında SMN 13 ve SMN 17 hatları; bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve bitkide toplam dal sayısı bakımında Aydın 92, Cevdetbey 98 ve Diyar 95 çeşitleri ön plana çıkmıştır.

4. Sonuç

Yirmi dördü tescilli ve 36'sı hat olmak üzere toplamda 60 adet nohut genotipi tane verimi ve bazı tarımsal özellikler yönünden yapılan değerlendirmeler sonucunda SMN 13 ve SMN 17 genotipleri standart çeşitlerin çok üzerinde tane verimine sahip olarak ümitvar materyal olarak seçilmiştir. Seçilen bu nohut genotiplerinin farklı nohut yetiştirilen bölgelerde de denenmesinin faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynakça

- Ağsakallı, A., & Olgun, M. (1999). Erzurum şartlarında nohut ıslahı için seleksiyon kriterlerinin tespiti. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:324-329.
- Alajaji, S.A., & El-Adawy, T.A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(8):806–812.
- Arumuganathan, K., & Earle, E.D. (1991). Nuclear DNA content of some important plants species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9(3):208-218.
- Biçer, B.T., & Şakar, D. (2007). Research regarding the agronomic values of several chickpea genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 35(1):37-42.
- Biçer, B.T., Albayrak, Ö., & Akıncı, C. (2017). Farklı ekim zamanlarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1):51-57.
- Ceyhan, E., Kahraman, A., Ateş, M.K., Topak, R., Şimşek, D., Avcı, M.A., Önder, M., & Dalgıç, H. (2013). Konya koşullarında nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin tane verimi ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:789-796.
- Choudhary, S., Gaur, R., Gupta, S., & Bhatia, S. (2012). EST derived genic molecular markers: development and utilization for generating an advanced transcript map of chickpea. *Theoretical and Applied Genetics*, 124(8):1449–1458.
- Croser, J.S., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., & Khan, T.N. (2003). Low temperature stress: Implications for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(2):185-219.
- Çancı, H., & Toker, C. (2009). Evaluation of Yield Criteria for Drought and Heat Resistance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(1):47-54.
- Çeker, A. (2008). Türkiye'nin bazı bölgelerinden toplanmış nohut genotiplerinin moleküler karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Doğan, Y., Çiftçi, V., & Ekinci, B. (2015) Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1):73-81.
- Erdin, F., & Kulaz, H. (2014). Van-Gevaş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 1(özel sayı):910-914.
- FAO, (2016). Statistical databases. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi: 26 Mayıs 2018.
- JMP, (2010). JMP User Guide, Release 10 Copyright © 2010, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, ISBN 978-1-59994-408-1.
- Karaköy, T. (2011). Kışlık yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin Çukurova ekolojik koşullarında verim ve verim komponentleri açısından değerlendirilmesi. *Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi*, s:619-624.
- Kaya, M., Karaman, R., & Çapar, M. (2016). Göller bölgesi illerinde yetiştirilen nohut genotiplerinin bazı kalite ve teknolojik özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(özel sayı-1):184-190.
- Millan, T., Winter, P., Jungling, R., Gil, J., Rubio, J., Cho S., Cobos, M.J., Iruela, M., Rajesh, P.N., Tekeoglu, M., Kahl, G. & Muehlbauer, F.J. (2010). A consensus genetic map of chickpea (*Cicer arietinum* L.) based on 10 mapping populations. *Euphytica*, 175(2):175-189.
- Reddy, M.V., & Kabbabeh, S. (1985). Pathogenic variability in *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. in Syria and Lebanon. *Phytopathologia Mediterranea*, 24(3):265-266.
- Şahin, N., & Gecit, H.H. (2006). The effects of different fertilizing methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3):252-258.
- Singh, R., Sharma, P., Varshney, R.K., Sharma, S.K. & Singh, N.K. (2008). Chickpea improvement: Role of wild species and genetic markers.

- Biotechnology & Genetic Engineering Reviews*, 25(1):267-314.
- Ton, A. & Anlarsal, A.E. (2016). Akdeniz iklim koşullarında bazı kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin önemli bitkisel ve tarımsal özelliklerinin saptanması. 1. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, s:4290-4296.
- Topalak, C. & Ceyhan, E. (2015). Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2):128-135.
- TUİK, (2016). Tarımsal üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, Erişim tarihi: 26 Mayıs 2018.
- Yalçın, F., Mut, Z., & Erbaş Köse, Ö. D. (2018). Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1):46-59.
- Yan, W., & Kang M. (2003). GGE Biplot Analysis. A Graphical Tool Breeders, Geneticists and Agronomists. CRC Press. Florida.
- Yaşar, M. (2010). Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Farklı anız yönetim sistemlerinin yakıt, kapasite yönünden karşılaştırılması ve doğrudan anıza ekim

Betül KOLAY¹ Songül GÜRSOY² Özlem AVŞAR¹ Abdullah SESSİZ²

¹ GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır

² Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Diyarbakır

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: betul.kolay@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-9505-0152

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):201-208
doi: 10.16882/derim.2018.371702

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 27.12.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 28.08.2018



Öz

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde buğday hasadından sonra tarlada kalan anız çiftçiler tarafından genellikle yakılmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde ve bölgemizde anız yakmanın neden olduğu problemlerin azaltılması ve üreticilere uygun bir buğday hasat yönteminin tavsiye edilebilmesi amaçlanmıştır. 2012 yılında yürütülen bu çalışma iki farklı anız biçme yüksekliği ve beş farklı anız yönetim sisteminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yöntemlerin yakıt tüketimi, iş başarısı, tarla yüzeyinde kalan anız miktarı incelenmiştir. Ayrıca uygulanan bu yöntemlerden sonra hasat edilen alanlara mibzerle doğrudan anıza mercimek ekimi yapılmıştır. Yöntemlerin mercimek bitkisinin tarla filiz çıkışına (TFÇ) olan etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak biçerdöverle monte edilmiş sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın biçerdöver tarafından çekilen tarım arabası ile tarladan uzaklaştırıldığı uygulamada yakıt tüketimi en yüksek (29.41 L ha⁻¹), buğdayın biçerdöverle hasat edilip anızın tarlada bırakıldığı uygulamada iş başarısı (1.85 ha h⁻¹) ve tarladaki anız miktarı (3716.43 kg ha⁻¹) en yüksek bulunmuştur. En yüksek tarla filiz çıkışı oranı da biçerdöverle monte edilmiş sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın biçerdöver tarafından çekilen tarım arabası ile tarladan uzaklaştırıldığı uygulama (213.77 adet m⁻²) ile biçerdöverle monte edilmiş sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın tarla yüzeyine dağıtıldığı (203.99 adet m⁻²) uygulamalarda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anız yönetimi; Buğday; Mercimek; Doğrudan ekim

The comparison of different stubble management systems in terms of fuel, capacity and direct sowing

Abstract

The stubble that remains on the field after the harvest is burned generally by the farmers in Southeastern Anatolia Region. This study was carried out in order to reduce the problems caused by stubble burning in our country and our region to recommend a wheat harvesting method for farmers. The study that was carried out in 2012 contained two different stubble height and five different stubble management systems. Fuel consumption, field efficiency and the amount of stubble on the field surface were examined in the study. After these applied methods, lentil was directly planted on the harvested areas with a mechanic planter. The effects of the stubble management systems on the rate of seed emergence of lentil were investigated. As a result, the highest fuel consumption was obtained from the system which is making straw by chopper mounted on combine-harvester and removing the straw from the field by trailer attached to the combine-harvester as 29.41 L ha⁻¹ while the highest field efficiency and amount of stubble on the field surface were determined at the system which is harvesting wheat by combine-harvester and leaving the stubble on the field as 1.85 ha h⁻¹ and 3716.43 kg ha⁻¹ respectively. Also the highest rates of seed emergence were obtained from the system which is making straw by chopper mounted on combine-harvester and removing the straw from the field by trailer attached to the combine-harvester as 213.77 number m⁻² and from the system making straw by chopper mounted on combine-harvester and spreading the straw to field surface as 203.99 number m⁻².

Keywords: Stubble management; Wheat; Lentil; Direct sowing

1. Giriş

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulu tarım alanlarının artmasıyla birlikte her geçen yıl üretim alanları pamuk ve mısır lehine gelişmesine rağmen buğday ve mercimek halen bölgenin temel ürünleri olma özelliğini

korumaktadır. Çünkü, bölge makarnalık buğdayın gen merkezi olup hem ekmeçlik hem de makarnalık buğdayın yoğun bir şekilde tarımı yapılmaktadır. Ülkemiz genelinde olduğu gibi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde de buğday hasadı sonrası, tarlada kalan anız çiftçiler tarafından bilinçsizce yakılmaktadır. Ancak

