

# MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



**Volume: 33**

**Number: 1**

**Year: April 2020**

**E-ISSN: 2528-9675**

## MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Eski adı: AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ  
Old Name: Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture

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

**Yılda üç kez yayımlanır: Nisan, Ağustos ve Aralık**  
*Three issues are published per year in April, August and December*

**Derginin kısaltması: Mediterr Agric Sci**  
*Abbreviation of the journal: Mediterr Agric Sci*

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

**Prof. Dr. Davut KARAYEL**  
(Dekan/Dean)

**Yayın Yönetmeni/Publishing Manager**

**Prof. Dr. Murad ÇANAKCI**

**Yönetim Adresi/Administration Address**

Akdeniz Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi  
07058 Antalya, Türkiye  
Tel: +90 242 310 2411  
Faks: +90 242 227 4564  
E-Posta (E-Mail): ziraatdergi@akdeniz.edu.tr  
Web adresi (Web site):  
www.dergipark.org.tr/pub/mediterranean  
(www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean)

**Yayımcı/Publisher**

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
07058 Antalya, Türkiye  
Tel.: +90 242 310 2412  
Faks: +90 242 310 2479

**Abone Koşulları/Subscription**

Derginin tüm içeriğine ücretsiz olarak erişilebilir.  
*Open access journal.*

**Ücretsiz internet erişimi/Online access free of charge**  
[www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean)

**Kapak tasarımı/Cover design**  
**Doç. Dr. Süleyman ÖZDERİN**

### AMAÇ VE KAPSAM

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

### AIM AND SCOPE

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

### TARANMA VE DİZİNLENME

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, CABI veri tabanları (CAB Direct), TÜBİTAK-ULAKBİM (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı), CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST (Zoological Records) ve DRJI (Directory of Research Journals Indexing) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

### ABSTRACTS AND INDEXING

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is indexed and abstracted in CABI data bases (CAB Direct), TUBITAK-ULAKBİM (National Data Bases-Data Base of Life Sciences), CLARIVATE ANALYTICS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST (Zoological Records) and DRJI (Directory of Research Journals Indexing).

### TELİF HAKLARI

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES dergisinde basılan makalelerin telif hakları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine aittir.

### © COPYRIGHTS

The copyrights of published articles in the MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES belong to the Akdeniz University Faculty of Agriculture.



e-ISSN 2528-9675

[www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean)

## MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Dergi 2016 yılına kadar AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ (*Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*) adıyla ve ISSN 1301-2215 numarası ile basılmıştır.

Cilt/Vol.: **33**

Sayı/Number: **1**

Yıl/Year: Nisan/April **2020**

### Editörler Kurulu/*Editorial Board*

#### Baş Editör/*Editor-in-Chief*

**Prof. Dr. Erdem YILMAZ**

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

#### Editörler/*Editors*

**Prof. Dr. Harun KAMAN**

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

**Prof. Dr. Mehmet TOPAKCI**

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

**Prof. Dr. Ersin POLAT**

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

**Doç. Dr. Mehmet Aydın AKBUDAK**

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

**Dr. Öğr. Üyesi Nisa MENCET YELBOĞA**

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

**Doç. Dr. Aşkın GALIÇ**

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

**Prof. Dr. Taner AKAR**

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

**Doç. Dr. İrfan TURHAN**

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

**Doç. Dr. İlker UZ**

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

**Prof. Dr. Meryem ATİK**

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

**Doç. Dr. Fatih DAĞLI**

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

**Prof. Dr. A. Michele Stanca**

E-Posta (*e-mail*): michele@stanca.it

#### İdari editör/*Managing Editor*

**Dr. Buket YETGİN UZ**

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

#### Danışma Kurulu/*Advisory Board*

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

Michigan State University, United States

**Prof. Dr. Ali Ramazan ALAN**

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Vedat CEYHAN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mahmut ÇETİN**

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Anne FRARY**

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

**Prof. Dr. Jörg HINRICHS**

Hohenheim University, Germany

**Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ**

Ankara Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Mathias KONDOLF**

University of California Berkeley, United States

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

University of Illinois, United States

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

TEI of Western Macedonia, Greece

**Dr. Marcello MASTRORILLI**

CRA-Research Unit, Italy

**Prof. Dr. Andrew OGRAM**

University of Florida, United States

**Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT**

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

**Prof. Dr. Nihat ÖZEN**

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, KKTC

**Prof. Dr. Hakan ÖZER**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye

**Dr. Sylvie SARRADELL**

Ecole Nationale de Formation Agronomique, France

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

University of Wisconsin-Madison, United States

**Dr. Hari D. UPADHYAYA**

International Crops Research Institute, India

**Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**

Atatürk Üniversitesi, Türkiye



## İçindekiler/Contents

### Bahçe Bitkileri/Horticulture

**Determination of harvesting time of Bacon, Fuerte and Zutano avocado cultivars in Antalya conditions**

Antalya koşullarında Bacon, Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin hasat zamanının belirlenmesi

**S. BAYRAM, S. TEPE**..... 1-8**Determination of nutritional values and postharvest performance in different types of tomatoes stored under shelf-life conditions**

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen farklı domates tiplerinin derim sonrası performansları ve besin değerlerinin belirlenmesi

**Q. ALI, M. S. KURUBAS, H. USTUN, M. ERKAN**..... 9-14**Comparison between artificial neural networks and some mathematical models in leaf area estimation of Red Chief apple variety**

Red Chief elma çeşidinde yapay sinir ağları ve bazı matematiksel modeller kullanılarak yaprak alan tahminlerinin karşılaştırılması

**S. BOYACI, H. KÜÇÜKÖNDER**..... 15-20

### Bitki Koruma/Plant Protection

**Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde hastalığa neden olan fungal etmenler**

Fungal agents causing disease on strawberries grown in Antalya province

**F. KAYA, G. KARACA**..... 21-26**Antalya ili patlıcan (*Solanum melongena*) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları**Virus diseases in eggplant (*Solanum melongena*) cultivation in Antalya province**H. FİDAN, P. SARIKAYA**..... 27-35**Detection of *Spiroplasma citri* from citrus trees in Turkey by molecular techniques**Türkiye’de turunçgil ağaçlarında moleküler tekniklerle *Spiroplasma citri*’nin belirlenmesi**B. K. ÇAĞLAR, G. SATAR, S. BALOĞLU, M. I. DRAIS, K. DJELOUAH**..... 37-42**Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV): Güncel durumu ve geleceği**

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV): Current situation and future prospects

**H. FİDAN**..... 43-49

### Peyzaj Mimarlığı/Landscape and Nature Conservation

**Bitkisel tasarımların formal (biçimsel) estetik model bağlamında değerlendirilmesi: Antalya Konyaaltı bölgesi**

Estimation of the aesthetics on planting designs in the term of the formal aesthetic model: A case study in Antalya Konyaalti region

**H. E. OKTAY, R. ERDOĞAN**..... 51-57**Akdeniz Bölgesi doğal *Celtis australis* genotiplerinin çimlenme özelliklerine ekim öncesi uygulamaların etkileri**Effect of pre-sowing treatments on germination characteristics of *Celtis australis* genotypes native to Mediterranean Region**A. DURAK, O. KARAGÜZEL**..... 59-66

**Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics**

<b>Antalya ilinde Genç Çiftçi Projesinin uygulaması ve sürdürülebilirliği üzerine bir araştırma</b> A research on the application and sustainability of Young Farmers Project in the Antalya province <b>A. ALKAN, B. ÖZKAN</b> .....	67-72
<b>Examining the functioning of public social assistance system: The case of Antalya</b> Kamu sosyal yardım sistemi işleyişinin incelenmesi: Antalya örneği <b>H. T. ABDOL-AZIZE, C. SAYIN</b> .....	73-78
<b>Antalya ilinde tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi</b> Analysis of factors affecting the preferences of consumers for retailers branded milk and milk products in the Antalya province <b>Y. KARAKAYA, B. ÖZKAN</b> .....	79-83
<b>Meyve ve sebze üretiminde ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörler: İzmir ili örneği</b> Factors affecting losses in fruit and vegetable production: The case of İzmir province <b>R. ÖZDEMİR ÇİFÇİ, N. DEMİRBAŞ</b> .....	85-91

**Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering**

<b>Evaluation of different mechanical harvesting systems of table olive (<i>Olea europaea</i> cv. Gemlik)</b> Sofralık zeytinde farklı mekanik hasat sistemlerinin değerlendirilmesi ( <i>Olea europaea</i> cv. Gemlik) <b>M. YALÇIN, F. N. ALAYUNT, B. ÇAKMAK</b> .....	93-99
--	-------

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

<b>Adana ilinde TOPSIS yöntemi ile kuraklık analizi</b> Drought analysis by TOPSIS method in Adana <b>M. ÖZFİDANER, E. GÖNEN, S. KARTAL</b> .....	101-106
<b>Programlanabilir lojik kontrolör (PLC) tarafından yönetilen bir tartılı lizimetre sisteminin geliştirilmesi</b> Development of a weighting lysimeter system operated by a programmable logic controller (PLC) <b>C. GENÇOĞLAN, S. USTA, S. GENÇOĞLAN</b> .....	107-115

**Tarla Bitkileri/Field Crops**

<b>Mikrodalga destekli distilasyon ve ekstraksiyon metodlarının rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) ve anason (<i>Pimpinella anisum</i> L.) meyvelerinin uçucu yağ oranına etkisi</b> Effects on essential oil content of fennel ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) and anise ( <i>Pimpinella anisum</i> L.) fruits of microwave-assisted distillation and extraction methods <b>N. KARA, H. BAYDAR, S. ÇAKAN</b> .....	117-122
<b>Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> Desf.) çeşitlerinin doku kültürü parametrelerine tepkisi</b> Response of some durum wheat ( <i>Triticum durum</i> Desf.) genotypes on tissue culture parameters <b>B. BENLİOĞLU, N. KOÇAK, M. AVCI BİRSİN</b> .....	123-128

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

<b>Alüvyal fizyografyalar üzerinde gelişen farklı topraklarda arazi değerlendirme çalışmaları</b> Land evaluation studies on different soils developing on alluvial physiographies <b>O. ŞİMŞEK, S. ALTUNBAŞ, B. Ç. DEMİREL, G. GÖZÜKARA</b> .....	129-135
<b>Farklı çinko form ve dozlarının mısırın kuru madde verimi üzerine etkisi</b> Effect of zinc forms and doses on dry matter yield of maize <b>E. DUYMUŞ, M. GENCER, O. AYDIN, R. YERLİKAYA, M. B. TORUN</b> .....	137-143

**Zootekni/Animal Science**

**Determination of *SacII* and *MboII* polymorphisms in the Nerve Growth Factor (NGF) gene in four native Turkish goat populations**

Türkiye’de yetiştirilen dört keçi populasyonunda Sinir Büyüme Faktörü (NGF) geninde *SacII* ve *MboII* polimorfizmlerinin belirlenmesi

**E. DEMİR, B. ARGUN KARSLI, T. KARSLI, M. S. BALCIOĞLU..... 145-148**



## Determination of harvesting time of Bacon, Fuerte and Zutano avocado cultivars in Antalya conditions

### Antalya koşullarında Bacon, Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin hasat zamanının belirlenmesi

Süleyman BAYRAM<sup>id</sup>, Seyla TEPE<sup>id</sup>

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 07100, Antalya,

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

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): seyla.tepe@tarimorman.gov.tr

#### ARTICLE INFO

Received 01 August 2019  
Received in revised form 12 October 2019  
Accepted 03 February 2020

#### Keywords:

Maturity  
Harvest period  
Ripening process  
Maturity index

#### ABSTRACT

In recent years in Turkey, Bacon, Fuerte and Zutano avocado cultivars growing is steadily increasing and reaching important production areas. Presenting the fruit to the market in a healthy condition and in a high commercial quality has a great commercial value. With this reason, the fruit samples were taken from the trees of each cultivar at intervals of 15-20 days between October and May. Some quality criteria (dry weight, fruit flesh firmness, fruit weight loss, taste and fruit skin color) and the interaction among each other were analysed in ripening process of the post-harvest and harvest. As a result, the dry weight (DW) content as the maturity index still yields the most reliable result. It has been found to be directly related to harvesting time along with the taste of the fruit. Medium or high level relationships were observed between cultivars and harvesting time. According to fruit maturity the earliest harvesting time was determined as a period between November and December for Fuerte (23-30% DW), between beginning of November and mid-November for Bacon (20-24% DW), and during November for Zutano (18-20% DW). The most optimal harvest time was decided as a period between January and March for Fuerte (31-36% DW), between mid-November and mid-January for Bacon (25-27% DW), and between beginning of December and mid-January for Zutano (% 21-23 DW). The latest harvest time was determined as a period between April-May for Fuerte (37-38% DW), between mid-January and the End-January for Bacon and Zutano (28-29% DW and 24-25% DW, respectively).

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 01 Ağustos 2019  
Düzeltilme tarihi 12 Ekim 2019  
Kabul tarihi 03 Ocak 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Olgunluk  
Hasat periyodu  
Olgunlaşma süreci  
Olgunluk indeksi

#### ÖZ

Türkiye’de son yıllarda Bacon, Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin yetiştiriciliği, giderek artmakta ve önemli üretim alanlarına ulaşmaktadır. Meyvenin yüksek kalitede ve sağlıklı bir şekilde pazarda sunulabilmesinin büyük ticari değeri olmaktadır. Bu gerekçe ile tüm çeşitlere ait ağaçlardan, Ekim-Mayıs ayları arasında 15-20 gün aralıklarla meyve örnekleri alınmıştır. Hasat ve hasat sonrası olgunlaşma sürecinde bazı kalite kriterleri (kuru ağırlık, meyve eti sertliği, meyve ağırlık kaybı, tat ve meyve kabuğu rengi) ve birbirleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Sonuç olarak, olgunluk indeksi olarak kuru ağırlık (KM) içeriğinin hala en güvenilir sonucu verdiği ve meyvenin tadı ile birlikte, hasat zamanı ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çeşitler ve hasat zamanı arasında orta veya çok yüksek seviyede ilişkiler görülmüştür. Meyve olgunluğuna göre; erken hasat için Fuerte’de Kasım-Aralık arası (%23-30 KM), Bacon’da Kasım başı-ortası arası (%20-24 KM) ve Zutano’da Kasım ayı boyunca (%18-20 KM) devam eden bir dönem olarak belirlenmiştir. En uygun hasat için Fuerte’de Ocak-Mart arası (%31-36 KM), Bacon’da Kasım ortası-Ocak ortası arası (%25-27 KM) ve Zutano’da Aralık başı-Ocak ortası arası (%21-23 KM) bir dönem olarak saptanmıştır. Geç hasat için Fuerte’de Nisan-Mayıs arası (%37-38 KM), Bacon ve Zutano’da Ocak ortası-sonu arası (sırasıyla %28-29 ve %24-25 KM) bir dönem olarak kararlaştırılmıştır.