bölgedeki hayvancılık faaliyetlerinden dolayı samanın da ayrı bir önemi olduğu bilinmektedir. Buna rağmen biçerdöverle hasat sonrası tarlada bırakılan buğday anızı, özellikle ikinci ürün üretimi yapılan alanlarda, çeşitli gerekçelerle üreticiler tarafından bilinçsizce yakılmaktadır. Anızı yakmanın sonucunda gerek toprak ve gerekse doğal ekosistem tahrip edilmektedir. Bunun bir sonucu olarak bitkisel artıkların toprağa sağlayacağı faydaları yok etmekte ve aynı zamanda birçok çevresel felaketlere neden olmaktadır. Doğrudan ekim yöntemi ile toprağa kazandırılacak bitkisel atık potansiyeli toprağın özelliklerini iyileştirir. Aynı zamanda topraktaki biyolojik aktivite üzerine olumlu etki yapar. Sonuç olarak toprağın yapısı ve kalitesi iyileşerek toprak verimliliği artar. Toprak verimliliğinin artması tarımsal sürdürülebilirlik için oldukça önemlidir. Tarımsal atıkları değerlendirilmenin bu olumlu özelliklerine karşın anız yakmanın hem toprağa hem de çevreye birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır. Anız yakıldığı zaman toprağın organik maddesi yok olmakta ve anız yakılması sonucunda oluşan yüksek ısı ve CO₂ gazı küresel ısınmayı hızlandırmaktadır (Kılıç vd., 2013). Tarladaki anızı yakmanın, hiçbir parametreye olumlu etkisi olmadığını ve bazı durumlarda kök gelişmesine ve topraktaki karbon miktarına olumsuz etkilerinden dolayı bu yöntem üreticiye önerilmemelidir (Gahramanian vd., 2010). Bu nedenle anız yakılmadan tarlada kalan bitkisel atıkların en uygun mekanizasyon sistemi ile değerlendirilerek, çiftçiye sahip olduğu olanaklara göre tavsiye edilmesi gerekmektedir. Nitekim dünyada çeşitli atık yönetim sistemleri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, biçerdöverle montajlı sap parçalama makinası hasatta başarılı bir şekilde kullanılabilir (Schillinger, 2008). Smith (1986), en uygun anız yönetim şeklinin biçerdöver arkasına takılan sap parçalayıcılar ile sapların parçalanarak, tarla yüzeyine üniform şekilde dağıtılması yöntemi olduğunu ifade etmiştir. Benzer bir şekilde Aykas vd. (2010), hasat sonrası tarladaki ürün artıklarının düzgün bir şekilde yayılmasının yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Buğday hasat edilirken tarlada kalan anızın yüksekliği de oldukça önemlidir. Buğdayın hasadında anız yüksekliğinin artırılması dane kaybına neden olmaz ve yakıt tüketiminde %30 oranında azalma meydana getirebilir (Kehayov vd., 2004). Ancak yüksek biçim sonrası, doğrudan ekimde mibzerde tıkanmalar ve tarla filizi çıkışında olumsuzluklar meydana

gelebilir. Uygun atık yönetimi ile bu olumsuzluklar en aza indirilebilir. Sessiz vd. (2010), Diyarbakır koşullarında mercimek hasadı sonrası II. ürünün toprak işlemez olarak doğrudan ekim makinasıyla ekilebileceğini ifade etmişlerdir. Yalçın vd. (2008), ikinci ürün mısır ve ayçiçeği tarımında toprak işlemez doğrudan ekim yönteminin yakıt tüketimi ve çevrenin korunması açısından oldukça avantajlı olduğunu ve ürün veriminde önemli ölçüde düşümlere neden olduğunu vurgulamışlardır. Bayhan vd. (2006), ikinci ürün silajlık mısırdaki farklı toprak işleme yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, yakıt tüketimi yönünden doğrudan ekimin iyi sonuçlar verdiğini ve ikinci ürün mısırın ekiminde uygulanabileceğini ifade etmişlerdir. Gürsoy (2012) tarafından Diyarbakır'da buğdayda anız yönetim şekilleri ve bölgede anızın yakılmasının nedenlerinin araştırıldığı bir çalışmada, biçerdöverlerin arkasına takılan saman yapma ünitelerinin kullanımının, özellikle hayvancılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği işletmelerde tercih edildiği görülmüştür. Mevcut durum böyle olmasına rağmen bölgemizde anızın yakılması devam etmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın konusu bölge açısından önem arz etmektedir. Gerek anızı yakmayan ve saman olarak değerlendirmek isteyen üretici ve gerekse biçerdöver sahipleri hasat sırasında tarlada bırakılan sapların parçalayarak değerlendirilmesi, atıkların tarla yüzeyine homojen dağıtılması, uygun olmayan biçme nedeniyle oluşan ürün kayıpları, enerji ve güç tüketimi, makina kapasitesi gibi işletmecilik konuları hakkında gerekli bilgilere sahip değildirlir. Bu durumdan dolayı, özellikle atık yönetimine dayalı doğrudan anıza ekim uygulamalarında istenilen gelişmeler sağlanmamaktadır. Çünkü doğrudan ekim makinalarının sorunsuz bir şekilde çalışması anız atıklarının tarla yüzeyine düzgün ve eşit bir şekilde dağıtılmasına bağlıdır (Douglas vd., 1989; Sessiz, 2010). Düzgün bir parçalama ve yayma işlemi gerçekleşmediği takdirde ekici ayaklarda tıkanma, zayıf tohum ekimi, yetersiz çimlenme ve düşük herbisit etkinliği gibi problemler oluşabilir. En uygun dağılım düzgünlüğü ise ancak sap parçalayıcı-dağıtıcı makinalarla veya biçerdöver arkasına takılan sap parçalayıcılarla gerçekleştirilebilir. Tüm bunlar dikkate alınarak iki aşamada yürütülen bu çalışmanın birinci amacı farklı yüksekliklerde bırakılan buğday anızının farklı makina ve anız parçalama-dağıtma yöntemleri kullanarak

sistemlerin enerji tüketimlerini ve makina tarla kapasitelerini birbiriyle karşılaştırmak ve en uygun sistemi belirlemektir. Çalışmanın ikinci amacı ise farklı atık sistemiyle parçalanmış ve tarlada dağıtılan buğday anızına doğrudan anıza ekim makinasıyla mercimek ekimini gerçekleştirerek, ekim sonrası atık yönetim sistemlerinin mercimeğin tarla filiz çıkışına olan etkisini belirlemek ve uygun yöntemi çiftçilere tavsiye etmektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi deneme alanında 2012 yılında yürütülmüştür.

2.1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş olan Sarıçanak-98 makarnalık buğday çeşidi ile Fırat-87 mercimek çeşidi kullanılmıştır.

2.1.2. Kullanılan tarım alet ve makineleri

Biçerdöver: Kullanılan biçerdöver, bu çalışmada işbirliği yaptığımız Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren bir özel sektör kuruluşu tarafından

temin edilmiştir. Biçerdöver TC 56 New Holland marka 1998 model olup teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Biçerdöver monte edilen sap parçalayıcı: Çalışmada sap parçalayıcı saman yapma ünitesi, biçerdöverin arka kısmı olan sarsak çıkışına monte edilmiştir. Kullanılan sap parçalayıcıya ait teknik özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Sap parçalayıcı ünite çift batörlüdür. Batör üzerindeki bıçak lamaları mil üzerine 900'lik açıyla 4 sıra halinde kaynakla bağlanmıştır. Saman parçalayıcı ünite farklı devirlerde çalışılabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Traktöre bağlanan sap parçalayıcı: Biçerdöver hasadı sonrası tarlada bırakılan sapların parçalanarak tarla yüzeyine dağıtılması amacıyla traktöre bağlanarak kullanılan sap parçalayıcıya ait teknik özellikler Çizelge 3'de verilmiştir.

Balya makinası: Çalışmada kullanılan balya makinası 3. vites kademesindeki traktör ilerleme hızında ve 540 d d⁻¹ kuyruk mili devrinde çalıştırılmıştır (Şekil 1).

Anıza ekim makinası: Farklı makineler kullanılarak oluşturulan her bir anız yönetim sistemi için tarlada oluşan farklı anız miktarına sahip olan alanlara doğrudan anıza mercimek ekiminde kullanılan doğrudan ekim makinası Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmanın kullanılan biçerdöver ve biçerdöverle ait bazı özellikler

Teknik özellik adı	Biçerdöverle ait özellik
Motor gücü (Kw)	152
Sarsak sayısı (Adet)	5
Batör çapı ve genişliği (m)	0.606/1.300
Kontrbatör sarma açısı (Der.)	111
1.Kontrbatör alanı (m ²)	0.79
Batör devri (d d ⁻¹)	430/1070
Sarsak alanı (m ²)	5
Elek alanı (m ²)	4.13
Depo kapasitesi (litre)	5200
Depo boşaltma hızı (L s ⁻¹)	72
Ağırlık (kg)	8520
İş genişliği (m)	4.300



Çizelge 2. Biçerdöverle monte edilen sap parçalayıcı ve parçalayıcıya ait teknik özellikler

Teknik özellik	Sap parçalayıcıya ait özellik
Biçerdöver motor devri (1 min ⁻¹)	2100
Birinci rotor (sap kıyıcı) devri (1 min ⁻¹)	1875
İkinci rotor (sap kıyıcı) devri(1 min ⁻¹)	2025
Fan devri (1 min ⁻¹)	4600
Helezonlu karıştırıcı devri (1 min ⁻¹)	1690
Gresorluk sayısı (adet)	14



Çizelge 3. Traktöre bağlanan sap parçalayıcı ve parçalayıcıya ait teknik özellikler

Teknik özellikler	Değerler
Toplam uzunluk (m)	3.650
Toplam genişlik (m)	2.600
Toplam yükseklik (m)	2.600
Toplam ağırlık (kg)	1620
İş genişliği (m)	1.700
Batör genişliği (m)	1.200
Optimal ilerleme hızı (km saat ⁻¹)	2.5
İş verimi (ton saat ⁻¹)	2
Gereken traktör gücü (Kw)	36



Şekil 1. Çalışmada kullanılan balya makinası



Şekil 2. Çalışmada kullanılan anıza ekim makinası

2.2. Yöntem

Bu çalışma 2012 yılında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede ana parselleri 2 farklı anız biçme yüksekliği (A_1 : Anız yüksekliği: 10 ± 3 cm, alçak biçim ve A_2 : Anız yüksekliği: 20 ± 3 cm, yüksek biçim) oluştururken, alt parselleri ise 5 farklı anız yönetim sistemleri (AY_1 : Biçerdöverle monte edilmiş sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın biçerdöver tarafından çekilen tarım arabası ile tarladan uzaklaştırılması; AY_2 : Biçerdöverle monte edilen sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın tarla yüzeyine dağıtılması; AY_3 : Biçerdöver hasadı sonrası tarla yüzeyindeki anızın, traktöre bağlanan sap parçalayıcı ile saman yapılarak tarla yüzeyine dağıtılması; AY_4 : Biçerdöver hasadı sonrası anızın tarla yüzeyinde bırakılması ve AY_5 : Biçerdöver hasadı sonrası tarla yüzeyindeki anızın, traktöre bağlanan balya makinası ile balya yapılarak toplanması ve tarladan uzaklaştırılması) oluşturmuştur.