## 1. Introduction

In the horticultural cultivation, 60% of all costs in the production and marketing system occurs in the harvest and post-harvest stages. If the correct procedures are not followed, significant quality loss may occur. Generally, the risk of quality loss is higher into the time from harvest to consumption (Hofman et al. 2002). In addition, due to the competitive pressure resulting from increased market saturation and the globalization of product markets, the importance of quality in the horticultural growing has steadily increased in the last few years (Magwaza and Tesfay 2015). The external appearance of many fruit species for fruit growing can usually not be the correct guide for the internal structure of the fruit or the eating quality (Lee et al. 1983; Wedding et al. 2011). As to quality of avocado fruit, it is affected by different components as visual appearance, the texture of the fruit flesh, the nutritional content and taste, at maturity the dry matter level and the oil content (Lee et al. 1983; Magwaza and Tesfay 2015). As to determining the fruit quality of avocado with these different components is a very compulsive task (Magwaza and Tesfay 2015). On the other hand, the physical properties of avocado fruit, its appearance and aesthetic appeal are the main factors affecting the customer's sense of purchase and their decision (Kassim et al. 2013). The defined physical quality parameters of avocado fruit include the skin color, firmness, physical deterioration in texture and in fruit (Wedding et al. 2011; Kassim et al. 2013) and these parameters vary according to the time of harvesting (Kassim et al. 2013; Bayram et al. 2016).

The time and method of harvesting in avocado are very effective on the ripening process and the shelf life after harvest (Osuna-Garcia et al. 2010; Kassim et al. 2013). Therefore; the determination of maturity and ripening status according to harvesting times for avocado has a very great importance (Osuna-Garcia et al. 2010, 2011) and the correct determination of harvest maturity is one of factors that play an important role on the post-harvest fruit quality (Magwaza and Tesfay 2015). If avocado harvested in the early period at the beginning of the maturity, this case along with undesirable fruit quality it causes to be found in lower level of the dry matter contents of fruit (Kassim et al. 2013; Carvalho et al. 2014). On the contrary, if harvest time is delayed, this case may be cause some changes such as cracking in the fruit bark, fruit drop, deteriorating and browning in the fruit flesh (Flitsanov et al. 2000; Bayram and Tepe 2019). Optimum harvest maturity of avocado is one of the most important factors determining the quality of fruit (Osuna-Garcia et al. 2010; Magwaza and Tesfay 2015) and varies depending on avocado cultivars (Kassim et al. 2013). In order to have the desired quality of the fruit in marketing of avocado, it is necessary to be known the characteristic features of each cultivar and to be defined the maturity criteria (Osuna-Garcia et al. 2010, 2011; Kassim et al. 2013; Bayram et al. 2016).

The objective of this study was to determine the fruit maturity standards and harvest period of Bacon, Fuerte and Zutano cultivars, which are produced in a significant amount in the Mediterranean Region.

## 2. Material and Methods

This research was carried out at the Fruit Growing Department of Batı Akdeniz Agricultural Research Institute in Antalya between 2010 and 2013 years. Trees of Fuerte, Bacon and Zutano cultivars, which were 20 years old, were used as the material of the study.

The harvesting period studies of the first year were done from October-2010 to June-2011 and the second year studies were conducted between October 2012 and June 2013. Due to frost damage and periodicity, there was no work at the harvest periods in 2011-2012. The experiment was carried out in a completely randomized design (CRD) with three replications and two trees at each replication. Twelve fruit samples were taken from the four sides of trees for each replication at 15-20 days intervals during the harvest period. The harvested fruits were immediately transported to the laboratory and the first analysis was done on the same day. During the harvest period between October-June, the ripening process of fruits was carried out at the room temperature in the laboratory, and the samples were kept for 7 and 14 days without any heating or cooling treatment. Additionally, it was observed that the average temperature in the laboratory condition varied between 18°C and 30°C, while the proportional humidity ranged between 25% and 85%.

According to Lee and Coggins (1982) dry weight (%), fruit flesh firmness ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) with 3 mm tip, and fruit weight loss (%) were measured. Furthermore, according to C.I.E.  $L^* a^* b^*$  color system belonging to Zerbini and Polesello (1984), the color of the fruit skin and of the fruit flesh were determined with Minolta CR-400 chromameter. Additionally, the Chroma ( $C^*$ ) and hue ( $h^0$ ) values were calculated as reported by McGuire (1992). Taste analyses were evaluated according to their color, texture and flavour. The taste evaluations were determined with a score of at least 5 panellists according to IPGRI's 1-5 (1: Very bad, 2: Bad, 3: Medium, 4: Good, 5: Very good) scoring principle. Statistical analysis, the physical and chemical features of the fruit samples that were taken at different harvest times were analysed using the JUMP software program and differences between means were determined by LSD test.

## 3. Results and Discussion

According to the analysis done in ripening process of the harvest and post-harvest; dry weight, fruit flesh firmness, fruit weight loss and taste values determined in Fuerte during 2010-2011 harvest period are given in Table 1, while the color values ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^0$ ) of fruit skin are given in Table 2. During 2010-2011 and 2012-2013 harvest periods, the values of dry weight, fruit flesh firmness, fruit weight loss and taste determined in Bacon and Zutano cultivars are given in Table 3 and fruit skin color ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^0$ ) values are given in Table 4.

The dry weight values (%) of Fuerte, Bacon and Zutano cultivars (Table 1); among beginning values of the harvests (0<sup>th</sup> day) and between each values of the ripening processes (7<sup>th</sup> or 14<sup>th</sup> day), although generally found as increased during harvest periods, there detected no relation between the analyses performed in the ripening process for each harvest (0<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days). As the degree of maturity of avocado fruit varies throughout the harvest period, it directly affects the quality and market value (Olarewaju 2014) and the determination of the most appropriate harvesting time for each cultivar has a great importance (Olarewaju 2014; Bayram and Tepe 2018). Harvesting period is a very effective commercial decision, which is needed to be given, in order to be presented of fruits to the market at the right time and in the desired quality (Bayram and Tepe 2018). Therefore, dry weight content of the fruit of

**Table 1.** The values of dry matter content (%), fruit flesh firmness (kg cm<sup>-2</sup>), fruit weight loss (%) and taste (1-5) during harvest and post-harvest ripening process of Fuerte cultivar. (2010-2011 harvest period).

Harvesting Time	Dry Matter (%)*				Fruit Flesh Firmness (kg cm <sup>-2</sup> )*				Fruit Weight Loss (%)*				Taste (1-5)*			
	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD**	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD**	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD**	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD**
<b>05 October 2010</b>	18.81 Bg	21.30 Af	19.32 ABg	<b>2.40</b>	58.03 Ag	50.64 Ba	0.00 Cb	<b>5.03</b>	0.00 Ca	10.20 Ba	17.01 Aa	<b>4.17</b>	0.00 Ba	0.00 Be	3.50 Acde	<b>0.58</b>
19 October	19.48 Bg	21.31 Af	20.81 ABfg	<b>1.36</b>	72.74 Acd	46.47 Bab	0.00 Cb	<b>15.44</b>	0.00 Ca	7.51 Bb	12.41 Ab	<b>2.21</b>	0.00 Ba	4.17 Abc	3.67 Abcd	<b>0.74</b>
03 November	23.14 Af	22.91 Af	23.02 Aef	<b>2.36</b>	85.24 Aab	52.53 Ba	0.00 Cb	<b>13.69</b>	0.00 Ca	4.92 Bcde	10.34 Abc	<b>0.58</b>	0.00 Ba	0.00 Be	4.00 Aabcd	<b>0.58</b>
23 November	24.70 Aef	23.61 Aef	24.54 Ade	<b>1.47</b>	71.09 Ad	50.40 Ba	0.00 Cb	<b>15.46</b>	0.00 Ca	4.44 Bcdef	9.65 Ac	<b>2.46</b>	0.00 Ba	0.00 Be	3.50 Acde	<b>0.58</b>
12 December	26.58 Ae	26.14 Ade	25.61 Ad	<b>3.08</b>	84.69 Aab	31.45 Babcd	0.00 Cb	<b>6.45</b>	0.00 Ca	3.30 Bf	6.50 Ad	<b>2.02</b>	0.00 Ba	4.00 Abc	2.67 Be	<b>0.67</b>
29 December	29.56 Ad	27.91 Ad	28.57 Ac	<b>3.74</b>	80.29 Aab	51.82 ABa	12.11 Ba	<b>53.42</b>	0.00 Ca	3.45 Bef	6.75 Ad	<b>1.41</b>	0.00 Ba	0.00 Be	4.67 Aa	<b>0.67</b>
<b>13 January 2011</b>	29.37 Ad	28.16 Ad	28.45 Ac	<b>3.74</b>	85.79 Aa	22.03 Bbcde	0.00 Bb	<b>37.96</b>	0.00 Ca	3.47 Bef	6.82 Ad	<b>1.25</b>	0.00 Ba	3.33 Ad	3.33 Ade	<b>0.94</b>
17 February	34.40 Ac	32.49 Ac	33.44 Ab	<b>3.75</b>	78.87 Abc	0.00 Be	0.00 Bb	<b>5.18</b>	0.00 Ca	4.46 Bcdef	7.20 Ad	<b>1.62</b>	0.00 Ca	5.00 Aa	3.67 Bbcd	<b>2.78</b>
10 March	37.31 Aab	34.43 Bbc	34.73 Bb	<b>2.50</b>	68.73 Adef	35.07 Babc	0.00 Cb	<b>8.21</b>	0.00 Ca	3.85 Bdef	8.29 Acd	<b>2.84</b>	0.00 Ba	4.17 Abc	3.67 Abcd	<b>1.10</b>
23 March	35.33 Abc	34.74 Abc	35.33 Aab	<b>1.60</b>	69.51 Adef	0.00 Be	0.00 Bb	<b>2.06</b>	0.00 Ca	5.29 Bcd	8.21 Acd	<b>1.29</b>	0.00 Ba	4.50 Aab	4.33 Aabc	<b>0.88</b>
08 April	37.22 Aab	38.00 Aa	37.34 Aa	<b>2.55</b>	70.69 Ade	12.19 Bcde	0.00 Bb	<b>13.94</b>	0.00 Ca	5.79 Bc	8.84 Acd	<b>1.36</b>	0.00 Ba	4.17 Abc	4.50 Aab	<b>0.67</b>
25 April	36.69 Abc	36.52 Aab	**RF	<b>10.18</b>	67.00 Adef	5.66 Bde	****RF	<b>0.52</b>	0.00 Ba	5.63 Ac	**RF	<b>0.32</b>	0.00 Ba	4.83 Aa	**RF	<b>1.08</b>
10 May	37.74 Aab	38.57 Aa	**RF	<b>4.03</b>	63.54 Afg	6.05 Bde	****RF	<b>45.78</b>	0.00 Ba	4.75 Acdef	**RF	<b>1.03</b>	0.00 Ba	4.83 Aa	**RF	<b>1.08</b>
24 May	39.90 Aa	38.00 Aa	**RF	<b>14.99</b>	63.64 efg	2.70 Bde	****RF	<b>32.00</b>	0.00 Ba	9.08 Bab	**RF	<b>2.84</b>	0.00 Ba	3.77 Acd	**RF	<b>1.08</b>
<b>LSD***</b>	<b>2.46</b>	<b>2.91</b>	<b>2.38</b>		<b>6.49</b>	<b>26.91</b>	<b>10.71</b>		<b>0.00</b>	<b>1.54</b>	<b>2.35</b>		<b>0.00</b>	<b>0.58</b>	<b>0.75</b>	

\* The difference between values in the same letter group is not significant (LSD<0.01). \*\*Capital letters; each harvest shows differences between days 0, 7 and 14. \*\*\* Small letters; It shows the difference between harvest periods. \*\*\*\* RF: Rotting fruit.

**Table 2.** The values of fruit skin color (L\*, C\*, h<sup>0</sup>) during harvest and post-harvest ripening process of Fuerte cultivar (2010-2011 harvest period).

Harvesting Time	L *			C *			h <sup>0</sup>		
	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day
<b>05 October 2010</b>	41.08 a	39.70 b	40.22 abc	22.67 c	21.25 ef	21.68 abc	57.77 h	59.48 e	65.84 cd
19 October	40.85 a	40.44 b	40.87 abc	22.17 cd	22.06 def	24.08 a	58.72 fgh	60.70 de	61.65 e
03 November	43.03 a	39.97 b	41.50 a	23.19 c	19.61 fg	21.35 abc	52.00 i	59.90 e	55.62 f
23 November	41.96 a	41.04 ab	41.96 a	24.14 abc	22.46 cdef	20.52 bc	58.83 fgh	61.40 de	67.56 abc
12 December	42.51 a	42.95 a	41.32 ab	26.62 ab	26.33 a	22.59 ab	58.40 gh	60.41 a	63.11 de
29 December	42.58 a	41.61 ab	40.84 abc	25.13 abc	24.71 abcd	24.21 a	60.06 ef	60.34 de	63.33 de
<b>13 January 2011</b>	40.95 a	39.64 b	39.72 abcd	25.17 abc	23.89 abcde	23.30 ab	59.54 efg	60.78 de	66.22 bcd
17 February	41.30 a	41.46 ab	40.25 abc	25.27 abc	26.50 a	22.29 abc	60.97 de	63.72 cd	69.35 ab
10 March	40.90 a	40.01 b	37.67 d	23.31 c	24.28 abcd	19.15 c	61.91 cd	62.26 cd	66.23 bcd
23 March	42.05 a	41.25 ab	39.11 bcd	26.84 a	25.38 abc	21.70 abc	63.03 bc	65.30 b	69.99 a
08 April	40.62 a	39.92 b	38.82 cd	23.65 bc	23.18 bcde	21.21 abc	62.97 bc	64.41 b	68.40 abc
25 April	41.07 a	40.03 b	**RF	25.21 abc	25.82 ab	**RF	64.53 ab	65.48 b	**RF
10 May	41.50 a	40.85 ab	**RF	25.03 abc	24.43 abcd	**RF	66.02 a	68.00 a	**RF
24 May	36.53 b	35.35 c	**RF	19.06 d	17.55 g	**RF	62.72 cd	64.58 bc	**RF
<b>LSD</b>	<b>2.92</b>	<b>2.27</b>	<b>2.25</b>	<b>3.13</b>	<b>2.99</b>	<b>3.37</b>	<b>1.59</b>	<b>2.09</b>	<b>3.43</b>

\* The difference between values in the same letter group is not significant (LSD<0.01). \*\* RF: Rotting fruit.

**Table 3.** The values of dry matter content (%), fruit flesh firmness (kg cm<sup>-2</sup>), fruit weight loss (%) and taste (1-5) during harvest and post-harvest ripening process of Bacon and Zutano cultivars (2010-2011 and 2012-2013 harvest period).

Cultivars	Harvesting Time	Dry Matter (%)*				Fruit Flesh Firmness (kg cm <sup>-2</sup> )*				Fruit Weight Loss (%)*				Taste (1-5)*			
		0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD*	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD*	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD*	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	LSD*
Bacon	<b>05 October 2010</b>	19.22 Ac	19.22 Ae	18.96 Acd	1.72	64.28 Aab	43.45 Bab	5.03 Ca	18.80	0.00 Ca	12.79 Ba	19.37 Aa	3.83	0.00 Ba	0.00 Bc	3.00 Ac	0.33
	19 October	19.84 Ac	18.51 ABe	17.59 Bd	1.77	66.53 Aab	29.25 Bbc	0.00 Ca	5.89	0.00 Ca	8.85 Bb	15.36 Ab	3.29	0.00 Ba	4.17 Aa	3.67 Aabc	0.94
	03 November	20.47 Ac	19.49 Ae	19.98 Acd	2.40	65.66 Aab	48.83 Bab	0.00 Ca	9.20	0.00 Ca	6.29 Bc	13.22 Ab	2.81	0.00 Ba	0.00 Bc	4.33 Aa	0.33
	23 November	21.65 Ac	22.45 Ad	21.23 Ac	3.16	73.05 Aa	28.47 Bbc	0.00 Ca	28.44	0.00 Ca	5.26 Bcd	9.74 Ac	1.92	0.00 Ba	3.50 Ab	3.83 Aabc	1.05
	12 December	25.57 Ab	23.33 Acd	24.57 Ab	3.82	61.34 Abcd	53.47 Aa	0.00 Ba	11.59	0.00 Ca	3.71 Bde	7.66 Acd	1.18	0.00 Ba	0.00 Bc	4.50 Aa	0.33
	29 December	25.40 Ab	25.11 Ac	24.13 Ab	2.16	72.19 Aa	59.92 Aa	9.83 Ba	22.23	0.00 Ca	3.34 Be	6.74 Ad	1.07	0.00 Ba	0.00 Bc	4.17 Aab	0.88
	<b>13 January 2011</b>	27.56 Aab	25.87 Abc	26.26 Aab	4.21	71.95 Aab	43.25 Bab	0.00 Ca	27.22	0.00 Ca	3.80 Bde	8.01 Acd	1.88	0.00 Ba	3.50 Ab	3.83 Aabc	0.67
	17 February	27.47 Aab	28.17 Aab	26.33 Aab	2.83	51.51 Ad	7.63 Bcd	0.00 Ca	20.77	0.00 Ca	4.59 Bde	6.65 Ad	1.05	0.00 Ba	3.50 Ab	3.33 Abc	1.05
	10 March	29.74 Aa	28.69 Aa	28.70 Aa	4.21	62.44 Aabc	28.70 Bbc	0.00 Ca	18.29	0.00 Ca	3.55 Be	8.27 Acd	2.03	0.00 Ca	3.50 Bb	4.00 Aab	0.99
	23 March	27.81 Aab	28.54 Aa	28.16 Aa	1.76	52.53 Acd	4.88 Bd	0.00 Ba	10.21	0.00 Ca	5.16 Bcd	8.00 Acd	1.57	0.00 Ba	4.33 Aa	4.33 Aa	0.47
	<b>LSD**</b>	<b>2.45</b>	<b>2.53</b>	<b>2.87</b>		<b>10.65</b>	<b>23.41</b>	<b>10.30</b>		<b>0.00</b>	<b>1.61</b>	<b>2.45</b>		<b>0.00</b>	<b>0.64</b>	<b>0.91</b>	
	<b>08 October 2012</b>	18.48 Bd	18.90 ABd	20.58 Ad	1.89	68.25 Aa	43.01 Ba	0.00 Ca	11.93	0.00 Ca	14.38 Ba	28.47 Aa	6.10	0.00 Aa	0.00 Ae	0.00 Ac	0.00
	05 November	22.53 Ac	21.70 Ac	21.94 Acd	3.82	72.11 Aa	0.00 Bc	0.00 Ba	1.81	0.00 Ca	8.04 Bb	15.45 Ab	2.26	0.00 Ca	4.67 Aa	3.50 Bab	1.05
	21 November	25.34 Ab	23.72 Abc	23.55 Abcd	3.84	45.22 Ab	15.80 Bbc	0.00 Ba	24.35	0.00 Ca	5.97 Bc	12.38 Ac	2.73	0.00 Ba	3.83 Ab	4.00 Aa	0.88
12 December	26.08 Aab	26.09 Aa	23.93 Abc	2.59	43.49 Ab	19.58 Babc	0.00 Ba	22.76	0.00 Ca	5.47 Bd	9.39 Ad	2.49	0.00 Ca	2.33 Bd	4.17 Aa	0.74	
03 January 2013	26.33 Aab	25.49 Aab	24.93 Aab	2.85	41.20 Ab	33.58 Bab	0.00 Ca	1.82	0.00 Ca	4.19 Bd	7.12 Ad	1.10	0.00 Ba	0.00 Be	3.00 Ab	0.58	
24 January	27.91 Aa	26.54 Aa	27.71 Aa	2.74	28.23 Ac	9.51 ABbc	0.00 Ca	20.11	0.00 Ba	5.04 Ad	8.02 Ad	3.33	0.00 Ba	3.17 Ac	3.50 Aab	0.67	
<b>LSD**</b>	<b>2.16</b>	<b>2.29</b>	<b>2.97</b>		<b>7.19</b>	<b>24.66</b>	<b>0.00</b>		<b>0.00</b>	<b>1.87</b>	<b>2.97</b>		<b>0.00</b>	<b>0.55</b>	<b>0.98</b>		
Zutano	<b>05 October 2010</b>	16.78 Ag	17.31 Aef	16.85 Af	1.56	56.14 Abc	46.71 Ab	1.89 Bb	22.11	0.00 Ca	11.44 Ba	18.53 Aa	4.86	0.00 Ba	0.00 Bc	3.00 Ac	0.33
	19 October	17.34 ABfg	15.86 Bf	19.04 Aef	1.97	65.19 Aab	46.31 Bb	0.00 Cb	7.93	0.00 Ca	7.14 Bb	13.71 Ab	1.86	0.00 Ba	4.17 Aa	3.67 Aabc	0.94
	03 November	18.34 Aef	18.40 Ade	18.37 Aef	1.22	64.09 Aabc	53.23 Bab	0.00 Cb	5.65	0.00 Ca	5.29 Bcd	11.12 Ac	2.64	0.00 Ba	0.00 Bc	4.33 Aa	0.33
	23 November	19.27 Ade	18.39 Ade	18.73 Aef	2.47	59.53 Aabc	43.88 Bb	0.00 Cb	7.20	0.00 Ca	4.54 Bcde	9.91 Acd	1.25	0.00 Ba	3.50 Ab	3.83 Aabc	1.05
	12 December	20.38 Acd	19.68 Ad	20.25 Ade	2.92	64.72 Aab	54.42 Bab	0.00 Cb	3.76	0.00 Ca	3.44 Bef	7.03 Af	1.53	0.00 Ba	0.00 Bc	4.50 Aa	0.33
	29 December	21.72 Abc	20.10 Acd	21.73 Acd	2.25	68.18 Aa	63.54 Aa	30.59 Ba	23.51	0.00 Ca	2.95 Bf	6.51 Af	1.23	0.00 Ba	0.00 Bc	4.17 Aab	0.88
	<b>13 January 2011</b>	22.11 Ab	21.67 Ac	20.33 Acde	2.86	67.23 Aa	47.57 Bb	0.00 Cb	16.56	0.00 Ca	3.75 Bef	7.32 Af	1.38	0.00 Ba	3.50 Ab	3.83 Aabc	0.67
	17 February	25.32 Aa	23.97 ABb	22.95 Bbc	2.27	67.00 Aab	29.25 Bc	0.00 Cb	11.41	0.00 Ca	5.03 Bcd	7.87 Aef	2.32	0.00 Ba	3.50 Ab	3.33 Abc	1.05
	10 March	25.03 Aa	24.60 Aab	24.44 Aab	2.46	58.11 Aabc	53.87 Aab	0.00 Bb	6.19	0.00 Ca	4.16 Bdef	9.04 Ade	1.48	0.00 Ca	3.50 Bb	4.00 Aab	0.99
	23 March	24.74 Aa	26.27 Aa	25.79 Aa	3.38	53.16 Ac	5.82 Bd	0.00 Bb	12.65	0.00 Ca	5.72 Bc	10.65 Acd	0.97	0.00 Ba	4.33 Aa	4.33 Aa	0.47
	<b>LSD**</b>	<b>1.50</b>	<b>1.84</b>	<b>2.68</b>		<b>10.94</b>	<b>12.56</b>	<b>10.78</b>		<b>0.00</b>	<b>1.22</b>	<b>1.66</b>		<b>0.00</b>	<b>0.64</b>	<b>0.91</b>	
	<b>08 October 2012</b>	17.24 Ad	18.73 Ac	18.42 Ac	1.84	58.74 Ab	47.97 Aa	18.09 Ba	24.90	0.00 Ca	12.27 Ba	24.11 Aa	5.07	0.00 Aa	0.00 Ab	0.00 Af	0.00
	05 November	20.53 Abc	20.85 Abc	22.76 Aab	4.77	66.92 Aa	43.49 Bab	0.00 Cb	7.55	0.00 Ca	8.70 Bb	16.09 Ab	2.13	0.00 Ba	0.00 Bb	2.17 Ade	0.33
	21 November	19.36 Acd	20.95 Aabc	20.60 Abc	4.14	45.38 Ac	33.82 Aabc	0.00 Bb	14.40	0.00 Ca	6.64 Bc	13.61 Ac	2.47	0.00 Ba	0.00 Bb	2.00 Ae	0.33
12 December	22.66 Aab	23.23 Aab	21.59 Aab	4.74	44.35 Ac	34.67 Aabc	0.24 Bb	11.33	0.00 Ca	5.59 Bc	9.45 Ad	1.71	0.00 Ba	0.00 Bb	2.83 Acd	0.33	
<b>03 January 2013</b>	23.44 Aa	24.93 Aa	22.51 Aab	3.86	40.01 Ac	27.45 Abcd	5.35 Bab	15.62	0.00 Ba	5.23 Ac	7.82 Ae	2.96	0.00 Ba	0.00 b	3.17 bc	0.88	
24 January	23.29 Aa	23.90 Aab	24.08 Aa	2.62	45.61 Ac	18.95 Bcd	0.00 Bb	25.21	0.00 Ca	5.78 Bc	9.16 Ade	2.34	0.00 Ca	2.67 Ba	4.33 Aa	0.47	
12 February	21.71 Aabc	23.76 Aab	23.23 Aab	2.42	40.81 Ac	9.51 Bd	0.00 Bb	10.07	0.00 Ca	6.23 Bc	9.34 Ad	2.62	0.00 Ba	3.00 Aa	3.83 Aab	1.33	
<b>LSD**</b>	<b>2.51</b>	<b>4.02</b>	<b>2.88</b>		<b>7.56</b>	<b>20.01</b>	<b>14.11</b>		<b>0.00</b>	<b>1.68</b>	<b>1.51</b>		<b>0.00</b>	<b>0.69</b>	<b>0.72</b>		

\* The difference between values in the same letter group is not significant (LSD<0.01). \*\*Capital letters; each harvest shows differences between days 0, 7 and 14. \*\*\* Small letters; It shows the difference between harvest periods. \*\*\*\* RF: Rotting fruit.

**Table 4.** The values of fruit skin color (L\*, C\*, h<sup>o</sup>) during harvest and post-harvest ripening process of Bacon and Zutano cultivars (2010-2011 and 2012-2013 harvest period).

Cultivars	Harvesting Time	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	0 <sup>th</sup> day	7 <sup>th</sup> day	14 <sup>th</sup> day	
<b>Bacon</b>	<b>05 October 2010</b>	37.68 cd	38.11 bc	36.13 bc	19.49 c	20.55 cde	19.25 abc	57.17 c	57.13 d	59.24 de	
	19 October	37.19 d	36.54 c	38.56 ab	20.27 c	18.67 de	16.65 bcd	57.38 bc	58.35 cd	68.63 bcd	
	03 November	38.55 bcd	36.01 c	37.28 abc	21.08 c	17.13 e	19.09 bc	51.57 d	56.63 d	53.85 e	
	23 November	37.86 cd	37.77 bc	37.00 abc	20.14 c	21.18 cd	14.94 cd	57.68 bc	59.46 bcd	72.54 ab	
	12 December	37.71 cd	38.20 bc	38.82 ab	22.76 bc	22.92 bc	20.51 ab	56.76 c	56.87 d	62.16 cde	
	29 December	39.99 abcd	39.43 ab	39.84 a	26.32 ab	25.02 ab	24.07 a	58.65 b	58.31 cd	60.67 cde	
	<b>13 January 2011</b>	38.12 cd	37.95 bc	37.56 abc	22.59 bc	23.00 bc	19.28 abc	57.87 bc	58.10 cd	65.20 bcd	
	17 February	41.44 a	40.14 ab	34.64 c	27.74 a	24.74 ab	13.14 d	60.15 a	62.11 ab	79.57 a	
	10 March	42.22 a	40.66 a	38.27 abc	28.98 a	28.08 a	19.58 abc	60.48 a	60.06 bc	69.81 abc	
	23 March	40.74 ab	39.32 ab	36.49 abc	27.30 a	23.10 abc	16.76 bcd	60.29 a	62.96 a	70.79 abc	
	<i>LSD</i>	<i>2.48</i>	<i>2.37</i>	<i>3.69</i>	<i>4.08</i>	<i>3.54</i>	<i>4.91</i>	<i>1.39</i>	<i>2.84</i>	<i>10.14</i>	
	<b>Zutano</b>	<b>08 October 2012</b>	37.96	36.62 c	38.24 ab	23.40 b	21.58 b	22.77 a	54.83 c	54.33 c	58.90 b
		05 November	38.32	37.68 bc	37.45 ab	23.16 b	22.67 ab	20.77 ab	55.59 c	57.64 b	60.03 b
		21 November	39.01	38.85 ab	36.92 b	21.25 b	21.84 b	18.19 b	54.90 c	55.33 c	62.33 b
		12 December	38.21	39.02 ab	39.03 a	26.99 a	24.17 ab	22.66 a	57.80 b	57.79 b	59.92 b
<b>03 January 2013</b>		39.45	39.60 ab	38.88 ab	24.23 ab	25.93 a	24.37 a	57.45 b	58.33 b	60.25 b	
24 January		38.97	40.03 a	33.30 c	27.16 a	25.90 a	12.23 c	59.68 a	60.55 a	76.95 a	
<i>LSD</i>		<i>1.50</i>	<i>2.13</i>	<i>2.07</i>	<i>3.02</i>	<i>3.91</i>	<i>4.16</i>	<i>1.65</i>	<i>1.07</i>	<i>4.75</i>	
<b>Bacon</b>		<b>05 October 2010</b>	39.64 f	38.68 d	40.69 d	20.92 e	19.61 e	25.41 cde	58.25 e	58.36 c	63.14 bcd
		19 October	41.42 def	40.37 cd	43.45 bc	26.45 cd	24.02 de	29.43 abc	60.39 cd	61.07 bc	62.34 cd
		03 November	43.47 bc	40.37 cd	41.92 cd	28.06 bc	24.32 d	26.18 cde	55.13 f	59.42 c	57.12 e
		23 November	41.02 ef	44.25 ab	40.12 d	24.68 d	24.89 cd	23.84 e	59.63 cde	71.37 a	59.85 de
		12 December	41.53 cdef	40.83 cd	44.21 bc	28.72 bc	27.27 bcd	28.54 abcd	58.85 de	58.61 c	60.53 cde
		29 December	41.93 bcde	42.10 cd	44.86 ab	29.42 abc	29.10 abc	32.19 a	59.25 de	59.30 c	60.96 cde
		<b>13 January 2011</b>	41.50 cdef	42.11 bc	44.41 abc	28.81 bc	29.22 abc	30.58 ab	59.48 de	59.81 c	62.18 cd
		17 February	43.11 bcd	43.14 abc	47.01 a	30.38 ab	30.53 ab	32.26 a	61.64 bc	61.02 bc	64.02 bc
	10 March	45.47 a	45.75 a	44.65 ab	32.35 a	33.21 a	27.57 bcde	64.20 a	63.94 b	66.45 b	
	23 March	43.91 ab	45.71 a	43.66 bc	31.00 ab	32.00 a	25.18 de	62.76 ab	63.19 b	72.57 a	
	<i>LSD</i>	<i>2.00</i>	<i>2.81</i>	<i>2.63</i>	<i>3.25</i>	<i>4.61</i>	<i>4.12</i>	<i>2.06</i>	<i>3.30</i>	<i>4.02</i>	
	<b>Zutano</b>	<b>08 October 2012</b>	42.95 cd	41.10 d	43.88 c	37.99 a	34.15 a	33.87	62.84 a	62.01 a	60.54 cd
		05 November	42.02 d	41.96 cd	45.26 bc	35.91 ab	33.39 ab	33.24	62.19 a	61.28 a	61.80 bc
		21 November	43.85 c	43.17 bcd	46.50 bc	33.60 bc	32.47 ab	32.96	60.17 b	59.95 b	61.28 bcd
		12 December	45.78 b	44.39 bc	44.54 bc	32.05 cd	30.54 bc	32.75	59.67 b	59.73 b	59.61 d
<b>03 January 2013</b>		44.03 c	43.27 bcd	44.77 bc	29.91 de	28.79 cd	32.12	57.38 c	58.92 b	60.27 cd	
24 January		46.02 b	45.84 ab	46.99 ab	29.50 e	28.10 cd	31.82	57.37 c	57.29 c	62.58 b	
12 February		48.48 a	47.88 a	49.40 a	28.54 e	26.45 d	31.61	56.64 c	57.15 c	66.65 a	
<i>LSD</i>		<i>1.38</i>	<i>3.28</i>	<i>2.68</i>	<i>2.36</i>	<i>3.53</i>	<i>3.60</i>	<i>1.54</i>	<i>1.16</i>	<i>2.04</i>	