Her bir parselin boyu 85 m olarak belirlenmiştir. Parsel eni ise biçerdöverin iş genişliği olarak alınmıştır. Her bir yöntemin yakıt tüketimi, iş

başarısı ve tarla yüzeyindeki anız miktarı parametresi belirlenmiştir. Ayrıca anız yönetim sistemlerinin mercimeğin çıkışı üzerine etkisini belirleyebilmek amacıyla, yapılan uygulamalardan sonra sonbaharda doğrudan ekim şeklinde mercimek bitkisi ekilerek, bu bitkide metrekarede bitki sayısı incelenmiştir.

Yakıt tüketimi ($L ha^{-1}$): Yakıt tüketimi ölçümleri, parsel başında yakıt deposunun tam olarak doldurulması ve parsel sonunda, motorunun durdurularak eksilen miktarın eklenmesi yöntemiyle yapılmıştır. Eksilen miktarın eklenmesi sırasında, yakıt deposu giriş boğazı üzerinde seçilen referans bölüme kadar hassas ölçüm kaplarıyla yakıt doldurulmuştur (Sessiz vd., 2008; Bayhan vd., 2017). Biçerdöverle hasat sonrası traktöre bağlanmış sap parçalayıcı ve balya makinasının kullanıldığı yöntemlerde, bu işlemler için traktör tarafından harcanan yakıt miktarı da dikkate alınarak toplam yakıt tüketimi belirlenmiştir.

İş başarısı ($ha h^{-1}$): Bir parselin hasadı esnasında geçen süre kronometre ile belirlenmiş ve iş başarısı $ha h^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Biçerdöverle hasat sonrası traktöre bağlanmış sap parçalayıcı ve balya

makinasının kullanıldığı yöntemlerde, bu işlemler için geçen süre de dikkate alınarak toplam süre belirlenmiştir (Bölükoğlu vd., 1987; Sessiz vd., 2008).

Tarla yüzeyindeki anız miktarı ($kg ha^{-1}$): Hasat sonrası her parselin dört farklı yerinde $0.25 m^2$ 'lik alana sahip 50×50 cm çerçeveler atılmış, çerçeve içerisindeki anız toplanarak, tartılmıştır. Daha sonra $kg ha^{-1}$ birimine çevrilmiştir. Ölçüm biçerdöverin hem namlu şeklinde anız bıraktığı anız üzerinden hem de namlu kenarından alınarak parseli temsil edecek şekilde yapılmıştır (Lopez vd., 2003; Sessiz vd., 2008).

Metrekarede bitki sayısı: Mercimek bitkisinde alınan bu gözlem, her parselde 4 farklı yere atılan $0.25 m^2$ 'lik çemberlerin içerisinde kalan bitkilerin sayısının m^2 'ye çevrilmesi ile bulunan değerdir (Yavuz, 2014).

Çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş olup, incelenen parametrelerin ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesi için LSD testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Denemeler için ekimi yapılan Sarıçanak-98 makarnalık buğday çeşidine ait hasat öncesi ölçülen bitki boyu, başak uzunluğu gibi bazı tarımsal özellikler Çizelge 4'de verilmiştir. Veriler tarlanın 10 farklı yerinde $0.25 m^2$ 'lik alana sahip (50×50 cm) çerçeve kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler biyolojik ve tane verimine dönüştürülmüştür.

3.1. Yakıt tüketimi

Yakıt tüketimi parametresine ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. AY_1 , AY_2 ve AY_4 uygulamalarında biçerdövere ait yakıt tüketimi, AY_3 uygulamasında biçerdöver + traktöre bağlanmış sap parçalayıcıya ait yakıt tüketimi, AY_5 uygulamasında ise biçerdöver + traktöre bağlanmış balya makinasına ait yakıt tüketimi değerleri verilmiştir. Yakıt tüketimi parametresine ait varyans analizi sonuçları

incelendiğinde, anız yönetim sistemleri arasındaki fark önemli, biçme yüksekliği ve anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksiyonunun önemsiz olduğu görülmektedir. En yüksek ortalama yakıt tüketim değerleri AY_1 'de ($29.41 L ha^{-1}$) elde edilirken, en düşük değerler AY_4 'de ($13.86 L ha^{-1}$) ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre, A_2 biçme yüksekliği A_1 biçme yüksekliğine göre daha az yakıt tüketildiğini bildiren Spokas ve Steponavicius (2010) ile zit sonuçlar bulunmuştur. Anız yönetim sistemleri açısından ise bu çalışmada Gürsoy vd. (2015) ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

3.2. İş başarısı

İş başarısı parametresine ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. AY_1 , AY_2 ve AY_4 uygulamalarında biçerdövere ait iş başarısı, AY_3 uygulamasında biçerdöver + traktöre bağlanmış sap parçalayıcıya ait iş başarısı, AY_5 uygulamasında ise biçerdöver + traktöre bağlanmış balya makinasına ait iş başarısı değerleri verilmiştir. Yöntemlerin iş başarısına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde, anız yönetim sistemleri, biçme yüksekliği ve anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksiyonunun önemli bulunduğu görülmektedir. Yüksek biçim olarak adlandırılan A_2 biçme yüksekliğinde, A_1 biçme yüksekliğine göre iş başarısı daha yüksek bulunmuştur. Anız yönetim sistemleri arasında en yüksek iş başarısı anızın tarlada bırakılarak başka herhangi bir işlemin yapılmadığı AY_4 'de $1.85 ha h^{-1}$ olarak elde edilmiştir. En düşük iş başarısı, biçerdöverle hasat sonrası traktöre bağlanmış sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın tarla yüzeyine dağıtıldığı uygulamada (AY_3) $0.83 ha h^{-1}$ ve anızın tarlada bırakılıp daha sonra balya yapıldığı uygulamada (AY_5) $0.89 ha h^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksiyonu incelendiğinde ise en yüksek iş başarısı A_2 uygulamasındaki AY_4 'de bulunmuştur. Dolayısıyla iş başarıları açısından bakıldığında üreticiler açısından en uygun atık yönetim sisteminin AY_4 olduğu belirlenmiştir. İş başarısı yönünden Gürsoy vd. (2015) ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 4. Hasat öncesi deneme alanındaki Sarıçanak-98 makarnalık buğday çeşidinin bazı tarımsal özellikler

Bitki boyu (cm)	Başak uzunluğu (cm)	Biyolojik verim ($kg ha^{-1}$)	Tane verimi ($kg ha^{-1}$)
87.4	6.3	13750	4832

Çizelge 5. Yakıt tüketimi parametresine ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Anız yönetim sistemleri	Anız yükseklikleri (cm)		Ortalama
	A ₁	A ₂	
AY ₁	29.41	29.41	29.41 A
AY ₂	19.11	19.60	19.35 B
AY ₃	19.50	18.03	18.76 B
AY ₄	13.72	14.01	13.86 C
AY ₅	18.72	17.15	17.93 B
Ortalama	20.09	19.64	
C.V. (%) 5.99; L.S.D. Biçme yüksekliği: Ö.D.; L.S.D. Anız yönetimi: 1.30**; L.S.D. İnteraksiyon: Ö.D.			
Ö.D. ve ** sırasıyla önemli değil ve %1 seviyesinde önemli			

Çizelge 6. İş başarısı parametresine ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Anız yönetim sistemleri	Anız yükseklikleri (cm)		Ortalama
	A ₁	A ₂	
AY ₁	1.18 d	1.46 c	1.32 B
AY ₂	1.22 d	1.43 c	1.33 B
AY ₃	0.81 e	0.86 e	0.83 C
AY ₄	1.76 b	1.95 a	1.85 A
AY ₅	0.87 e	0.91 e	0.89 C
Ortalama	1.17 B	1.32 A	
C.V. (%) 4.03; L.S.D. Biçme yüksekliği: 0.086*; L.S.D. Anız yönetimi: 0.063**; L.S.D. İnteraksiyon: 0.084**			
* ve ** sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli			

3.3. Tarla yüzeyinde kalan anız miktarı

Tarla yüzeyinde kalan anız miktarı parametresine ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Söz konusu anız yönetimi uygulamalarından sonra tarla yüzeyinde kalan anız miktarı parametresine ait varyans analizi incelendiğinde, anız yönetim sistemleri arasındaki fark önemli olurken, biçme yükseklikleri arasındaki farkın ve anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksyonunun önemsiz olduğu görülmektedir. En yüksek anız miktarının ise anızın tarlada bırakıldığı uygulamada (AY₄) 3716.43 kg ha⁻¹ olduğu görülmektedir. Doğal olarak anız tarladan uzaklaştırılmadığı için bu yöntemde en yüksek değer elde edilmiştir. Diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