\* The difference between values in the same letter group is not significant (LSD<0.01).



avocado is an important criterion for the determination of maturity time (Mizrach et al. 1999; Kassim et al. 2013; Carvalho et al. 2014). It is a known fact since a long time that the dry weight values of the fruit have increased during the harvest period and therefore, it has changed in a positive way of fruit quality (Arpaia et al. 2003; Ozdemir et al. 2003; Parodi et al. 2007; Osuna-Garcia et al. 2011). Also, in New Zealand Requejo-Tapia et al. (1999) and Pak et al. (2003), in Antalya/Turkey Ozdemir and Topuz (2004) and Bayram and Aşkın (2006), and in Mexico Osuna-Garcia et al. (2010) reported that the dry matter content increased during the harvest period according to the degree of ripening. In addition, it was reported that the dry matter content increased during the harvest period according to the degree of maturity in the many studies, which they were conducted by Requejo-Tapia et al. (1999) and Pak et al. (2003) in New Zealand, by Ozdemir and Topuz (2004) and Bayram and Aşkın (2006) in Antalya/Turkey, and by Osuna-Garcia et al. (2010) in Mexico. In this study, it was found that dry matter content of each cultivar increased to a certain level and to be the most important maturity indicator. However, previously as it was reported by Degani et al. (1986), it was determined that the dry weight content of avocado did not change after harvest (between 0<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days) and was not a reliable index to determine the physiological changes associated with post-harvest ripening process (Table 1 and 3).

As to fruit flesh firmness values (kg cm<sup>-2</sup>) of all cultivars, although a regular and distinct change in the beginning of the harvest period cannot be detected in the beginning of the analysis (0<sup>th</sup> day) during the 2010-2011 harvest period, then a gradual decline in the ongoing process has been observed. However, the fruit flesh firmness values of the Bacon and Zutano cultivars have decreased more prominently during the 2012-2013 harvest period. The process of ripening at the post-harvest was usually completed in 7-14 days for all cultivars. During this ripening process (between 0<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days), the fruit flesh of all cultivars softened and the firmness values decreased to zero level (Table 1 and 3). The fruit flesh firmness is one of the most reliable and accepted methods for determination the maturity and ripening of avocado (Ginsberg 1985; Magwaza and Tesfay 2015) and the firmness values vary gradually depending on the maturity or ripening process of the fruit (Magwaza and Tesfay 2015). When it used as a measure for determination of the post-harvest ripening stage, the firmness values decrease to near zero level in full ripening (Magwaza and Tesfay 2015). In addition, when these values were evaluated together with the other studies made in Mexico (Villa-Rodriguez et al. 2010; Osuna-Garcia et al. 2011), in New Zealand (Cox et al. 2004) and in Turkey (Bayram and Tepe 2018), the similar results were also obtained from this study for all cultivars and the fruit firmness values decreased during the ripening process.

In Fuerte, Bacon and Zutano cultivars, according to harvesting time, maturity and ripening of fruit (Table 1 and 3), it was determined significant differences in weight loss values (%). Depending on the harvest period of cultivars, higher weight loss values were found in the early and late harvested of fruits. In addition, as the maturity level of the fruit increased, at the same time, the weight loss values decreased. Generally, along with it varies according to cultivars, it was determined as the period in which it was of the lowest weight loss between December and April. This period is determined as a certain specific time for each cultivar. It was observed in average that was found between December 15 and April 15 in Fuerte, between December 15 and the end of March for the first harvest

period and between December 15 and the end of January for the second harvest period in Bacon, and between December 15 to February 15 for the first harvest period and throughout January for the second harvest period in Zutano. At the post-harvest, depending on the ripening process (7<sup>th</sup> or 14<sup>th</sup> day), the values of weight loss have changed. It has been reported in many studies that the weight loss (%) of the fruit has decreased according to the harvest dates with the increase in fruit maturity (Lee 1981a; Vakis et al. 1985; Osuna-Garcia et al. 2011; Bayram and Tepe 2018). In early harvest (Lee 1981b; Vakis et al. 1985) and especially fruits not matured in more time than 10-11 days (Vakis et al. 1985), it was generally determined that there was a large amount of weight loss and wrinkling of fruit. Consistent with these reports, the weight loss values of the fruit of all cultivars were directly affected by their maturity levels and ripening processes. In addition, as Bayram and Tepe (2018) reported from their post-harvest studies, it was observed that the weight loss of the fruit changed according to the conditions of the ripening environment.

Taste analyses were performed on the 7<sup>th</sup> day and/or the 14<sup>th</sup> day, depending on the ripening of the fruit. In these sensory analyses, a certain linear relationship could not be determined during the harvest period, although it usually varied according to the varieties. According to taste analysis made in the fruit; Lee et al. (1983) in his study in California, along with the increase of maturity and fat accumulation in the fruit from September to January, the palatability of Fuerte has been reported to increase rapidly. With the increase in maturation in avocado, it is stated that a less watery texture emerged along with a fruit flesh of softer, smoother and butter-like and at the same time less greenish grass and richer taste are formed (Obenland et al. 2012). As a result, it has been reported that the acceptability of the fruit risen along with the increase of palatability (Lee 1981a, b; Mizrach et al. 1999; Obenland et al. 2012; Kassim et al. 2013; Cañete et al. 2018).

For fruit skin color values (L\*, C\*, h<sup>o</sup>); although there was a statistically significant difference between October and May for Fuerte, no linear relationship was found between these values throughout the harvest period. However, at the end of May, a reduction in the brightness of the fruit skin and a conversion to a lighter green and yellow color were detected. According to the analysis of Fuerte cultivar which made in ripening process (between the 0<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days), it was only observed to be some reduction in green color. In the color values of Bacon and Zutano during the two harvest periods, it was generally determined that some increase in the brightness of the fruit skin and at the same time a change in darker green and yellow color direction were found. The color analysis made in the ripening process of these two cultivars, only in Bacon was found a correlation between January and March in 2010-2011 harvest period, which in this time was a change in decrease direction in the brightness with green and yellow color of fruit skin. The skin color of fruit varies between cultivars of avocado (Kassim et al. 2013). However, as the avocado does not ripening on the tree, it is difficult to determine maturity according to the change in the external appearance of the fruit (Lee et al. 1983). In some cultivars, although there is no external and physical change during maturity process, it shows a change from green to light green (Magwaza and Tesfay 2015). Although fruit skin color is one of the indicators that helps to determination of the quality of avocado (Kassim et al. 2013), there is a slow change over a long period. As in this study, although there is a certain difference between the color values of the fruit skin between harvesting times, it is not possible to talk about a very rapid and significant

change. Since, therefore, the quality occurs with the combination of different properties in the fruit, the determination of maturity according to the color of the skin is alone inadequate in the application (Osuna-Garcia et al. 2010, 2011) and its effect is difficult to evaluate (Magwaza and Tesfay 2015; Bayram and Tepe 2019).

The correlation analysis for each cultivar was made to determine of the relationship between harvesting times with maturity and ripening. The correlation coefficients ( $r$ ) calculated for each harvest period are given in Table 5.

During the ripening process of all cultivars (the 0<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day); a positive correlation was observed in very high level between harvesting time and values of dry matter, especially in Fuerte cultivar. When analysed relationships between harvesting time and fruit flesh firmness values, especially in the beginning values (0<sup>th</sup> day) for the 2012-2013 harvest period, it was found to be a negative relationship at a high level ( $r = -0.91$ ) for Bacon and at a moderate level ( $r = -0.73$ ) for Zutano. Between the harvest time and the weight loss values of the fruit, a moderate negative relationship was observed in Bacon for both harvest periods. In the Zutano cultivar, especially during the ripening period of 2012-2013 (7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> days), a medium level relationship was found between harvest time with weight loss and taste values. At the same time, especially in the hue values of the 0<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> days of the 2010-2011 harvest period (Fuerte) and the 2012-2013 harvest period (Zutano and Bacon), it was found to be a the medium level relationship between harvesting time and fruit skin color. In addition, between the harvest time and the chroma values of the 0<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> days of the fruit, a medium level relationship was observed in Zutano for both harvest periods. (Table 5).

The fruit maturity of avocado in horticulture is defined as the period when is properly softened of the harvested fruit and has a minimum acceptable amount of taste (Blumenfeld et al. 1992). In many countries where avocado cultivation is carried out, according to the quality characteristics before and after the harvest, it has been studied to determination of the fruit maturity

and harvest period of the cultivars. The minimum dry matter content for determination of fruit maturity was found to be an acceptable index and also increased in a linear line during harvest period (Pak et al. 2003; Gamble et al. 2010; Bayram and Tepe 2018). As the rate of dry matter in the fruit increases, there is being talked about a constant increase in the intention and desire of consumers to buy (Clark et al. 2007; Gamble et al., 2010). Also; according to the maturity preferred of the consumers for avocado, it was determined as values that the dry matter content was between 22-27% , and the post-harvest fruit flesh firmness were 6.5 N or less (Gamble et al. 2010). In accordance with these reports, harvesting times were divided into 3 different periods in order to prevent early or late harvest in a period where Fuerte, Bacon and Zutano cultivars did not have the desired quality characteristics (Bayram and Tepe 2018). The harvest period of each cultivar has defined according to the maturity and ripening process of the fruit.

#### 4. Conclusion

As a result, it was found that the most reliable maturity index was dry weight content, and there was a direct relationship between dry weight content and harvesting time. In cases where this index value was insufficient, taste analysis was determined as the most important factor that helps. Harvesting time of each cultivar were defined with three different harvest periods as early, optimum (most appropriate) and late. Early harvest was determined as a period situated between November and December for Fuerte, between the beginning and the middle of November for Bacon, and throughout November for Zutano. Optimum harvest was determined as a period being between the beginning of January and end-March for Fuerte, between mid-November to mid-January for Bacon, and between the beginning of December and mid-January for Zutano. Late harvest was agreed as an ongoing period between April and May for Fuerte, and between the mid-January and the end-January for Bacon and Zutano.

**Table 5.** The correlation coefficients ( $r$ ) found between harvesting time with the fruit ripening and harvest maturity.

Variables		Fuerte		Bacon		Zutano	
X	Y	2010-2011	2010-2011	2012-2013	2010-2011	2012-2013	
	Dry matter (0 <sup>th</sup> gün)	0.95	0.90	0.88	0.95	0.68	
	Dry matter (7 <sup>th</sup> day)	0.96	0.93	0.87	0.93	0.64	
	Dry matter (14 <sup>th</sup> day)	0.97	0.91	0.83	0.87	0.61	
	Fruit flesh firmness (0 <sup>th</sup> day)	-0.28	-0.39	-0.91	-0.09	-0.73	
	Fruit flesh firmness (7 <sup>th</sup> day)	-0.70	-0.42	-0.17	-0.44	-0.78	
	Fruit flesh firmness (14 <sup>th</sup> day)	0.00	-0.11	0.00	0.02	-0.38	
	Fruit weight loss (7 <sup>th</sup> day)	-0.16	-0.70	-0.79	-0.53	-0.70	
	Fruit weight loss (14 <sup>th</sup> day)	-0.14	-0.78	-0.84	-0.60	-0.81	
	Taste (7 <sup>th</sup> day)	0.65	0.45	0.01	0.45	0.77	
<b>Harvesting time</b>	Taste (14 <sup>th</sup> day)	0.32	0.25	0.53	0.25	0.89	
	Fruit skin color L (0 <sup>th</sup> day)	-0.31	0.68	0.45	0.60	0.84	
	Fruit skin color L (7 <sup>th</sup> day)	-0.25	0.58	0.76	0.71	0.74	
	Fruit skin color L (14 <sup>th</sup> day)	-0.54	-0.07	-0.41	0.55	0.53	
	Fruit skin color C (0 <sup>th</sup> day)	0.07	0.77	0.53	0.72	0.90	
	Fruit skin color C (7 <sup>th</sup> day)	0.21	0.66	0.68	0.82	0.79	
	Fruit skin color C (14 <sup>th</sup> day)	-0.08	-0.07	-0.42	0.20	0.21	
	Fruit skin color <i>h</i> (0 <sup>th</sup> day)	0.82	0.65	0.84	0.67	0.88	
	Fruit skin color <i>h</i> (7 <sup>th</sup> day)	0.83	0.64	0.82	0.16	0.87	
	Fruit skin color <i>h</i> (14 <sup>th</sup> day)	0.51	0.45	0.65	0.61	0.57	

## References

- Arpaia ML, Boreham D, Collin S, Fjeld K, Sievert J (2003) Hass maturity project. In: Witney G (Ed.), Proceedings of the California Avocado Research Symposium, California Avocado Commission, pp. 120-124.
- Bayram S, Aşkın MA (2006) Using of oil and dry matter parameters in some avocado cultivars for determination of harvest date. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1(2): 38-48.
- Bayram S, Tepe S, Toker R (2016) Determination of some physical and chemical changes in fruits of Hass avocado cultivar during harvesting time. Derim 33(1): 14-26.
- Bayram S, Tepe S (2018) Determination of some physical and chemical changes of fruits of Edranol, Ettinger and Wurtz avocado varieties during harvest periods. Derim 35(2): 96-110.
- Bayram S, Tepe S (2019) Determination of some physicochemical properties in fruits of some avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars during the harvesting periods. Derim 36(1): 1-12.
- Blumenfeld A, Offer R, Elimelech M, Degani C, El Bazri R (1992) Avocado fruit maturation and criteria for harvest. Proceedings of Second World Avocado Congress, pp. 489.
- Cañete ML, Pérez de los Cobos R, Hueso JJ (2018) Influence of harvest date on sensory quality attributes of avocado 'Hass'. Acta Hort. 1194. Proc. VIII International Postharvest Symposium: Enhancing Supply Chain and Consumer Benefits—Ethical and Technological Issues (Eds.: Artés-Hernández et al.), pp. 1127-1131.
- Carvalho CP, Velásquez MA, Rooyen ZV (2014) Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of 'Hass' avocado fruits in Colombia. Agronomía Colombiana 32(3): 399-406.
- Clark CJ, White A, Jordan RB, Woolf AB (2007) Challenges associated with segregation of avocados of differing maturity using density sorting at harvest. Postharvest Biology and Technology 46: 119.
- Cox KA, McGhie TK, White A, Woolf AB (2004) Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruits. Postharvest Biology and Technology 31: 287-294.
- Degani C, Bechor V, Albazri R, Blumenfeld A (1986) Dry weight content as an index for determination of maturity of avocado fruits. Alon Hanotea 40: 1017-1022.
- 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 FR, Jaeger SR, White A, Bava C, Beresford M, Stubbings B, Wohlers M, Hofman PJ, Marques 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) Post harvest physiological problems of avocados. South African Avocado Growers' Association Yearbook 8: 8-11.
- Hofman PJ, Fuchs Y, Milne DL (2002) Harvesting, packing, postharvest technology, transport and processing. In: Whitley AW, Schaffer B, Wolstenholme BN (Eds), The Avocado: Botany, Production and Uses; CABI Publishing. 14: 363-390.
- Kassim A, Workneh TS, Bezuidenhout CN (2013) A review on postharvest handling of avocado fruit. Academic Journal 8(2): 2385-2402.
- Lee SK (1981a) A review and background of the avocado maturity standard. California Avocado Society Yearbook 65: 101-109.
- Lee SK (1981b) Maturity studies of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit in California. University of California Riverside, Thesis of doctorate in Plant Physiology, pp. 198.
- Lee SK, Coggins CWJr. (1982) Dry weight method for determination of avocado fruit maturity. California Avocado Society Yearbook 66: 67-70.
- Lee SK, Young RE, Schiffman PM, Coggins CWJr. (1983) Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. Journal of the American Society for Horticultural Science 108(3): 390-394.
- Magwaza LS, Tesfay SZ (2015) A review of destructive and non-destructive methods for determining avocado fruit maturity. Food and Bioprocess Technology 8(10): 1995-2011.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.
- Mizrach A, Flitsanov U, El-Batsri R, Degani C (1999) Determination of avocado maturity by ultrasonic attenuation measurements. Scientia Horticulturae 80: 173-180.
- Obenland D, Collin S, Sievert J, Negm F, Arpaia ML (2012) Influence of maturity and ripening on aroma volatiles and flavor in 'Hass' avocado. Postharvest Biology and Technology 71: 41-50.
- Olarewaju OO (2014) Evaluation of maturity parameters of 'Fuerte' and 'Hass' avocado fruit. College of Agriculture, Engineering and Sciences University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg, South Africa. The Thesis of Master, pp. 139.
- Osuna-García JA, Doyon G, Salazar-García S, Goenaga R, González-Durán IJL (2010) Effect of harvest date and ripening degree on quality and shelf life of Hass avocado in Mexico. Fruits 65: 367-375.
- Osuna-García JA, Doyon G, Salazar-García S, Goenaga R, González-Durán IJL (2011) Relationship Between Skin Color and Some Fruit Quality Characteristics of 'Hass' Avocado. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 95(1-2): 15-23.
- Ozdemir F, Topuz A, Demirkol A, Gölükcü M (2003) Changes in composition of some avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars during harvesting time and postharvest ripening period. Gıda 29(2): 177-183.
- Ozdemir F, Topuz A (2004) Changes in dry matter, oil content and fatty acid composition of avocado during harvesting time and postharvest ripening period. Food Chemistry 86: 79-83.
- Pak HA, Dixon J, Cutting JGM (2003) Influence of early season maturity on fruit quality in New Zealand Hass avocados. Proceedings V World Avocado Congress, 19-24 October, Malaga, Spain, pp. 635-640.
- Parodi G, Sanchez M, Daga W (2007) Correlation of oil content, dry matter and pulp moisture as harvest indicators in Hass avocado fruits (*Persea americana* Mill) grown under two conditions of orchards in Chincha-Perú. <http://www.avocadosource.com/WAC6/en/Extenso/4a-174.pdf>. Accessed 31 July 2019.
- Requejo-Tapia LC, Woolf AB, 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, Avocado Industry Council, New Zealand, pp. 1-25.
- Vakis NJ, Gregoriou C, Papademetriou M (1985) Maturity and picking dates of avocados under Cyprus conditions. California Avocado Society Yearbook, 69: 81-88.
- Villa-Rodríguez JA, Molina-Corral FJ, Ayala-Zavala JF, Olivas GI, González-Aguilar, GA (2010). Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. Food Research International 44: 1231-1237.
- Wedding BB, Wright C, Grauf S, White RD (2011) The application of near infrared spectroscopy for the assessment of avocado quality attributes. <https://www.intechopen.com/books/infrared-spectroscopy-life-and-biomedical-sciences/the-application-of-near-infrared-spectroscopy-for-the-assessment-of-avocado-quality-attributes>. Accessed 31 July 2019.
- Zerbini E, Polesello A (1984) Measuring the color of apple skin by different techniques. Proceedings of the Workshop on Pome-fruit Quality, pp. 161-171.



## Determination of nutritional values and postharvest performance in different types of tomatoes stored under shelf-life conditions

Raf ömrü koşullarında muhafaza edilen farklı domates tiplerinin derim sonrası performansları ve besin değerlerinin belirlenmesi

Qasid ALI<sup>id</sup>, Mehmet Seckin KURUBAS<sup>id</sup>, Hayri USTUN<sup>id</sup>, Mustafa ERKAN<sup>id</sup>

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07059, Antalya, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Erkan, e-mail (e-posta): erkan@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): qasidmrz01@gmail.com, alparangu@gmail.com, mseckink@gmail.com,

### ARTICLE INFO

Received 16 September 2019  
Received in revised form 29 February 2020  
Accepted 02 March 2020

#### Keywords:

Tomato  
*Solanum lycopersicum*  
Antioxidants  
Nutritional quality  
Shelf-life

### ABSTRACT

In this study, beefsteak (cv. 'Tybif'), heirloom (cv. 'Yuksel Koy') and cluster types (cv. 'Merkur') of tomato were harvested at breaker stage of maturity and stored at 20°C temperature and 60±5% relative humidity for comparing their ethylene production, respiration rate, postharvest performance and nutritional characteristics. Analysis for weight loss, antioxidant activity, carotenoid, flavonoid, total phenolics, ascorbic acid contents, ethylene production, respiration rates and amount of unmarketable fruits were determined during 21 days of storage. Weight loss, ethylene production, respiration rate, carotenoid content and amount of unmarketable fruits exhibited increase whereas flavonoid and ascorbic acid content showed decrease with extending storage duration. Maximum antioxidant activity, carotenoid, total phenolics and ascorbic acid contents and minimum weight loss, ethylene production and respiration rate were noted in beefsteak type of tomatoes. Based on results obtained it can be concluded that beefsteak type of tomatoes can be successfully stored with maximal nutritional quality for 21 days of storage as compared to heirloom and cluster types of tomatoes.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 16 Eylül 2019  
Düzeltilme tarihi 29 Şubat 2020  
Kabul tarihi 02 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Domates  
*Solanum lycopersicum*  
Antioksidan  
Besin içeriği  
Raf ömrü

### ÖZ

Bu çalışmada beef (cv. 'Tybif'), köy (cv. 'Yuksel Köy') ve salkım tipi (cv. 'Merkür') domatesler çakır (dönüm) olum aşamasında derilmiş ve derim sonrası performansları, etilen üretimi, solunum hızı ve fitokimyasal özelliklerini karşılaştırmak amacıyla 20°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde muhafaza edilmiştir. Çalışmada, 21 gün süren muhafaza süresince ağırlık kaybı, antioksidan aktivitesi, karotenoid, flavonoid, toplam fenolik maddeler, askorbik asit içerikleri, etilen üretimi, solunum hızı ve pazarlanamaz ürün miktarları belirlenmiştir. Muhafaza süresince ağırlık kaybı, etilen üretimi, solunum hızı, karotenoid ve pazarlanamaz ürün miktarları artış buna karşın flavonoid ve askorbik asit miktarları ise azalış göstermiştir. Maksimum antioksidan aktivite, karotenoid, toplam fenolik madde, askorbik asit içeriği ile en düşük ağırlık kaybı, etilen üretimi ve solunum hızı beef tipi domateslerden elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, raf ömrü koşullarında muhafaza edilen beef tipi domatesler, köy ve salkım tipi domateslere göre daha yüksek besin içeriğine sahip olmuştur.

## 1. Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is the most produced and consumed vegetable in the world and Turkey. The global production of tomato is 177 million tons in which China is the major producer with 56.4 million tons whereas Turkey is ranked 4<sup>th</sup> with 12.6 million tons (FAO 2016). Tomato being an integral part of human diet is an important source of health promoting substances like antioxidants, carotenoids, flavonoids, phenols and ascorbic acid. Consumption of tomato fruit

decrease the risk of cancer, chronic, osteoporosis and cardiovascular diseases (Rao et al. 1998; Giovannucci et al. 2002; Frusciante et al. 2007; Borguini and Torres 2009; Bhowmik et al. 2012). Frequent ingestion of small quantity of tomato may enhance the protection of cell from DNA damage produced by oxidant species (Riso et al. 2004). Food enriched with β-carotenes and vitamin C minimize the chances of illness in human beings (Pandey et al. 1995).



Tomato fruit is classified as climacteric fruit with short postharvest life due to its perishability at room temperature and its ripening is mainly relied on the action of ethylene (Alexander and Grierson 2002). According to Anza et al. (2006), the nutritional composition of tomato is affected by the types, cultivars, ecological conditions, cultural practices, stage of maturity at harvest and storage conditions. Similarly, ascorbic acid content is affected by the cultivars. Viskelis et al. (2015) reported that ascorbic acid varies among the 8 tomato cultivars and they reported that 'Vilina' cultivar had the highest (15.9 mg 100 g<sup>-1</sup>) and 'Viltis' cultivar had the lowest ascorbic acid content (7.8 mg 100 g<sup>-1</sup>). In another study, George et al. (2004) reported that lycopene, ascorbic acid, phenolic contents and antioxidant activity varied among 12 genotypes. In the experiment, cherry cultivars '818' and 'DT-2' had higher level of antioxidants. It is important to determine carotenoid, lycopene, ascorbic acid, phenolic content and antioxidant activity based on which breeding programs can be designed to increase their amount. Therefore, this study was conducted to compute the nutritional amount in beefsteak, heirloom and cluster type of tomatoes during shelf-life conditions.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Materials

In this study, beefsteak (cv. 'Tybif'), heirloom (cv. 'Yuksel Koy') and cluster (cv. 'Merkur') types of tomatoes harvested at the 'breaker stage' were used. The fruits were grown in a commercial greenhouse at Aksu, Antalya region (36°59'57.3" N 30°51'20.4" E). Harvested fruits were immediately transported to the postharvest physiology laboratory, Akdeniz University, Antalya, Turkey. Fruits with any kind of defects were discarded from the experiment. Different types of tomatoes were stored at 20°C temperature and 60±5% relative humidity for comparing their postharvest performance and nutritional values. The physicochemical analysis was performed on 0, 4, 7, 11, 14, 18 and 21 days of storage.

### 2.2. Methods

Individually labeled tomatoes were weighed with a digital balance having sensitivity of 0.01 g for determination of weight losses during storage. The fruits were weighed again at different intervals and weight losses were calculated as percent loss of initial weight (Jan and Rab 2012).

The antioxidant activity of tomatoes was analyzed by using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH\*) method described by Benvenuti et al. (2004). The percent inhibition values corresponding to each sample volume were calculated according to the equation (1).

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Extract}}}{A_{\text{DPPH}}} \times 100 \quad (1)$$

A<sub>DPPH</sub>: The absorbance value of the DPPH\* control sample

A<sub>Extract</sub>: The absorbance value of the test sample

The EC<sub>50</sub> value of the sample was calculated using the equation. One of the most important parameters for antioxidant activity determination by DPPH method is EC<sub>50</sub> (efficient/effective concentration) value. The EC<sub>50</sub> value is expressed as the concentration of the antioxidant substance which inhibits 50% of the DPPH radical present in the fruit samples. As the EC<sub>50</sub> value decreases, the antioxidant activity

increases (Cemeroglu 2010). The EC<sub>50</sub> value was expressed in g fresh weight (fw) EC<sub>50</sub>.

The total carotenoid content was determined according to Witham et al. (1971). The total carotenoid contents were calculated by using the equation (2) and reported as g kg<sup>-1</sup> fw.

$$\text{Chlorophyll a (g kg}^{-1}\text{)} = [12.7 (D663) - 2.69 (D645)] \times V/1000 \times W$$

$$\text{Chlorophyll b (g kg}^{-1}\text{)} = [22.9 (D645) - 4.68 (D663)] \times V/1000 \times W$$

$$\text{Carotenoids (g kg}^{-1}\text{)} = [4.69 (D440) - (\text{chlorophyll a} + \text{chlorophyll b}) \times 0.286] \times V/1000 \times W \quad (2)$$

V= Extract volume

W= Sample quantity

D= Absorbance value at wavelength

The total flavonoid contents of tomatoes were analyzed by following the method described by Karadeniz et al. (2005) and expressed as g kg<sup>-1</sup>.

The total phenolic contents of extracts were analyzed according to the Folin-Ciocalteu method described by Spanos and Wrolstad (1990) and expressed as g of gallic acid equivalent (GAE) per kg of fluid extract. The calibration curve equation of GAE was y= 0.009x + 0.0561 and the coefficient of determination was R<sup>2</sup>= 0.9996.

The total ascorbic acid contents of extracts were analyzed as described by Cemeroglu (2010). The calibration curve equation of ascorbic acid was y= 0.0123x + 0.0134 and the coefficient of determination was R<sup>2</sup>= 0.9557. The contents of total ascorbic acid were calculated using the equation (3).

$$\text{Ascorbic acid (g kg}^{-1}\text{)} = A_2 - A_1/a \times DF \quad (3)$$

A<sub>1</sub>: The absorbance value of the extract sample

A<sub>2</sub>: The absorbance value of the control sample

DF: Dilution factor

a: The slope of the ascorbic acid standard curve

Ethylene production and respiration rate were conducted at 3 days intervals at 20°C with gas chromatography (GC) (Thermo Electron S.p.A., Strada Rivoltana, Milan, Italy). The sample was taken through gas tight syringe and injected to the GC for determination of ethylene and CO<sub>2</sub> production.

Fungal and physiological deterioration occurred in different types of tomato were noted and considered as unmarketable fruits (Jan and Rab 2012). Equation (4) is used for determination of amount of unmarketable fruits.

$$\text{Unmarketable fruits (\%)} = \frac{\text{Number of deteriorated fruits}}{\text{Total number of fruits}} \times 100 \quad (4)$$

The experiment was designed according to the Completely Randomized Experimental Design (RCD) with three replications and each replication contained ten fruit. Means calculated were subjected to Duncan's multiple range test to know the significant differences. The mean values obtained were analyzed in SAS program.

### 3. Results

#### 3.1. Weight loss

Tomatoes are highly sensitive to rapid water loss which leads to rise in weight losses and affects the quality of fruit. Extension in storage duration resulted increase in weight losses possibly due to water loss. At the end 21 days of storage, maximum weight loss (9.52%) was noted in cluster type whereas minimum weight loss (6.03%) was recorded in beefsteak type of tomatoes (Table 1).