3.4. Mercimekte metrekarede bitki sayısı

Farklı biçme yüksekliği ve anız yönetim sistemlerinden sonra tarlaya ekilen mercimek bitkisinde gözlenen metrekarede bitki sayısına ait ortalamalar ve çoklu karşılaştırma sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Görüldüğü gibi ekimden sonra çıkış sağlayan mercimek bitkisinde, biçme yüksekliği, anız yönetim sistemleri ve anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksyonunun her üçünün de metrekaredeki bitki sayısı üzerine etkisi önemli olmuştur. Alçak biçimde (A₁) metrekarede bitki sayısı, yüksek

biçime oranla (A₂) daha yüksek bulunmuştur. Farklı hasat yöntemleri açısından, yöntemler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu görülmektedir. En yüksek metrekarede bitki sayısı, biçerdövere monte edilen sap parçalayıcı ile anızın parçalanarak tarla yüzeyine dağıtıldığı uygulamada (AY₂) 203.99 ve biçerdövere monte edilen sap parçalayıcı ile anızın parçalanarak saman yapılıp tarladan uzaklaştırıldığı uygulamada (AY₁) 213.77 olarak ölçülmüştür. En düşük metrekarede bitki sayısı ise biçerdöverle hasat sonrası traktöre bağlanan sap parçalayıcı ile sapların parçalanarak tarlaya dağıtıldığı uygulamada (AY₃) 132.44 olarak ölçülmüştür. Bu sistemde, anızın tarla yüzeyine uygun bir dağılım sağlamadığı ve etkin bir saman yapılamadığı gözlemlenmiştir. Anız yönetim sistemi x biçme yüksekliği interaksyonunda ise en yüksek metrekarede bitki sayısı değeri A₁ x AY₁ ve A₁ x AY₂ uygulamalarında bulunmuştur. Kınacı ve Kınacı (2016) tarafından özellikle sulu koşullarda, arka arkaya serin iklim tahılı ekilen yerlerde, biçim sonrası anızın yüksek kaldığı, bu anızla sürülen topraklarda tohum yatağında kalan anızın ekim, çimlenme ve çıkışlarda zorluklar ve eksiklikler oluşturduğu, bunun da verimi azalttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, alçak biçimde çıkışın yüksek biçime göre daha iyi olması, bu görüşü destekler niteliktedir. Bu nedenle, eğer buğday hasadı sonrası çiftçiler doğrudan ekim ile mercimek ekimi yapacaklar ise alçak biçme yapmaları tavsiye edilebilir.

Çizelge 7. Tarla yüzeyinde kalan anız miktarına ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Anız yönetim sistemleri	Anız yükseklikleri (cm)		Ortalama
	A ₁	A ₂	
AY ₁	1180.00	3168.33	2174.17 B
AY ₂	2230.33	3145.00	2687.67 B
AY ₃	2294.00	2083.66	2188.83 B
AY ₄	3295.30	4137.57	3716.43 A
AY ₅	2711.00	2583.33	2647.17 B
Ortalama	2342.13	3023.58	
C.V. (%) 30.47; L.S.D. Biçme yüksekliği: Ö.D.; L.S.D. Anız yönetimi: 996.08*; L.S.D. İnteraksiyon: Ö.D. Ö.D. ve * sırasıyla önemli değil ve %5 seviyesinde önemli			

Çizelge 8. Metrekarede bitki sayısına ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Anız yönetim sistemleri	Anız yükseklikleri (cm)		Ortalama
	A ₁	A ₂	
AY ₁	220.88 a	206.66 ab	213.77 A
AY ₂	216.88 a	191.11 bc	203.99 A
AY ₃	159.99 d	104.88 e	132.44 C
AY ₄	167.10 cd	172.88 cd	169.99 B
AY ₅	174.21 cd	177.33 cd	175.77 B
Ortalama	187.81 A	170.57 B	
C.V. (%) 30.47; L.S.D. Biçme yüksekliği: 10.23**; L.S.D. Anız yönetimi: 17.72**; L.S.D. İnteraksiyon: 25.06** **, %5 seviyesinde önemli			

4. Sonuç

Yapılan bu çalışma sonucunda alçak biçme ve yüksek biçme uygulamaları ile farklı anız yönetim sistemlerinin yakıt tüketimi ve iş başarısı ve tarlada kalan anız miktarı üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Ayrıca, her bir anız yönetim sistemi için mercimeğin doğrudan anıza ekimi ve bitki çıkışları incelenmiştir. Yakıt tüketimi ve tarlada kalan anız miktarı açısından alçak biçme yüksekliği (A₁) ve yüksek biçme yüksekliği (A₂) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yakıt tüketiminin biçme yüksekliğinden ziyade, atık yönetim sistemi ile daha çok değiştiği görülmüştür. Alçak biçmenin her ne kadar iş başarısını düşürse bile kendinden sonra ekilecek olan mercimek bitkisi için daha iyi bir çıkış ortamı sağladığı görülmüştür. Çünkü alçak biçmede, yüksek biçmeye göre hasat sonrası doğrudan ekilen mercimek bitkisinde metrekarede bitki sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle, eğer buğday hasadı sonrası çiftçiler doğrudan ekim ile mercimek ekimi yapacaklar ise alçak biçme yapıları tavsiye edilebilir. Farklı hasat yöntemlerinde, biçerdöverle hasat yapılarak anızın tarlada bırakıldığı uygulamada (AY₄) yakıt tüketiminin daha düşük, iş başarısının daha yüksek ve tarlada kalan anız miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Biçerdöverle monte edilen sap parçalayıcı ile saman yapılarak samanın tarım arabasıyla tarladan uzaklaştırıldığı yöntemde yakıt tüketiminin en

yüksek olduğu görülmüştür. Ancak bu yöntem hem kendinden sonra ekilen mercimek için uygun bir ortam sağlamakta hem de özellikle hayvancılık yapılan bölgeler için elde edilen saman ayrı bir önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen GAPUTAEM-TAGEM-P01 yayın numaralı "Buğday Hasadı Sonrası Anız Yönetim Sistemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden İncelenmesi" adlı proje kapsamında yürütülmüştür. Ayrıca Uludağ Biçerdöver firması bu çalışma için biçerdöver temin ederek projeye katkı sağlamıştır. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Aykas, E., Yalçın, H., & Çakır E. (2010). Koruyucu toprak işlemede yöntemler, örtü bitkisi ve ekim nöbetinin önemi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6(4):247-252.
- Bayhan, Y., Kayışoğlu, B., Gönüloğlu, E., Yalçın, H., & Sungur, N. (2006). Possibilities of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil and Tillage Research*, 88(1-2):1-7.
- Bayhan, Y., Güzel, E., Özlüoymak, Ö.B., İnce, A., & Sessiz, A. (2017). Different tillage possibilities for second crop in green bean farming. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 11(8):564-567.
- Bölükoğlu, H., Girgin, İ., & Bolu, A. (1987). Tarımsal mekanizasyon veri tabanı yardımıyla parsel özelliklerine bağlı makina iş başarılarındaki değişimin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6:165-174.

- Douglas, C.L., Rasmussen, P.E., & Allmaras, R.R. (1989). Cutting height, yield, level and equipment modification effects on residue distribution by combines, *Transactions of the ASAE*, 32(4):1258-1262.
- Gahramanian, G., Ertuğrul, Ö., & Sedagat, N. (2010). Toprak işleme yöntemleri ile anız yönetiminin toprak fiziksel özelliklerine ve şeker pancarı verimine etkisi. 26. *Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*, s:213-219.
- Gürsoy, S. (2012). Diyarbakır ilinde uygulanan buğday anızı ve sapı yönetim sistemlerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(3):173-179.
- Gürsoy, S., Kolay, B., Avşar, Ö., & Sessiz, A. (2015). Evaluation of wheat stubble management practices in terms of the fuel consumption and field capacity. *Research in Agricultural Engineering*, 61(3):116-121.
- Kehayov, D., Vezirov, Ch., & Atanasov, At. (2004). Some technical aspects of cut height in wheat harvest. *Agronomy Research*, 2(2):181-186.
- Kılıç, Ş., Doğan, K., & Görücü Keskin, S. (2013). Yanlış arazi kullanımı ve anız yakma sorununa çözüm önerileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Koçarlı Meslek Yüksekokulu Tralleis Elektronik Dergisi*, 1(1):36-44.
- Kınacı, E., & Kınacı, G. (2016). Orta Anadolu'da kışlık tahıl tarımı. Eskişehir Ticaret Borsası Yayını, 172 s., Eskişehir.
- Lopez, M.V., Moret, D., Gracia, R., & Arrue, J.L. (2003). Tillage effects on barley residue cover during follow in semiarid Aragon. *Soil Tillage Research*, 72(1):53-64.
- Schillinger, W.F., Smith, T.A., & Schafer, H.L. (2008). Chaff and straw spreader for a plot combine. *Agronomy Journal*, 100(2):398-399.
- Sessiz, A., Söğüt, T., Alp, A., & Esgici, R. (2008). Tillage effects on sunflower (*Helianthus annuus*, L.) emergence, yield, quality, and fuel consumption in double cropping system. *Journal of Central European Agriculture*, 9(4):697-709.
- Sessiz, A., Alp, A., & Gürsoy, S. (2010). Conservation and conventional tillage methods on selected soil physical properties and corn (*Zea mays* L.) yield and quality under cropping system in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(5):597-608.
- Sessiz, A., (2010). Doğrudan ekim yönteminin ekonomik ve çevresel etkileri ile GAP Bölgesindeki Uygulamaları. 26. *Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi*, Hatay, s: 228-234.
- Smith, J.A. (1986). G86-782 distribution of crop residue a requirement for conservation tillage. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension. 721. 7s. Nebraska-Lincoln.
- Spokas, L., & Steponavicius, D. (2010). Impact of wheat stubble height on combine technological parameters. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2):464-468.
- Yalçın, H., Çakır, E., Aykas, E., Önal, İ., Gülsoylu, E., Okur, B., Delibacak, S., Ongun, A.R., Nemli, Y., & Türkseven, S. (2008). Reduced tillage and direct seeding applications on second crop maize and sunflower. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 4(2):157-164.
- Yavuz, H. (2014). Aydın ekolojik koşullarında farklı ekim sıklığının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde petiol özsuyu nitrat azotu ile bitki ve toprak azot değerleri arasındaki ilişkiler

Cevdet Fehmi ÖZKAN¹ Elif Işıl DEMİRTAŞ¹ Filiz ÖKTÜREN ASRI¹ Nuri ARI¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: cfozkan@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9974-3565

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2018/35(2):209-215
doi: 10.16882/derim.2018.411731

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 02.04.2018
Kabul Tarihi/Accepted:25.09.2018



Öz

Ülkemiz örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde hıyar üretimi domatesten sonra ikinci sırada yer almaktadır. Gübreleme her türlü bitkisel üretimde olduğu gibi hıyar yetiştiriciliğinde de verim ve kalite üzerine önemli düzeyde etkilidir. Bitkinin beslenme durumunun hızlı bir şekilde belirlenip gerekli önlemlerin alınması, özellikle serada yapılan üretim faaliyetinde önemlidir. Hızlı ve kolay bir metot olarak petiol özsuyu NO₃-N'u miktarının belirlenerek bitkinin azotla beslenme durumunun tespitinde kullanımı son yıllarda ilgi görmektedir. Bu araştırma serada yetiştirilen hıyarın azotla beslenme durumunun tespitinde kullanılmak üzere petiol özsuyu NO₃-N'u içeriği ile toprak ve bitkinin farklı azot bileşikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemede, bitki (petiol özsuyu, yaprak) ve toprak örnekleri ilk çiçeklenme ve hasat dönemi olmak üzere iki farklı dönemde alınmıştır. Petiol özsuyu örneklerinde NO₃-N miktarını belirlemek için iki farklı hızlı test tekniği; seçici iyon metre ve test şeritleri kullanılmıştır. Ayrıca standart metotlarla yaprak örneklerinde NO₃-N'u ve toplam azot, toprak örneklerinde ise organik madde, NO₃-N'u ve toplam N değerleri belirlenmiştir. Her iki örnek alma döneminde elde edilen değerler birlikte incelendiğinde; seçici iyon metreyle ölçülen petiol özsuyu NO₃-N'u ile yaprağın toplam N ve NO₃-N'u içeriği yanında toprak NO₃-N'u arasında önemli düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Petiol özsuyunda test şeritleri ile belirlenen NO₃-N'u ile sadece toprak NO₃-N'u arasındaki önemli ilişki her iki dönemde ortaya çıkmıştır. Seçici iyon metreyle ölçülen petiol özsuyu nitrat konsantrasyonu ile yaprak toplam azotu arasındaki ilişkinin her iki dönemde de önemli düzeyde gerçekleşmesi, bitkinin N ile beslenme durumunun belirlenmesinde hızlı test tekniklerinin hıyar yetiştirilen sera koşullarında kullanılabileceğinin göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hıyar; Petiol özsuyu analizi; Nitrat; Seçici iyon metre; Test şeritleri

Relationships between petiol sap nitrate with nitrogen content of soil and plant in protected cucumber cultivation

Abstract

Cucumber production in Turkey is second place after tomato in protected vegetable cultivation. Fertilization is important to increase yield and quality of cucumber. To determine the plant nutritional status by quick test techniques and to make the necessary adjustments in fertilization program immediately, is important. To determine the nutritional status of the plant N, the determination of the amount of petiole sap NO₃-N as a quick and easy method, has become widespread in recent years. This research was carried out to determine the relationship between the petiole sap NO₃-N content and the N compounds of soil and leaf for indicating N status of cucumber. Plant (petiole, leaf) and soil samples were taken at first blossom and harvest periods. Ion meters and test strips were used to determine the amount of NO₃-N in petiole extract. Total N and NO₃-N in leaves and organic matter, NO₃-N and total N values in soil were determined. It was found that there were significant correlations between NO₃-N determined by selective ion meter in petiole extract with total N and NO₃-N content of leaf and soil NO₃-N in two sampling periods. The important relationship between NO₃-N determined by test strips of petiole sap and soil NO₃-N was observed in both sampling periods. Since the relationship between the petiole sap nitrate content measured with selective ion meter and the leaf total N is very significant in both periods, it can be considered as an indication of rapid test technique which can be used to determine the N content of the plant in the protected cucumber cultivation.

Keywords: Cucumber; Petiole sap analysis; Nitrate; Selective ionmeter; Test strips

1. Giriş

Ülkemizde, 1940'lı yıllarda Akdeniz sahil şeridinde başlayan örtüaltı ürün yetiştiriciliği,

ekonomiye katkı sağlayan önemli bir tarımsal üretim koludur. Türkiye toplam örtüaltı alanının 2017 yılında 737 177 da'a ulaştığı, 305 310 da

ile Antalya'nın en ön sırada yer aldığı gözlenmektedir. Hıyar üretimi domatesten sonra ikinci sırada yer almaktadır (TUİK, 2018).

Bitki yetiştiriciliğinde en uygun gübreleme, bitki ve toprak analizlerine dayanarak yapılabilir. Özellikle damla sulama ile bitki besin elementlerinin uygulandığı serada sebze yetiştiriciliğinde, bitki gelişimi hızlıdır ve gübrelemenin etkisi kısa sürede ortaya çıkar. Bu yüzden bitkinin beslenme durumunun hızlı tekniklerle belirlenmesi; bitki gelişiminde ortaya çıkabilecek olumsuzlukların önlenmesinde oldukça etkili bir yöntemdir (Hochmuth, 2009; Folegatti vd., 2005).

Bitki yetiştirme dönemi içerisinde bitki analizleri, toprak analizlerine tercih edilmektedir. Çünkü bitkide görülebilen ve görülemeyen beslenme ile ilgili sorunların ortaya çıkarılması ve çözümünde bitki testlerinin daha etkili olduğu bildirilmiştir (Hochmuth, 2009). Laboratuvar standart metodlarla yapılan bitki analizlerinde örneklerin alınması, laboratuvara gönderilmesi, analize hazırlanması, analizlerin yapılması ve sonuçların gönderilmesi birkaç gün ile bir hafta arasında değişen bir süreçte gerçekleşir ve maliyeti yüksektir. Hızlı test tekniklerinde ise seradan ayrılmadan bitkinin beslenme durumu hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Böylece gübreleme programı ile ilgili hızlı bir şekilde karar verilip, düzenleme yapılarak, ürünün verim ve kalitesi ile ilgili ekonomik kayıplara engel olunabilir. Bu amaçla bitkinin beslenme durumunun izlenmesinde, ekonomik olarak kısa sürede sonuç alınabilen petiol öz suyu analizleri geliştirilmiştir. Hollanda, Fransa, İngiltere ve ABD de özellikle topraksız kültür sisteminde yetiştiricilik yapan üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Smith,1987; Brust, 2010). Folegatti vd. (2005) hızlı test teknikleri ve standart yöntemlerle yapılan nitrat analizinin maliyetini karşılaştırmışlar ve 2000 örnek için seçici iyon metre (Cardy ion meter (CIM)) ile 1220 USD, standart laboratuvar analiz metodu ile 8000 USD harcama yapıldığını, bu nedenle seçici iyon metre kullanımının daha ekonomik olduğunu bildirmişlerdir.

Hızlı test tekniklerinde genellikle iyon seçici elektrotlar, test şeritleri ve yapraktaki klorofil tarafından absorbe edilen ışığın ölçümüne dayalı ekipmanlar kullanılır. Seçici iyon metrelerle sonuçlar doğrudan alınırken, test

şeritlerinde meydana gelen renk değişimleri dikkate alınmaktadır (Biermann vd.,1996).

Petiol özsuyunda besin elementi ölçümleri daha çok N ve K'un belirlenmesinde kullanılır. Petiol özsuyu nitrat analizi ile ksilem ve floem ile vakuol, sitosol ve apoplast özsuyundaki nitrat azotu ölçülerek, bitkinin azotla beslenme durumu doğrudan belirlenebilmektedir (Fukuda vd., 1999). Birçok bitki türünde petiol özsuyunda bulunması gerekli özellikle NO₃-N'u ve K miktarı ile ilgili standart yeterlilik değerleri belirlenmiştir. Petiol öz suyunda; Florida Üniversitesi hıyar, brokoli, patlıcan, kavun, biber, patates, kabak, çilek, domates, karpuz için nitrat ve potasyum (Hochmuth, 2009); Monterey County Water Resources Agency brokoli, brüksel lahanası, kabak, karnabahar, kereviz, marul, ıspanak ve soğan için NO₃-N'una (Anonim,1999) ait standart değerleri bildirmişlerdir. Bu değerler bitkinin gelişme dönemlerine göre farklılık göstermektedir.

Hidrofonik ortamda yetiştirilen domatesin petiol öz suyundaki besin elementi konsantrasyonu üzerine, örnekleme zamanı ve yaprak pozisyonunun etkisinin incelendiği bir çalışmada, yaprağın bitkide bulunduğu yere göre besin elementi içeriğinin farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ancak petiol özsuyu besin elementi içeriğinin günün farklı zamanlarında minimum düzeyde değiştiği bildirilmiştir (He vd., 1998). Petiol öz suyunda ve bitki kuru maddesinde belirlenen bitki besin elementi değerleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda araştırma yapılmıştır. Hartz vd. (1993), petiol öz suyunda belirlenen NO₃-N'u konsantrasyonu ile yaprak kuru maddesindeki NO₃-N'u arasında brokoli (r²=0.84), marul (r²=0.77), kereviz (r²=0.88), biber (r²=0.89), domates (r²=0.83) ve karpuzda (r²=0.89) yüksek oranda korelasyon bulunduğunu belirlemişlerdir. Özellikle petiol özsuyundaki nitratın belirlenerek, bitkinin azotla beslenme durumunun izlenebileceğini bildirmişlerdir.