#### 3.2. Antioxidant activity

The health benefits of tomatoes are due the presence of antioxidants. They are rich source of antioxidants which protects human body from the damages caused by free radicals. Extension in storage duration resulted in the increase of antioxidant activity except beefsteak type of tomatoes (Table 1). At the end of storage, maximum antioxidant activity 0.44 g fw EC<sub>50</sub> was noted in beefsteak type of tomatoes whereas minimum antioxidant activity 0.65 g fw EC<sub>50</sub> was found in heirloom type of tomatoes. However, there were no statistical differences between beefsteak and cluster types of tomato.

#### 3.3. Carotenoid content

Lycopene is the major carotenoid present in tomato which decreases the risk of breast and prostate cancer in human body. Consumption of carotenoid can improve visual strength. Prolonging storage duration had caused increase in the content of carotenoids. At the end of storage, the highest carotenoid content (0.0349 g kg<sup>-1</sup>) was noted in beefsteak type whereas the lowest carotenoid content (0.0145 g kg<sup>-1</sup>) was recorded in heirloom type of tomatoes (Table 1).

#### 3.4. Flavonoid content

Flavonoids are different group of phenolic secondary metabolites that acts as powerful antioxidants. Its high intake can decrease the risk of cardiovascular disease, cancer and other diseases related to age. The flavonoid content showed decrease with increase in storage. At the end of storage, maximum amount of flavonoid content (0.0277 g kg<sup>-1</sup>) was recorded in heirloom type while minimum flavonoid content (0.0126 g kg<sup>-1</sup>) was found in cluster type of tomatoes (Table 1). However, there were no statistical differences between beefsteak and cluster types of tomato.

**Table 1.** Comparison of nutritional attributes in different types of tomatoes stored under shelf-life conditions at 20°C temperature and 60±5% relative humidity.

Parameters	Tomato types	Storage duration (days)						
		0	4	7	11	14	18	21
Weight loss (%)	Beefsteak	-	1.40k	2.50j	3.51i	3.99hi	5.15f	6.03de*
	Heirloom	-	1.45k	2.60j	3.60i	4.67fg	6.12de	6.56cd
	Cluster	-	2.54j	4.31gh	5.75e	7.03c	8.79b	9.52a
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.*: 0.3145	St. Dur. × Tomato types: 0.5448		Tomato types: 0.2224				
Antioxidant activity (g FW EC <sub>50</sub> )	Beefsteak	0.22g	0.39e.g	0.20g	0.38e.g	0.33e.g	0.44de	0.44de
	Heirloom	1.21a	0.91b	0.91b	0.76bc	0.51de	0.51de	0.65cd
	Cluster	1.19a	1.28a	0.46de	0.43ef	0.23fg	0.45de	0.48de
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.1052	St. Dur. × Tomato types: 0.1822		Tomato types: 0.0689				
Carotenoid content (g kg <sup>-1</sup> )	Beefsteak	0.0035b	0.0066b	0.0075b	0.0078b	0.0082b	0.0136b	0.0349a
	Heirloom	0.0043b	0.0046b	0.0050b	0.0053b	0.0074b	0.0097b	0.0145b
	Cluster	0.0007b	0.0062b	0.0074b	0.0091b	0.0118b	0.0138b	0.0203ab
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.0107	St. Dur. × Tomato types: 0.0185		Tomato types: 0.007				
Flavonoid content (g kg <sup>-1</sup> )	Beefsteak	0.1827a	0.1154bc	0.0806b.e	0.0594c.f	0.0449d.f	0.0422d.f	0.0131f
	Heirloom	0.1345ab	0.1078bc	0.0624c.f	0.0431d.f	0.0422d.f	0.0387d.f	0.0277ef
	Cluster	0.0947b.d	0.0603c.f	0.0414d.f	0.0283ef	0.0282ef	0.0180ef	0.0126f
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.031	St. Dur. × Tomato types: 0.0537		Tomato types: 0.0203				
Total phenolics content (g kg <sup>-1</sup> GAE)	Beefsteak	0.0283a	0.0276ab	0.0274ab	0.0217b.d	0.0210c.e	0.0203c.f	0.0164dh
	Heirloom	0.0273ab	0.0241a.c	0.0239a.c	0.0239a.c	0.0239a.c	0.0154e.h	0.0143gh
	Cluster	0.0116h	0.0115h	0.0169d.h	0.0200c.g	0.0209c.e	0.0147f.h	0.0143gh
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.003	St. Dur. × Tomato types: 0.0052		Tomato types: 0.002				
Ascorbic acid (g kg <sup>-1</sup> )	Beefsteak	0.2317d	0.1938ef	0.2501b	0.2594a	0.1719hi	0.1661ij	0.1627j
	Heirloom	0.2431bc	0.1970e	0.1929ef	0.1787gh	0.1857fg	0.1677ij	0.1594j
	Cluster	0.2498b	0.2366cd	0.1864fg	0.1974e	0.1820g	0.1069k	0.0995k
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.0045	St. Dur. × Tomato types: 0.0079		Tomato types: 0.003				
Unmarketable fruits (%)	Beefsteak	0f	0f	0f	0f	0f	0f	3.50bc
	Heirloom	0f	0f	0f	0f	3.18c	3.82b	5.25a
	Cluster	0f	0f	0f	0f	1.85e	2.35d	2.50d
LSD <sub>5%</sub>	St. Dur.: 0.2469	St. Dur. × Tomato types: 0.4277		Tomato types: 0.1617				

\*: Means showed with different letters are statistically significant at (p≤0.05) according to Duncan's multiple range test.

Abbreviations: LSD= least significant difference, St. Dur.= Storage duration, St. Dur. × Tomato types; Storage duration × Tomato types.

### 3.5. Total phenolics content

Phenolic compounds are natural antioxidants which occur in all parts of the plant. They serve as antibiotics and pesticide. Extension in storage duration had caused decline in the total phenolic contents except cluster type which had shown zigzag behavior. At the end of storage, the highest total phenolic content ( $0.0164 \text{ g kg}^{-1}$  GAE) was recorded in beefsteak type whereas the lowest total phenolics content ( $0.0143 \text{ g kg}^{-1}$  GAE) was noted in both cluster and heirloom type of tomatoes (Table 1).

### 3.6. Ascorbic acid content

Higher vitamin C content can enhance the postharvest life of fruit. Ascorbic acid known as vitamin C act as dietary antioxidant as humans are not able to synthesize vitamin C therefore foods with rich vitamin C contents are of great interest. Tomatoes are important source of vitamin C. The effect of oxidative stress can be minimized through intake of ascorbic acid. There was considerable decrease in content of ascorbic acid with extension in storage. At the end of storage, the highest ascorbic acid content ( $0.1627 \text{ g kg}^{-1}$ ) was recorded in beefsteak type whereas the lowest ascorbic acid content ( $0.0995 \text{ g kg}^{-1}$ ) was noted in cluster type of tomatoes (Table 1). However, there were no statistical differences between beefsteak and heirloom types of tomato.

### 3.7. Ethylene production

Tomatoes are climacteric fruit which shows burst in ethylene production. Ethylene acts as a primary regulator of ripening in tomato fruit and therefore plays active role in

changing color, texture, flavor and aroma of the fruit. Maximum ethylene productions in heirloom and cluster types were attained on 14<sup>th</sup> day of storage at 20°C whereas beefsteak type of tomatoes had maximal ethylene production on 7<sup>th</sup> day of storage (Fig. 1). Cluster type tomatoes had the highest ethylene production ( $3.68 \mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) followed by heirloom ( $2.54 \mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) and beefsteak type of tomatoes ( $2.52 \mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ).

### 3.8. Respiration rate

Tomato fruit continues to respire after harvesting as the fruit is not in contact with plant anymore therefore it will have to use its own energy for internal process which is set by respiration. Proper control of respiration rate is obligatory for keeping quality of tomato fruit. Heirloom and cluster types tomatoes had peak climacteric rise on 11<sup>th</sup> day while beefsteak type of tomatoes had maximal  $\text{CO}_2$  production on 14<sup>th</sup> day of storage (Fig. 2). Maximum  $\text{CO}_2$  production was recorded in cluster type ( $3.66 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) followed by heirloom ( $2.74 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) and beefsteak type of tomatoes ( $2.01 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ).

### 3.9. Amount of unmarketable fruits

Tomatoes having physiological or fungal deterioration are considered unmarketable. Fruit with higher respiration rate deteriorates rapidly. The amount of unmarketable fruits exhibited increase with extension in storage duration. At the end of storage, the highest amount of unmarketable fruits (5.25%) were recorded in heirloom type whereas the lowest amount of unmarketable fruits (2.50%) were calculated in cluster type of tomatoes (Table 1).

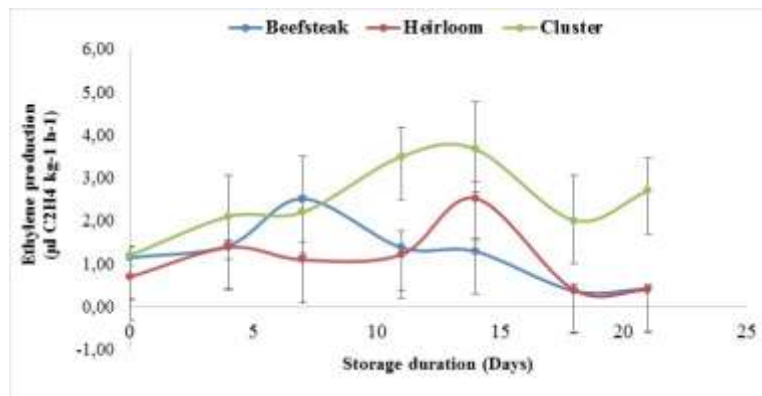


Figure 1. Ethylene production of different types of tomato at 20°C.

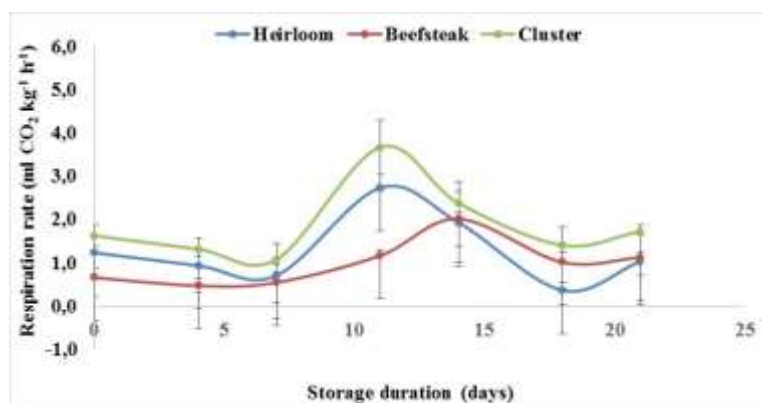


Figure 2. Respiration rates of different types of tomato at 20°C.

#### 4. Discussion

The weight losses increased as the ripening proceeds as mentioned by Sammi and Masud (2007). According to Javanmardi et al. (2006) tomato storage at higher temperature resulted in higher transpiration rates due to which weight losses are accelerated which agreed with the results obtained in this study.

Our results agreed with Tilahun et al. (2017) who reported significant differences in scavenging activity of DPPH radical under different ripening conditions of tomato. Furthermore, they showed that antioxidant activity was more at the red stage of tomato which may be due to increase in the lycopene content. This was in confirmation with our outcomes regarding heirloom and cluster types however contradict with the result of beefsteak type of tomatoes where zigzag behavior was observed. George et al. (2004) mentioned that antioxidant activity changes considerably depending on the genotypes as noticed in our experiment.

Increase in carotenoid content during this experiment can be because of advancement in ripening that change color of tomato from green to red with conversion of chloroplast to chromoplast, degradation of chlorophyll and accumulation of carotenoid occurs as explained by Alexander and Greirson (2002).

In our study, different types of tomatoes had significant effect on flavonoid content which agreed with Riadh et al. (2016) who mentioned that different cultivars of tomato significantly affected flavonoid content. Decrease in flavonoid contents with extending storage duration during this study was supported by the findings of Howard et al. (2000) who reported the decrease of flavonoid content during maturation of peppers. The losses in flavonoid content during our study may be because of metabolic transformation to secondary phenolic compounds Barz and Hoesel (1979).

Riadh et al. (2016) and George et al. (2004) mentioned the significant effect of total phenolic contents between the different cultivars of tomato as obtained in our study. Declining trend shown by total phenolic content with extending storage duration in our study can be because of the higher respiration rate that caused degradation of phenolic compounds Day (2001).

In our study different types of tomatoes had significantly affected the ascorbic acid content which was supported by the findings of Riadh et al. (2016) who revealed the significant effects among cultivars which confirmed our results. Decrease in ascorbic acid content during our study may be because of oxidation caused by oxidizing enzymes as reported by Tudor-Rado et al. (2016) in tomato.

Eum et al. (2009) reported rise and then decline in the ethylene production which agreed with our study. Lelievre et al. (1997) reported that the sudden rise in ethylene production pre-ripening climacteric fruits regulate alterations in physiological characteristics.

The climacteric nature of tomato allows sharp rise in production of respiration rate (Sammi and Masud 2007). Rise in metabolic activity of the fruit occur during the transition to the growth of the fruits can be the possible reason of this increase in the respiration rate during our study as reported by Karacali (1990).

In this study the amount of unmarketable fruits displayed increase with storage. The possible reason can be the rise in

ethylene production and respiration rates which are the key elements that stimulate decay of fruits and vegetables (Gonzalez-Aguilar et al. 2010).

In conclusion, in the present study beefsteak, heirloom and cluster type of tomatoes stored under shelf life conditions exhibited increase in weight loss, carotenoid content, ethylene production, respiration rate and amount of unmarketable fruits whereas decrease in flavonoid and ascorbic acid contents. The amount of antioxidant activity, carotenoid, flavonoid, total phenolic and ascorbic acid contents noted in this study furthermore application of proper storage techniques that reduces weight losses, ethylene production, respiration rates and amount of unmarketable fruits can be used to improve the nutritional characteristics of these types of tomatoes. It can be concluded that beefsteak type of tomatoes had superior nutritional quality when compared with heirloom and cluster type of tomatoes.

#### Acknowledgements

The financial support for this study was provided by Scientific and Technological Unit Akdeniz University.

#### References

- Alexander L, Grierson D (2002) Ethylene biosynthesis and action in tomato: A model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany* 53(377): 2039-2055.
- Anza M, Riga P, Garbisu C (2006) Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. *Journal of Food quality* 29: 16-37.
- Barz W, Hoesel W (1979) Metabolism and degradation of phenolic compounds in plants. In: Swain T, Harbone JB, Van Sumere CF (Eds), *Biochemistry of Plant Phenolics*. Recent Advances in Phytochemistry, vol 12. Springer, Boston, MA, pp. 339-369.
- Benvenuti S, Pellati F, Melegari M, Bertelli D (2004) Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of Rubus, Ribes and Aronia. *Food Chemistry and Toxicology* 69(3): 164-169.
- Bhowmik D, Kumar KPS, Paswan S, Srivastava S (2012) Tomato-A natural medicine and its health benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 1(1): 33-43.
- Borguini RG, Da Silva Torres EAF (2009) Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Reviews International* 25(4): 313-325.
- Cemeroglu B (2010) *Food Analysis*. 2nd Edition, Publications of the Food Technology Society. Ankara.
- Day BPF (2001) Modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables—An overview. *Acta Horticulturae* 553: 585-590.
- Eum HL, Kim HB, Choi SB, Lee SK (2009) Regulation of ethylene biosynthesis by nitric oxide in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit harvested at different ripening stages. *European Food Research and Technology* 228: 331-338.
- FAO (2016) Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Accessed 20 February 2018.
- Frusciante L, Carli P, Erconalo MR, Pernice R, Di Matteo A, Fogliano V, Pollegri N (2007) Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research* 51: 609-617.
- George B, Kaur C, Khurdiya DS, Kapoor HC (2004) Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84: 45-51.