Scaife ve Stevens (1983), test çubukları ve spesifik iyon elektrotlarını kullanarak sebzelerin petiol özsuyundaki nitrat azotunu ölçmüşler ve sonuçların farklı türlere ve yaprağın bitkide bulunduğu yere göre değiştiğini saptamışlardır. Örnekler saat 06-20 saatleri arasında alınmış ve örnekleme zamanının sonuçları etkilemediği belirlenmiştir. Test çubuklarının, petiolde NO₃-N'u miktarı yeterli ve yüksek düzeyde iken

kabul edilebilir değerler verdiğini, ancak düşük konsantrasyonlarda kullanımının uygun olmadığı saptanmıştır. Sonuçta petiol özsuğu NO₃-N'u içeriğinin bitkinin azotla beslenme durumunu belirlemede hassas bir ölçü olarak kullanılabilceği kanısına varılmıştır. Wira vd. (2013) domatese farklı dozlarda azot uygulamışlar ve bitkinin farklı gelişim dönemlerinde petiol, yaprak ayası ve yan sürgünlerin öz suyunda iyon metre ile NO₃-N'u ölçümleri yapmışlardır. Özellikle yüksek N dozlarında petiol özsuğu değerlerinde uygulamalara göre farklılık ortaya çıkarken, yaprak ve sürgünlerde belirgin bir değişiklik elde edilemediğini bildirmişlerdir. Patatesin petiol özsuğu ve petiol kuru maddesinde belirlenen NO₃-N'u değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan bir başka çalışmada; petiol öz suyundaki değerler iki farklı taşınabilir (Hach ve Cardy) iyon metre ile saptanmış ve laboratuarda standart metotla ölçülen değerler ile karşılaştırılmıştır. Petiol kuru maddesinde ve petiol öz suyunda; iyon metreler ve standart metotlarla ölçülen nitrat azotu değerleri arasında güçlü lineer ilişkiler belirlenmiştir. Sonuçta patates için farklı gelişme dönemlerine göre petiol öz suyunda bulunması gerekli standart nitrat miktarları da tespit edilmiştir (Errebhi ve Birong,1998).

Bu çalışma ile örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde, petiol öz suyunda hızlı test teknikleri ile ölçülen NO₃-N'u değerleri ile laboratuvarında standart metodlarla elde edilen toprak ve bitki N değerleri arasındaki ilişkiler saptanarak, bitkinin N ile beslenme durumunu, sera içerisinde hızlı test teknikleri ile doğru bir şekilde belirleme olanaklarını araştırmak amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Antalya Bölgesinde hıyar yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Gazipaşa ve Alanya ilçelerinde, ilkbahar döneminde hıyar yetiştirilen seralardan alınan toprak ve bitki (yaprak ve petiol) örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Örnekler 2011-2012 üretim sezonunda 27 adet seradan alınmıştır.

Hızlı test tekniklerini uygulamak için seçici iyon metre ve test şeritleri kullanılmıştır. Seçici iyon metre olarak Cardy nitrat metre (Spectrum Technologies, Inc.), test şeritleri olarak ise Quant nitrat (Merck) test şeritleri kullanılmıştır.

Toprak ve bitki (yaprak ve petiol özsuğu) örnekleri Hochmuth (1994) tarafından hıyar için petiol öz suyunda nitrat azotu sınır değerlerinin bildirildiği gelişme dönemlerinde ilk çiçeklenme ve hasat ortası olmak üzere iki dönemde alınmıştır. Her seradan 40 adet gelişimini tamamlamış en genç olgun yaprak örnek olarak seçilmiştir. Örnekleme 09-16 saatleri arasında yapılmasına dikkat edilmiştir. Petioller sera içerisinde yaprak ayasından ayrılmış ve buz kutusunda saklanarak aynı gün analiz edilmiştir. Hızlı teknikler ile NO₃-N'unun belirlenmesi için sarımsak sıkacağı kullanılarak petiollerin öz suyu çıkarılıp seçici iyon metre ve test şeritleri ile ölçümleri yapılmıştır (Hochmuth, 2009). Petiol özsuğu örneklerinde NO₃-N'u ölçümleri; iyonmetre ile doğrudan, test şeritleri ile ise 1/10 oranında seyreltilerek yapılmıştır. Yaprak örneklerinde toplam azot (N) modifiye Kjeldahl yöntemine göre (Kacar ve İnal, 2008), Nitrat Azotu (NO₃-N) ise saf su ile muamele edilen taze yaprak örneğinde salisilik asit yöntemi ile belirlenmiştir (Robarge vd., 1983). Toprak örneklerinde; organik madde modifiye Walkley-Black metodu (Black, 1965), toplam N Modifiye Kjeldahl metoduna (Kacar, 1995) göre analiz edilmiştir. Nitrat azotu (NO₃-N) ise KAl(SO₄)₂ ile ekstrakte edilen topraktaki nitratın, salisilat ile reaksiyonu sonucu oluşan sarı renkli bileşiğin 430nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülmesi esasına dayanarak belirlenmiştir (Scharpf ve Wehrmann, 1976).

İstatistiki değerlendirmeler yapılırken petiol öz suyunda belirlenen NO₃-N'u ile yaprak (toplam N ve NO₃-N'u) ve toprak (organik madde, toplam N ve NO₃-N'u) analiz sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen veriler arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi yapılarak incelenmiştir (Yurtsever,1984).

3. Bulgular ve Tartışma

Denemenin yürütüldüğü seralardan alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına ait minimum ve maksimum değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Sera topraklarının organik madde %2.53-7.79, toplam azot % 0.13-1.67 ve NO₃-N'u konsantrasyonunun 36.80-895.19 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü seralardan alınan bitki örneklerinin analiz sonuçlarına ait minimum ve maksimum değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin bazı analiz sonuçlarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

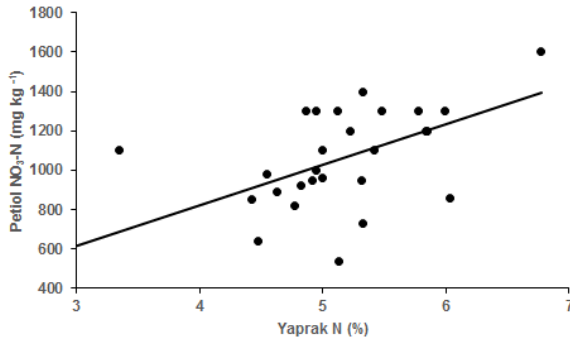
Dönemler	Değer	Organik madde (%)	Toplam N (%)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)
1	Minimum	2.53	0.24	36.80
	Maksimum	5.55	1.67	498.35
	Ortalama	3.84	0.62	256.48
	Standart sapma	0.88	0.39	120.05
2	Minimum	2.49	0.13	38.05
	Maksimum	7.79	0.44	895.19
	Ortalama	4.80	0.25	345.61
	Standart sapma	1.40	0.08	214.32

Çizelge 2. Bitki örneklerinin NO₃-N'u ve toplam N analiz sonuçlarına ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

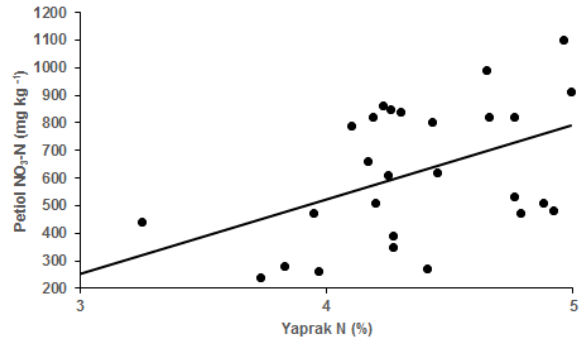
Dönemler	Değer	Petiol özsuyu		Yaprak	
		NO ₃ -N (İyon metre, mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (Test şeridi, mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	Toplam N (%)
1	Minimum	540.00	400.00	19.60	3.35
	Maksimum	1600.00	1100.00	82.60	6.77
	Ortalama	1066.00	661.00	38.58	5.16
	Standart sapma	248.49	200.72	15.24	0.65
2	Minimum	240.00	230.00	23.04	3.25
	Maksimum	1100.00	1100.00	239.84	4.99
	Ortalama	626.00	566.00	50.44	4.36
	Standart sapma	243.71	249.43	43.77	0.41

Çizelge 3. Petiol özsuyu ve yaprak örneklerinin NO₃-N'u ve toplam N değerleri arasındaki ilişkiler

Dönemler	Petiol özsuyu (y)	Yaprak (x)	Korelasyon katsayısı	Regresyon denklemleri
1	NO ₃ -N (İyon metre)	Toplam N	0.4488*	y= 186.1572 + 170.58184x
		NO ₃ -N	0.3978*	y= 816.11148 + 6.4845208x
2	NO ₃ -N (İyon metre)	Toplam N	0.4642*	y= -580.7379 + 276.46012x
		NO ₃ -N	0.4155*	y= 509.05233 + 2.3131149x
	NO ₃ -N (Test şeritleri)	NO ₃ -N	0.5405**	y= 410.21831 + 3.0795559x



a



b

Şekil 1. Petiol özsuyu nitrat ve yaprak azot içeriği arasındaki ilişkiler (a-1.dönem b-2.dönem)

Petiol özsuyu örneklerinin iyon metre ve test şeritleri ile belirlenen NO₃-N'u konsantrasyonunun sırasıyla 240-1600 mg kg⁻¹, 230-1100 mg kg⁻¹ arasında yer aldığı görülmektedir. Yaprak örneklerinin nitrat azotu 19.60-239.84 mg kg⁻¹, toplam azot değerleri ise %3.25-6.77 arasında değişmiştir. Hıyar seralarından ilk çiçek açma ve hasat dönemi olmak üzere 2 farklı zamanda alınan petiol özsuyu NO₃-N'u ile yaprak örneklerinin NO₃-N'u

ve toplam N değerleri arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 1). İyon metre ile ölçülen petiol özsuyu NO₃-N'u ile yaprak toplam N ve NO₃-N'u değerleri arasındaki ilişkinin her iki dönemde de önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ronchi vd. (2001), domateste petiol özsuyu NO₃-N'u ve yaprak azotu arasında benzer sonuçların alındığını bildirmişlerdir. Ancak Guimaraes vd. (1998)

örnek alınan yaprak ve toprak tipine göre farklı önem düzeyinde ilişkilerin gerçekleştiğinden söz etmişlerdir. Ayrıca petiol özsuyu ve yaprak NO₃-N'u içeriği arasında domates, biber, marul (Hartz vd.,1994) ve patateste (Zhang vd., 1996) yapılan çalışmalarda bulgularımızla uyumlu sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Test şeritleri ile ölçülen petiol özsuyu NO₃-N'u ile sadece yaprak NO₃-N'u arasında ikinci dönemde önemli düzeyde ilişki gerçekleşmiştir. Denemede test şeritleri ile toplam N arasında ilişki belirlenemezken, hıyarda yapılan bir çalışmada anılan ilişkinin önemli olduğu bildirilmiştir (Kim ve Kim, 2003). Söz konusu iki parametre arasında farklı ilişkilerin belirlenmesi, ölçümde kullanılan test şeritlerindeki renk değişiminin renk skalası ile karşılaştırılması sırasında elde edilen sayısal değerlerin kişiye göre farklı algılanmasından kaynaklanıyor olabilir (Biermann vd., 1996). Bitkinin azotla beslenme durumunun belirlenmesinde standart olarak yaprak toplam azot içeriği kullanılmaktadır. Farklı bitkiler için yaprak örneklerinde kuru maddede bulunması gerekli yeterli azot değerleri bildirilmiştir (Jones vd., 2001; Hochmuth vd., 2004). Petiol özsuyunda iyonmetreyle belirlenen NO₃-N'u ile yaprak toplam azotu arasındaki ilişkinin her iki örnekleme döneminde de önemli düzeyde gerçekleşmesi, iyon metre ile NO₃-N'u belirlenerek bitkinin beslenme durumunun değerlendirilebileceği düşüncesini güçlendirmektedir. Nitekim özellikle iyonmetre ile bitki özsuyu ve toprak çözeltisi nitrat azotu ölçümlerinde, standart metodlara benzer değerlerin alındığı, sonuçların örnek alımından kısa bir süre sonra hızlı bir şekilde elde edilebildiği ve düşük maliyetlerle ölçümlerin yapılabildiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Folegatti vd., 2005). Ayrıca bu konuda Hochmuth (1994) hıyar bitkisinin petiol

özsuyunda bulunması gerekli NO₃-N'una yönelik sınır değerleri bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen regresyon denklemleri kullanılarak denemenin yürütüldüğü koşullara uygun petiol özsuyu sınır değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır (Çizelge 4). Bağımlı değişken olarak petiol öz suyunda iyon metre ile belirlenen NO₃-N'u, bağımsız değişken olarak Hochmuth (1994) tarafından farklı dönemlere göre verilen toplam yaprak azotu sınır değerleri kullanılmıştır. İlk çiçek açma dönemine ait verilerle elde edilen regresyon denklemi kullanılarak hesaplanan petiol özsuyu yeterlilik sınır değerleri Hochmuth (1994) tarafından bildirilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Ancak hasat dönemi için hesaplanan sınır değerleri daha düşük bulunmuştur. Hesaplanan sınır değerleri Çizelge 2'de verilen minimum ve maksimum değerler arasında geçerlidir.

Seralardan alınan petiol örneklerinin NO₃-N'u ile toprak örneklerinin organik madde, NO₃-N'u ve toplam N konsantrasyonları arasındaki ilişkiler incelenmiş ve Çizelge 5'de verilmiştir. Petiol özsuyunda her iki hızlı test tekniği ile belirlenen NO₃-N'u ile toprak NO₃-N'u arasındaki önemli ilişkiye iki örnek alma döneminde de rastlanmıştır. Domateste yapılan bir çalışmada besin solüsyonunda NO₃-N'u arttıkça petiol özsuyu NO₃-N'u miktarının arttığı belirlenmiştir (Fontes ve Ronchi, 2002). Ayrıca toprak örneklerinin organik madde, NO₃-N'u ve toplam N konsantrasyonları ile yaprak örneklerinin NO₃-N'u ve toplam N değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Çizelge 6). Toprak toplam N içeriği ile organik madde arasındaki önemli ilişki her iki dönemde de ortaya çıkmıştır. İkinci dönemde özellikle yaprak NO₃-N'u içeriği ile yaprak toplam N'u, toprağın nitrat ve toplam N konsantrasyonları arasındaki önemli ilişki dikkat çekici bulunmuştur.

Çizelge 4. Petiol özsuyu nitrat azotuna ait hesaplanan sınır değerleri

Dönemler	Regresyon denklemi	Yaprak % N Hochmuth (1994) (x)	Petiol özsuyu (NO ₃ -N mg L ⁻¹)	
			Hesaplanan değer (y)	Hochmuth (1994)
1	y = 186.1572 + 170.58184x	4.0-5.0	870-1041	800-1000
2	y = -580.7379 + 276.46012x	2.5-3.5	109-386	400-600

Çizelge 5. Petiol özsuyu ve toprak örneklerinin azot konsantrasyonları arasındaki ilişkiler

Dönem	Petiol özsuyu (y)	Toprak (x)	Korelasyon katsayısı	Regresyon denklemleri
1	NO ₃ -N (İyonmetre)	NO ₃ -N	0.5009**	y=800.37984+1.0367993x
	NO ₃ -N (Test şeritleri)	Organik madde	0.5647**	y=419.30306+0.9442455x
2	NO ₃ -N (İyonmetre)	NO ₃ -N	0.4341*	y=455.09832+0.4936717x
	NO ₃ -N (Test şeritleri)	Toplam N	0.3804*	y=412.51798+0.4427518x
			0.4229*	y=237.0169 + 1310.3315x

Çizelge 6. Yaprak ve toprak örneklerinin incelenen bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

Dönemler	y	x	Korelasyon katsayısı	Regresyon denklemleri
1	Toprak N	Organik madde	0.4350*	$y = -0.10697 + 0.1906031x$
	Yaprak N	Yaprak NO ₃ -N	0.3771*	$y = 4.1861306 + 0.0035253x$
2	Toprak NO ₃ -N	Toprak N	0.5200**	$y = -1.439865 + 1384.229x$
		Organik madde	0.4292*	$y = 31.070504 + 65.520776x$
	Toprak N	Organik madde	0.4699*	$y = 0.1213639 + 0.0269449x$
		Toprak NO ₃ -N	0.5310**	$y = 12.949901 + 0.1084619x$
Yaprak NO ₃ -N	Toprak NO ₃ -N	0.5409**	$y = -23.30122 + 294.10458x$	

4. Sonuç

Hıyar yetiştirilen seralardan alınan bitki örneklerinin hızlı test yöntemleriyle petiol özsuyunda belirlenen nitrat değerleri ile standart metotlarla belirlenen yaprak (toplam N, NO₃-N) ve toprak (toplam N, NO₃-N, organik madde) analiz sonuçları arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiştir. Petiol özsuyunda belirlenen NO₃-N'ü ile yaprağın toplam N, nitrat içeriği ve toprak nitrat değerleri arasında önemli düzeyde ilişki elde edilmiştir. Özellikle iyon metre ile ölçülen NO₃-N'ü ile yaprak toplam N'ü arasındaki ilişkinin önemli olması, söz konusu hızlı test tekniğinin bitkinin azotla beslenme durumunun belirlenmesinde kullanılabileceğinin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Anılan ilişkiden elde edilen regresyon denklemlerinden yararlanarak denemenin yürütüldüğü koşullara uygun petiol özsuyu NO₃-N'ü yeterlilik sınır değerleri hesaplanmış ve literatürde bildirilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Belirlenen sınır değerlerinin örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde farklı düzeylerde azot uygulaması ile verim değerleri de dikkate alınarak geçerliliğinin test edilmesi yararlı olabilir.

Teşekkür

Bu çalışma TAGEM desteğiyle yürütülen "Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde hızlı analiz teknikleri ile bitkinin azot ve potasyumla beslenme durumunun belirlenmesi" başlıklı projeden elde edilen verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

Anonim, (1999). On-farm nitrogen determination in plant sap, soil, and water. Monterey County Water Resources Agency. Santa Clara Valley Water District. https://www.pvwater.org/images/Conservation/assets/FactSheet%205-%20farm_nitrogen_determination.pdf. Erişim:20 Mart 2018.

Bierman, P., Wall T., & Fuhrmann, L. (1996). Quick-tests to monitor plant N and K status and manage fertilizer applications. OSU Piketon Research & Extension Center, Piketon OH 45661.

Black, C.A., Evans, D.D., & Dinauer, R.C. (1965). Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy. Madison, USA,1372-1376.