- Giovannucci E, Rimm EB, Liu Y, Stampfer MJ, Willet WC (2002) A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute* 94(5): 391-398.
- Gonzalez-Aguilar GA, Ayala-Zavala JF, De la Rosa LA, Alvarez-Parrilla E (2010) Phytochemical Changes in the Postharvest and Minimal Processing of Fresh Fruits and Vegetables. In: L.A. De la Rosa, E. Alvarez-Parrilla, G.A. Gonzalez-Aguilar (Eds), *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, nutritional value and stability*. Wiley-Blackwell, Ames Iowa USA, pp. 309-339.
- Howard LR, Talcott ST, Brenes CH, Villalon B (2000) Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* Species) as influenced by maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 1713-1720.
- Jan I, Rab A (2012) Influence of storage duration on physico-chemical changes in fruit of apple cultivars. *The Journal of Animal & Plant Science* 22(3): 708-714.
- Javanmardi J, Kubota C (2006) Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 151-155.
- Karacali I (1990) Storage and marketing of horticultural products (*Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması*), (Ege University, Faculty of Agriculture, Bornova/İzmir), pp. 486. (Originally in Turkish)
- Karadeniz F, Burdurlu HS, Koca N, Soyer Y (2005) Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal for Agriculture and Forestry* 29: 297-303.
- Lelievre J, Latche A, Jones B, Bouzayen M, Pech J (1997) Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum* 101: 727-739.
- Pandey DK, Shekelle R, Selwyn BJ, Tangney C, Stamler J (1995) Dietary vitamin C and  $\beta$ -Carotene and risk of death in middle-aged men. *American Journal of Epidemiology* 142(12): 1269-1278.
- Rao AV, Waseem Z, Agarwal S (1998) Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Research International* 31(10): 737-741.
- Riadh I, Siddiqui MW, Imen T, Gabriella P, Salvatore LM, Chafik H (2016) Functional quality and colour attributes of two high-lycopene tomato breeding lines grown under greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4(5): 365-373.
- Riso P, Visioli F, Erba D, Testolin G, Porrini M (2004) Lycopene and vitamin C concentrations increase in plasma and lymphocytes after tomato intake. Effects on cellular antioxidant protection. *European Journal of Clinical Nutrition* 58: 1350-1358.
- Sammi S, Masud T (2007) Effect of different packaging systems in storage life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* var. Rio grande) during different ripening stages. *Internet Journal of Food Safety* 9: 37-44.
- Spanos GA, Wrolstad RE (1990) Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38(7): 1565-1571.
- Tilahun S, Park DS, Taye AM, Jeong CS (2017) Effects of storage duration on physicochemical properties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticultural Science & Technology* 35(1): 88-97.
- Tudor-Radu M, Vijan LE, Tudor-Radu CM, Tita I, Sima R, Mitrea R (2016) Assessment of ascorbic acid, polyphenols, flavonoids, anthocyanins and carotenoids content in tomato fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 44(2): 477-483.
- Viskalis P, Radzevicius A, Urbonaviciene D, Viskelis J, Karkleliene R, Bobinas C (2015) Biochemical parameters in tomato fruits from different cultivars as functional foods for agricultural, industrial, and pharmaceutical uses. In: *Plants for the future*. H. ElShemy (Ed.), InTech Open, London, pp. 45-77.
- Witham FH, Blaydes BF, Devlin RM (1971) *Experiments in plant physiology*. 1<sup>st</sup> Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York.



# Comparison between artificial neural networks and some mathematical models in leaf area estimation of Red Chief apple variety

## Red Chief elma çeşidinde yapay sinir ağları ve bazı matematiksel modeller kullanılarak yaprak alan tahminlerinin karşılaştırılması

Selma BOYACI<sup>1</sup>, Hande KÜÇÜKÖNDER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey

<sup>2</sup>Department of Business Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Bartın University, Bartın, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): S. Boyacı, e-mail (e-posta): selma.boyaci@ahievran.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): hkucukonder@gmail.com

### ARTICLE INFO

Received 18 October 2019  
Received in revised form 16 March 2020  
Accepted 17 March 2020

#### Keywords:

ANN  
Leaf area index  
Growth  
Apple  
Mathematical model

### ABSTRACT

Leaf area index is an important variable in ecological and physiological studies. This study was aimed to determine the most suitable model explaining the leaf area estimation and weekly growth of leaf parameters in Red Chief apple variety. In the first part of the study, the leaf area was modeled through two different models (Model-1 and Model-2) developed based on ANN and power function ( $LA = Ax^B$ ). In the second part, the weekly growth of each of the leaf width, length and area parameters were analyzed according to the Gompertz and Logistics function. The results of analysis revealed that leaf area estimations performed by ANN (Training:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.922, MAD= 0.614, MAPE= 4.22; Testing:  $R^2 = 0.94$ , RMSE= 3.346, MAD= 1.889, MAPE= 4.88) were more successful than Model-1 and Model-2. In addition, Gompertz has come to the fore as the model that best describes the weekly growth in all leaf parameters (Width:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.154, MAD= 0.134, MAPE= 3.65, Length:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.180, MAD= 0.145, MAPE= 2.26 and Leaf area:  $R^2 = 0.99$ , RMSE= 0.73, MAD= 0.654, MAPE= 4.60).

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Ekim 2019  
Düzeltilme tarihi 16 Mart 2020  
Kabul tarihi 17 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

ANN  
Yaprak alan indeksi  
Büyüme  
Elma  
Matematiksel model

### ÖZ

Yaprak alan indeksi ekolojik ve fizyolojik çalışmalarda önemli bir değişkendir. Çalışmada, Red Chief elma çeşidinde yaprak alan tahmini ve yaprak parametrelerinin haftalık büyümesini açıklayan en uygun modelin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmanın ilk kısmında ANN ve power fonksiyonuna ( $LA = Ax^B$ ) dayalı geliştirilen iki farklı model (Model-1 ve Model-2) aracılığıyla yaprak alanı modellenmekte, ikinci kısmında yaprak en, boy ve alan parametrelerinin her birinin haftalık büyümeleri Gompertz ve Lojistik fonksiyona göre analiz edilmektedir. Analiz sonuçlarına göre yaprak alan tahmininde ANN'nin (Eğitim:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.922, MAD= 0.614, MAPE= 4.22; Test:  $R^2 = 0.94$ , RMSE= 3.346, MAD= 1.889, MAPE= 4.88) Model-1 ve Model-2'den daha başarılı tahminlerde bulunduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında yaprak parametrelerinin tamamında haftalık büyümeyi en iyi açıklayan modelin Gompertz olduğu (En:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.154, MAD= 0.134, MAPE= 3.65, Boy:  $R^2 = 0.98$ , RMSE= 0.180, MAD= 0.145, MAPE= 2.26 ve Yaprak alanı:  $R^2 = 0.99$ , RMSE= 0.73, MAD= 0.654, MAPE= 4.60) görülmüştür.

## 1. Introduction

In terrestrial ecosystems, leaf area index (LAI) is directly related to plant growth, photosynthesis rate, evapotranspiration and yield (Pandey and Singh 2011). Leaf area estimation is valuable for studies such as; plant nutrition, plant competition, plant-soil-water relations, plant protection measures, respiration, light reflection and heat transfer in plants (Mohsenin 1986). Therefore, rapid, handy, economical and precise estimation of leaf area is very important for botanists. Measuring the surface

area of a large number of leaves can be both time-consuming and require intensive labor.

Several methods have been developed to facilitate the leaf area measurement (Rouphael et al. 2010). Leaf area measurement methods can be categorized as: destructive and non-destructive methods (De Swart et al. 2004). Destructive methods require excision of the leaf from the plant and include

drawing, blueprinting, photographing, image analysis and measuring by a conventional planimeter or an electronic leaf area meter. The destructive methods are time-consuming and require expensive equipment. Therefore, a simple, quick and reliable non-destructive method is needed to estimate the leaf area (Keramatlou et al. 2015). The leaf area is not directly measured in non-destructive methods. Instead, mathematical models are developed to correctly estimate the leaf area, using easily measured leaf parameters such as leaf length, leaf width and leaf stalk length (Schwarz and Kläring 2001). Regression analysis has been commonly used to determine the relationship between leaf area, leaf length and leaf width and/or leaf length x width (Palmer 1987; Sérgio et al. 2004; Sala et al. 2015). However, the use of artificial intelligence based estimation methods such as artificial neural network (ANN), which does not require strict assumptions on the data, can provide successful results in leaf area estimation (Shabani et al. 2017). The ANN becomes a common method in modeling complex input-output dependencies (Maren et al. 1990). Several authors indicated that the ANN gives reliable results in comparison with conventional methods (Moosavi and Sepaskhah 2012; Yuan et al. 2017).

This study was carried out to determine the estimation of leaf area by ANN and some mathematical models (Gompertz and Logistics) using the width and length measurement values of leaf samples, and the weekly growth rate of Red Chief apple variety.

## 2. Materials and Methods

The leaves of Red Chief apple cultivar which were grafted on MM 106 semi-dwarf apple rootstock were used as plant material in the study. Leaf samples were taken in the vegetation period and transferred to the laboratory in ice packs. The length and width measurements were carried out from the longest and widest parts of the leaves (Montero et al. 2000; Demirsoy and Demirsoy 2003; Serdar and Demirsoy 2006; Celik et al. 2011).

The leaf area was calculated using Placom Intelligent Planimeter with 3 replications.

The data for leaves of the Red Chief apple cultivar were analyzed in two different axes. The estimation of leaf area by ANN and some mathematical models was the first axis, and the second one is the determination of the most suitable model that explains the leaf width, length and area growth. The ANN and power function ( $LA = Ax^B$ ) were used to estimate the leaf area, and Gompertz and Logistics function were used to model the weekly growth of the leaves.

### 2.1. Artificial Neural Network (ANN)

The ANN method was developed inspiring from the working and learning ability of the brain (Öztemel 2016), and was based on the operating principle of a biological nerve cell which has 3 layers; input, hidden and output layers (Dawson and Wilby 1998). The number of neurons in the input and output layers may differ depending on the number of variables (dependent and independent variables) defining the inputs and outputs of the problem being investigated, while the trial and error method is common in determining the number of neurons to be included in the interlayer (Yavuz and Deveci 2012; Özşahin and Singer 2019a). Different learning types can be preferred in the ANN to learn the relationship between the outputs corresponding to the inputs. The learning types in ANN are defined as supervised, unsupervised, mixed and reinforced (Akıllı and Atıl 2014). In the training process of the network, minimizing the difference between the actual values and the results produced by the network is aimed; thus, the updates of link weights iteratively continues until reaching the error level determined in this process (Takma et al. 2012). The model performance is evaluated with the test dataset when the learning process is completed (Özşahin and Singer 2019b).

In this context, the general representation of the process steps followed in the ANN approach for the leaf area estimation using the leaf width and length measurement values was schematically presented in Figure 1.

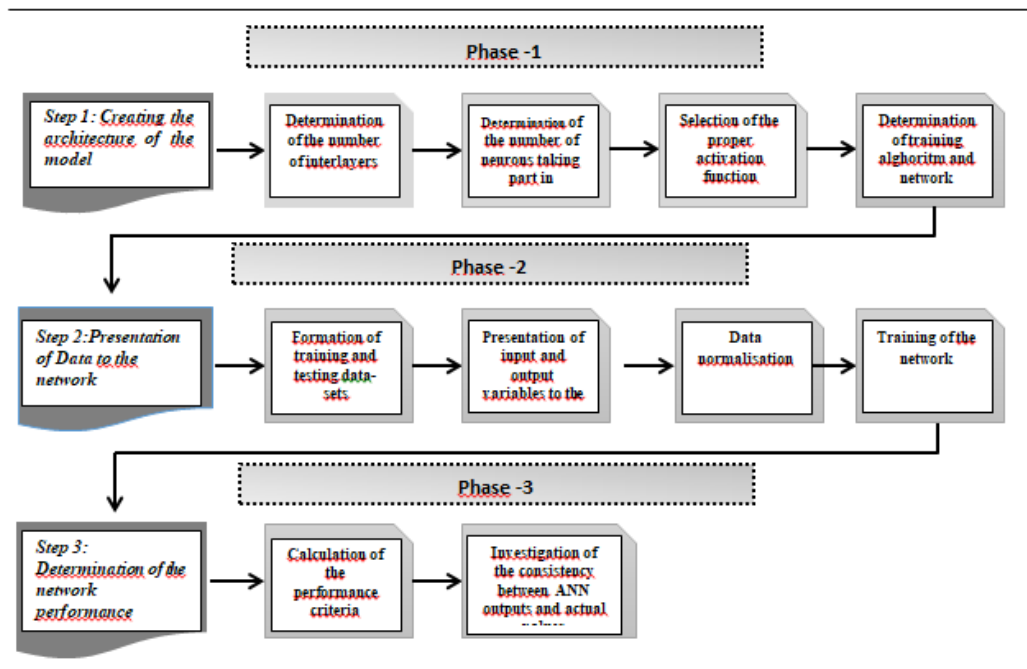


Figure 1. Flowchart in estimation of leaf area in the ANN model.

In the ANN model studied, the leaf width and length measurement values have been presented as input data under appropriate network topology in Step 1, while leaf area measurements have been presented to the network as 2 inputs and 1 outputs (Figure 1). The number of intermediate layers and the number of neurons in this layer were determined by trial and error method as 1:6 as a single layer with 6 neurons. In Step 2, the data set is divided into two parts as training and testing. All the data were subjected to normalization process in the range of [-1 1]. The use of hyperbolic tangent in the intermediate layer and the linear transfer function in the output layer were preferred. Finally, Scaled Conjugate Gradient (SCG) back-propagation algorithms was used for the network training. In Step 3, the performance of the model was evaluated by some statistical criteria stated in equations 1-4 (Akkol et al. 2017).

The ANN model used in estimation of leaf area was examined in comparison with two different mathematical models based on power equation as Model-1 and Model-2. The equations for the Model-1 and Model-2 were given in Table 1.

**Table 1.** Equations for the leaf area estimation models used in the study.

Models	Nonlinear function	Linear form
Model- 1	$Y_{LA}=A(W)^B$	$\ln(Y_{LA})= \ln(A)+B \ln(W)$
Model- 2	$Y_{LA}=A(L)^B$	$\ln(Y_{LA})= \ln(A) + B \ln(L)$

A and B refer to model coefficients.

2.2. Analysis of leaf parameters with nonlinear models

Temporal (weekly) growths of the width, length and area parameters of a leaf were modeled as the secondary goal of the study. Data were analyzed with two different growth functions, Gompertz and Logistics. Equational expressions regarding the models used were shown in Table 2 (Kıymaz et al. 2018a; Kıymaz et al. 2018b).

Some goodness of fit criteria used in comparing the model performances were given in equations 1-4, respectively (Akkol et al. 2017). The evaluations revealed that RMSE, MAPE and MAD values of the model were low and R<sup>2</sup> value was high.