Brust, G.E. (2008). Using nitrate-N petiole sap-testing for better nitrogen management in vegetable crops. https://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/_docs/articles/PlantPetioleNitrateSapTesting.update_0.pdf. Erişim: 20 Mart 2018.

Errebhi, M., & Birong, D.E. (1998). Calibration of a petiole sap nitrate test for irrigated 'russet Burbank' potato. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29(1 & 2):23-35.

Folegatti, M.V., Blanco F.F., Boaretto, R.M., & Boaretto, A.E. (2005). Calibration of cardy-ion meters to measure nutrient concentrations in soil solution and plant sap. *Scientia Agricola*, 62(1):8-11.

Fontes, P.C.R., & Ronchi, C.P. (2002). Critical values of nitrogen indices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 37(10):1421-1429

Fukuda, N., Miyagi, M., Suzuki, Y., Ikeda, H., & Takayanagi, K.(1999). Effects of supplemental night lighting and NO₃ exclusion on the growth and NO₃ concentration in the leaf sap of greenhouse-grown spinach under NFT. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, 68(1):146-151.

Guimaraes, T.G., Fontes, P.C.R., Pereira, P.R.G., Alvarez, V., & Monnerat, P.H. (1998). Determination of nitrogen on tomato sap using a portable meter. *Horticultura brasileira*, 16(2):144-151.

Hartz, T.K., Smith, R.F., Schulbach, K.F., & Le Strange, M. (1994). On-farm N test improve fertiliser efficiency protect ground water. *California Agriculture*, 48(4):29-32.

He, Y., Terabayashi, S., & Namiki, T. (1998). The effect of leaf position and time of sampling on nutrient concentration in the petiole sap from tomato plants cultured hydroponically. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, 67 (3):331-336.

Hochmuth, G.J. (1994). Efficiency ranges for nitrate nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick test. *Hort Technology*, 4(3):218-222.

Hochmuth, G. (2009). Plant Petiole Sap testing For Vegetable Crops. CIR1144. Florida Cooperative

- Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Hochmuth, G., Maynard, D., Vavrina, C., Hanlon, E., & Simonne, E. (2004). Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida. Nutrient Management of Vegetable and Row Crops Handbook. University of Florida. p:45-92.
- Jones J.B., Wolf, Jr, B., & Mills, A. H. (1991). Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing, Inc. USA. p:213.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.s:892.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, III. Toprak Analizleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Kim, K.R., & Kim, K.H. (2003). Rapid nutrient diagnosis of cucumber by test strip and chlorophyll meter. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 36(5)272-279.
- Robarge, W.P., Edwards, A., & Johnson, B. (1983). Water and waste water analysis for nitrate via nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14(12):1207-1215
- Ronchi, C.P., Fontes, P.C.R., Pereira, P.R.G., Nunes, J.C.S., & Martinez, H.E.P. (2001). Indices de nitrogênio e de crescimento do tomateiro em solo e em solução nutritiva. *Revista ceres*, 48:469-484.
- Scaife, A., & Stevens, K.L. (1983). Monitoring sap nitrate in vegetable crops: Comparison of test strips with electrode methods, and effects of time of day and leaf position. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14(9):761-771.
- Scharpf, H.C., & Wehrmann, J.(1976). Bedeutung des mineral stickstoffvorrates des bodens zu vegetation sbeginn für die Bemessung der N-Düngung zu winterweizen. *Landwirtschaftliche Forschung*, 32:110-114.
- Smith, D.L. (1987). Rockwool in Horticulture. Grower Books, London.
- TÜİK (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 20 Mart 2018.
- Wira, A.B., Abd Jamil, Z., & Armizatul, S.A.H. (2013). Effect of varying nitrogen levels on plant sap characteristics and growth performance of tomato. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 41(2):183-191
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56. Ankara.
- Zhang, H., Smeal, D., Arnold, R.N., & Gregory, E.J. (1996). Potato nitrogen management by monitoring petiole nitrate level. *Journal of Plant Nutrition*, 19(10&11):1405-1412.

YAZIM KURALLARI

1- Derim Dergisi'nde; tarım bilimleri alanında yürütülen özgün araştırma sonuçlarını içeren Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır. Dergi her yıl Haziran ve Aralık sayıları olarak yılda iki kez yayımlanmaktadır.

2- Dergi yazım kurallarına göre hazırlanan makaleler, <http://batem.dergipark.gov.tr/derim> web adresinden sisteme yüklenmelidir. Bilimsel içerik ve yazım kurallarına uygunluk yönünden yayın kurulu tarafından incelenen ve değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilen makalelerin, yayınlanabilmesi için iki hakem ve yayın kurulu tarafından yayınlanmaya değer bulunması gerekmektedir. Önerilen değişiklik ve düzeltmelerin yapılması için yazar(lar)ına geri gönderilen makale üzerinde hakemler ve yayın kurulu tarafından önerilen değişiklikler dışında sonradan ekleme ve çıkarma yapılamaz.

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

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

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

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

3.4. Özet ve Anahtar Kelimeler: Makaleler, her biri 200 kelime ile sınırlı Türkçe ve İngilizce "Öz" ve "Abstract" içermelidir. Öz ve Abstract kelimeleri sadece baş harfi büyük olacak şekilde ve 11 punto harf büyüklüğü kullanılarak yazılmalıdır. Öz ve Abstract metinlerinin altında 1'er satır boşluk bırakılarak, konuyu açıklayacak şekilde seçilmiş, 5 adet Anahtar Kelime/keywords alfabetik sıraya göre verilmelidir. 'Anahtar kelimeler' ve 'Keywords' alt başlıkları sola dayalı ve 11 punto ile koyu yazılmalı, verilen kelimeler büyük harfle başlamalı, kelime ve deyim aralarına noktalı virgül konulmalıdır.

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

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

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

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

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

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

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

Metin içinde kullanıma örnekler:

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

“Davies ve Kempton (1975).....olabileceğini ifade etmişlerdir.”

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

“.....ifade edilmektedir (Doi, 1990a, b).”

Yararlanılan kaynak kitap ise;

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

Yararlanılan kaynak kitabın bir bölümü ise;

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

Yararlanılan kaynak makale ise;

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

Yararlanılan kaynak bildiri ise;

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

Yararlanılan kaynak internet ortamından alınmış ise;

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

Yararlanılan kaynak tez ise:

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

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

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

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

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

3.9. Birimler: Makalelerde SI (Système International d’Units) ölçü birimleri kullanılmalıdır. Ondalık ayırmalarda virgül yerine nokta kullanılmalıdır (20,45 g yerine 20.45 g gibi). Birimlerde “/” kullanılmamalıdır (1.42 g/cm³ yerine 1.42 g cm⁻³ yazılmalıdır). Binlik sayı gösterimlerinde noktalama işareti yerine boşluk kullanılmalıdır.

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

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

GUIDELINES

1- Derim welcomes original papers on all aspects of Agricultural Sciences in Turkish and English. The journal is published twice a year in June and December of each year.

2- The manuscripts prepared according to the journal writing instructions should be uploaded to the system from <http://batem.dergipark.gov.tr/derim> web address. A submitted manuscript will be pre-reviewed by the editorial board. Manuscripts are rejected if they do not comply with the instructions to authors, or are beyond the scope of the journal. Manuscripts that enter the peer review process are sent to at least two reviewers, who are experts in the relevant field. Other than reviewers and editorial board suggestions the Journal does not allow addition to or removal from the text after submission.)

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

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

3.2. Manuscript Title: Title should be clear, descriptive and not too long. The title must be arranged as sentence style, 11 point and bold.

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

3.4. Abstract and Keywords: The number of words in the abstract section should not exceed 200 words. The initial letters must be capital, 11-size, and 5 keywords which indicate the subject should be given in alphabetical order, with 1 blank space left below the abstract text. Keywords subtitle should be left-aligned and bold with 11 pt, given words should start with capital letters, and semicolons should be placed between words and phrases

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

1. Introduction

(The Introduction should set the scene fully and clearly. Indicate the reasons why the study was carried out, any previous work relating to the study should be summarized by a few relevant references),

2. Materials and Methods

(Relevant details should be given about the materials and methods. Must contain all details of the experimental procedure for the successful repetition of the experiment),

3. Result and Discussion (Results should be presented with information, figures and/or tables and references, and discussion of other work should not be repeated in the section. Tabular material and figures are especially important for providing comparative results without resorting to detailed textual descriptions,

4. Conclusion (Authors should interpret the significance of the findings as they relate to other relevant literature, describe any limitations of the study, and make recommendations for future research),

3.5. Acknowledgements

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

3.6. Citations and Literature Cited

List the authors in alphabetical order, letter by letter, and in chronological order for publications of the same author(s). All authors' surnames should be in capitals, with initials after surname. Citations to references in the text are listed chronologically surrounded in parentheses with the following format:

(Peters, 1950; Jones and Smith, 1990; Brown et al., 1999a). Citations and Literature Cited must be typed in 9-point size including the title. If there are two authors with the same name that have published in the same year, initials may be used to avoid confusion. And "et al." is used for three or more authors.). If there are two publications of the same author that have published in the same year, the following format should be used; Davies, 1990a.

References in the text examples:

"caused (Ağaoğlu, 1999)."

"Davies and Kempton (1975) have expressed....."

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

".....is expressed (Doi, 1990a, b)."

Book:

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

Chapter in Book:

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

Journal Paper:

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

Conference Proceedings:

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

Website:

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

Thesis:

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

3.7. Figures and Tables

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

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

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

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

3.8. Abbreviations

SI units should be used. Decimals should be shown with a dot instead of a comma. (20.45 g instead of 20,45). “/” should not be used (1.42 g cm^{-3} should be written instead of $1,42 \text{ g/cm}^3$). A blank space should be used instead of a punctuation mark for a thousand units.

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

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