**Table 2.** Models and related equations.

Models	Model expression
Gompertz	$Y_t=b_0 \exp(-b_1 \exp(-b_2 t))$
Logistic	$Y_t=b_0 (1+ b_1 \exp(-b_2 t))^{-1}$

b<sub>0</sub>: asymptotic value, b<sub>1</sub>: growth values of apple leaves in the vegetation period, b<sub>2</sub>: growth rate, t: time (week).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \tag{1}$$

**Table 4.** The results of regression analysis based on ANN and Power equation.

Performance Criteria	Model -1		Model -2		ANN	
	Training	Testing	Training	Testing	Training	Testing
R <sup>2</sup>	0.912	0.833	0.88	0.696	0.982	0.940
MAD	1.941	3.061	2.146	4.113	0.614	1.889
RMSE	2.535	3.695	2.746	5.025	0.922	3.346
MAPE	12.69	9.004	14.78	12.19	4.221	4.877

Training and test models  
 Model-1: Training  $Y_{LA}= 1.53W^{1.8049}$ ; Testing:  $Y_{LA}= 2.952 W^{1.443}$   
 Model-2: Training  $Y_{LA}= 0.4653L^{1.8964}$ ; Testing:  $Y_{LA}= 0.7061 L^{1.765}$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{n}} \tag{2}$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \tag{3}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|}{n} \times 100 \tag{4}$$

In equations, n is the number of sample data (number of leaves taken for measurement), Y<sub>i</sub> is the measured values,  $\hat{Y}_i$  is the prediction value, i is the estimation value and  $\bar{Y}_i$  is the mean value. MATLAB R2013.a and Microsoft Office Excel software were used in ANN modeling.

3. Results

Descriptive statistics on width, length and leaf area were given in Table 3. The mean values of leaf length, width and area were 4.37 cm, 7.40 cm and 23.90 cm<sup>2</sup>, respectively.

**Table 3.** Descriptive statistics of width, length and area of leaf samples.

Data sets	Measurement	Min	Max	Mean	SEM	N
Inputs	L	1.50	8.20	4.37	0.12	125
	W	2.00	12.00	7.40	0.18	125
Output	LA	2.75	65.25	23.90	1.09	125

L: Leaf length (cm), W: Leaf width (cm), LA: Leaf area (cm<sup>2</sup>), SEM: Standard Error of Mean.

The findings of the study were given in two parts. In the first part, the results of regression analysis based on ANN and Power equation, and the most appropriate model selection explaining the weekly growth of leaf parameters (width, length and area) is given in the second part.

3.1. Analysis of results obtained by ANN and mathematical models

In ANN, where width and length measurement values of leaves were considered as input to the network and leaf area as output, 60% of the data (n= 75) was allocated to test the network, and the remaining 40% (n= 50) was used as test data to evaluate the performance of the network used. These datasets were also analyzed for two different models based on power equation, and R<sup>2</sup>, MAD, RMSE and MAPE values obtained were given in Table 4.

The ANN, considering the R<sup>2</sup> value, MAD, RMSE and MAPE criteria, yielded better results than Models 1 and 2 which were developed using only the width and length parameters (Table 4).

### 3.2. Findings on weekly growth of leaf width, length and area parameters

The most suitable model explaining the growth of leaf width, length and area were determined in the second part of the study by using mean weekly measurements. Two different models, Gompertz and Logistics, were used for this purpose. The parameter values of the aforementioned models were given in Table 5.

The values of some goodness of fit criteria calculated for the models were given in Table 6. The best model (width, length, area) which had the highest  $R^2$  and the lowest RMSE, MAD and MAPE values for all three parameters was Gompertz model (Table 6). The fit graphs between weekly measurement values and measurement values for leaf width, length and area were shown in Figure 2, respectively.

The  $R^2$  values in the Gompertz model for all the leaf width, height and area parameters approached 1.0 more than those in the Logistics model and explained the real measurement values at a high rate (Figure 2).

## 4. Discussion and Conclusions

The leaf area is an important parameter for physiological and agronomic studies. Therefore, reliable data on leaf area is crucial in determining the physiological characteristics of apple, which is one of the most produced and consumed fruits in Turkey and rest of the world. Several mathematical estimation models have been developed for various plants, using leaf length and width parameters obtained using non-destructive methods. Various combinations of leaf width and length parameters were used in estimation of leaf area for different plants, and regression analysis was frequently preferred to investigate the relationship between the parameters (Williams

III and Martinson 2003; De Swart et al. 2004; Sérgio et al. 2004; Cho et al. 2007; Peksen 2007; Rivera et al. 2007; Kumar 2009). In addition, studies employing the ANN method and regression analysis together (Vazquez-Cruz et al. 2013; Küçükönder et al. 2016; Yuan et al. 2017), showed that ANN method provided better results and could be an alternative to regression analysis. Ozturk et al. (2019) stated that ANN models were more accurate in terms of both the training and testing phases compared to the multiple linear regression models.

Kıymaz et al. (2018a) who carried out a study using nonlinear methods such as artificial neural networks, Logistic, Richards and Gompertz models in estimating the leaf area of sugar beet, reported that all models exhibited high identification success. In another study carried out to estimate bean leaf area using Gompertz, Weibull, Logistics and Monomolecular models, Kıymaz et al. (2018b) reported that the Gompertz model was the most successful model, followed by the monomolecular model.

The results of this study revealed that ANN provides more successful estimations than Model-1 and Model-2, which are based on only leaf width and length parameters. In addition, Gompertz model has given the best estimation result for the weekly leaf growth. In this context, mathematical methods such as ANN and Gompertz, which have been used to estimate the leaf area of different plants, can be considered successful and effective estimation tool to estimate the measurement values of the Red Chief apple cultivar.

The results concluded that the use of mathematical modeling tools will contribute to the researchers as an alternative method to reduce labor, economic cost and save time by accurately determining the leaf area and weekly leaf growth values.

**Table 5.** The values of model parameters.

Measurements	Model	$b_0$	$b_1$	$b_2$
Width	Gompertz	6.623	1.252	0.222
	Logistic	6.301	2.105	0.312
Length	Gompertz	9.883	1.134	0.295
	Logistic	9.628	1.809	0.387
Leaf Area	Gompertz	49.630	2.373	0.223
	Logistic	43.195	6.392	0.389

**Table 6.** Comparison of performances for nonlinear mathematical models.

Measurements	Models	Performance Criteria			
		$R^2$	RMSE	MAD	MAPE
Width	Gompertz	0.98	0.154	0.134	3.656
	Logistic	0.97	0.165	0.143	4.011
Length	Gompertz	0.98	0.180	0.145	2.263
	Logistic	0.98	0.197	0.160	2.524
Leaf Area	Gompertz	0.99	0.73	0.654	4.602
	Logistic	0.99	0.87	0.712	5.776



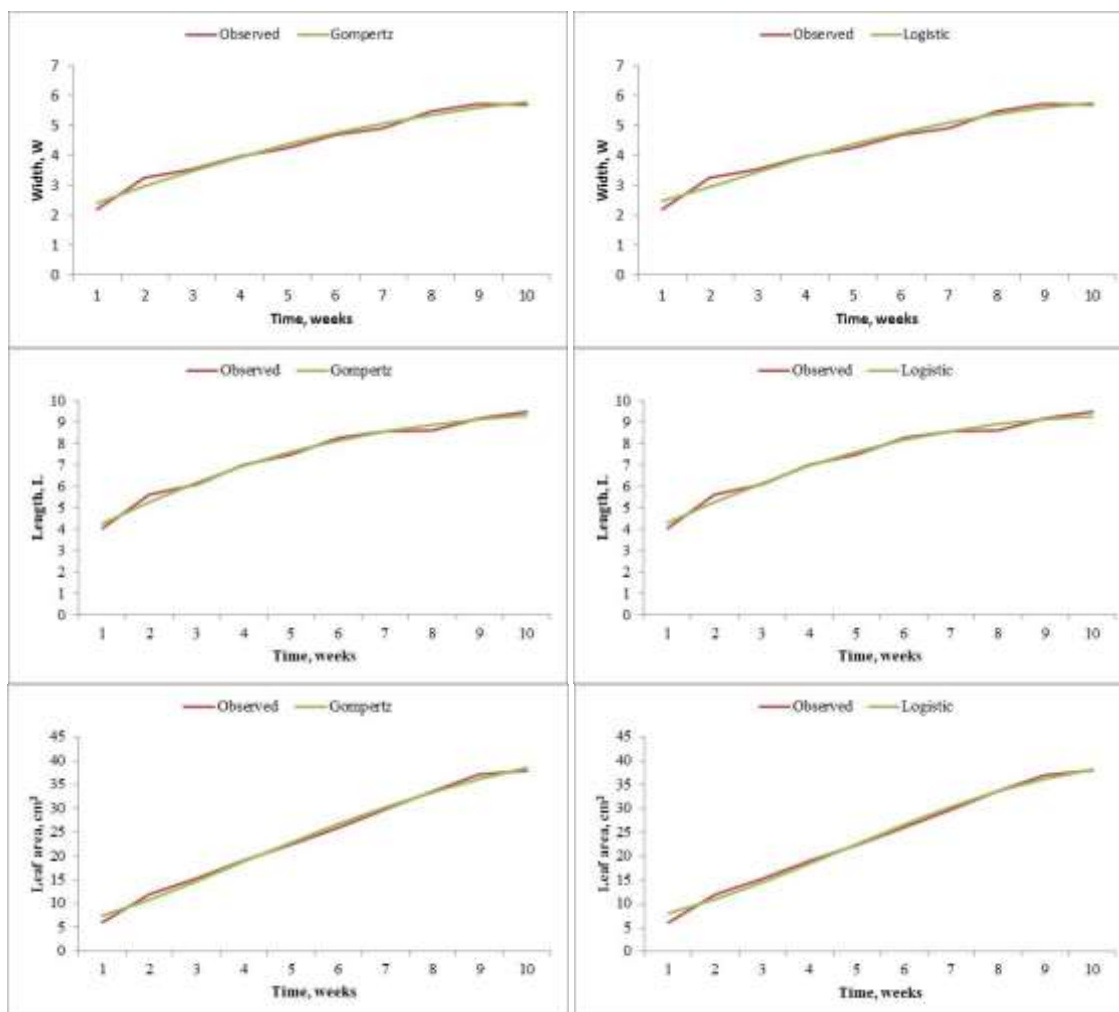


Figure 2. The values of measured and estimated by models.

## References

- Akılı A, Atıl H (2014) Artificial intelligence technology, fuzzy logic and artificial neural networks in dairy. *Animal Production* 55(1): 39-45.
- Akkol S, Akılı A, Cemal İ (2017) Comparison of artificial neural network and multiple linear regression for prediction of live weight in hair goats. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Science* 27: 21-29.
- Celik H, Odabas MS, Odabas F (2011) Leaf area prediction models for highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) from linear measurements. *Advances in Food Sciences* 33:16-21.
- Cho YY, Oh S, Oh MM, Son JE (2007) Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumbers (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. *Scientia Horticulturae* 111: 330-334.
- Dawson CW, Wilby R (1998) An artificial neural network approach to rainfall-runoff modelling. *Hydrological Sciences Journal* 43(1): 47-66.
- De Swart EAM, Groenwold R, Kanne HJ, Stam P, Marcelis LFM, Voorrips RE (2004) Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages and accessions of *Capsicum annum* L.. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79(5): 764-770.
- Demirsoy H, Demirsoy L (2003) A validated leaf area prediction model for some Cherry cultivars in Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 35(3): 361-367.
- Keramatlou I, Sharifani M, Sabouri H, Alizadeh M, Kamkar BA (2015) Simple linear model for leaf area estimation in Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Scientia Horticulturae* 184: 36-39.
- Kıymaz S, Karadavut U, Ertek A (2018a) A comparison of artificial neural networks and some nonlinear models of leaf area estimation of sugar beet at different nitrogen levels. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences* 5(3): 303-309.
- Kıymaz S, Karadavut U, Şimşek G, Soğanç K (2018b) Comparison of some mathematical growth models for leaf area development of some beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different irrigation regimes. *Journal of Süleyman Demirel University Faculty of Agriculture, 1st International Agricultural Structures and Irrigation Congress, Special Issue*: 166-172.
- Küçükönder H, Boyacı S, Akyüz A (2016) A modeling study with an artificial neural network: developing estimation models for the tomato plant leaf area. *Turkish Journal Of Agriculture and Forestry*. 40: 203-212.
- Kumar R (2009) Calibration and validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 122: 142-145.
- Maren AJ, Harston CT, Pap RM (1990) *Handbook of neural computing applications*. Academic Press, eBook ISBN: 9781483264844, San Diego (CA).
- Mohsenin NN (1986) *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, NY, USA.

- Montero FJ, De Juan JA, Cuesta A, Brasa A (2000) Nondestructive methods to estimate leaf area in *Vitis vinifera* L.. HortScience 35: 696-698.
- Moosavi AA, Sepaskhah A (2012) Artificial neural networks for predicting unsaturated soil hydraulic characteristics at different applied tensions. Archives Agronomy and Soil Science 58(2): 125-153.
- Özşahin Ş, Singer H (2019a) Estimation of the surface roughness and adhesion resistance of wood with artificial neural networks. Journal of Politeknik 22(4): 889-900.
- Özşahin Ş, Singer H (2019b) Using an artificial neural network model to estimate wood surface roughness. Düzce University Journal of Science and Technology 7(3): 1764-1777.
- Öztemel E (2016) Artificial neural networks, Papatya Press, İstanbul, Turkey.
- Ozturk A, Cemek B, Kucuktopcu E (2019) Modelling of the leaf area for various pear cultivars using neuro computing approaches. Spanish Journal of Agricultural Research 17(4): 1-11.
- Palmer JW (1987) The measurement of leaf area in apple trees. Journal of Horticultural Science 62: 5-10.
- Pandey SK, Singh H (2011) A simple, cost-effective method for leaf area estimation. doi:10.1155/2011/658240.
- Peksen E (2007) Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.). Scientia Horticulturae 113: 322-328.
- Rivera CM, Roupahel Y, Cardarelli M, Colla G (2007) A simple and accurate equation for estimating individual leaf area of eggplant from linear measurements. European Journal of Horticultural Science 72(2): 228-230.
- Roupahel Y, Mouneimne AH, Mendoza-de Gyves E, Rivera CM, Colla G (2010) Modeling individual leaf area of rose (*Rosa hybrida* L.) based on leaf length and width measurement. Photosynthetica 48(1): 9-15.
- Sala F, Arsene GG, Iordănescu O, Bodea M (2015) Leaf area constant modeling optimizing foliar area measurement in plants: A case study in apple tree. Scientia Horticulturae 193: 218-224.
- Schwarz D, Kläring HP (2001) Allometry to estimate leaf area of tomato. Journal of Plant Nutrition 24(8): 1291-1309.
- Serdar Ü, Demirsoy H (2006) Non-destructive leaf area estimation in chestnut. Scientia Horticulturae 108: 227-230.
- Sérgio P, Silva L, Barbin D, Gonçalves RJS, Firmino JDC, Fonseca IC (2004) Leaf area estimates of custard apple tree progenies. Revista Brasileira de Fruticultura 26(3): 558-560.
- Shabani A, Ghaffary KA, Sepaskhah AR, Kamgar-Haghighi AA (2017) Using the artificial neural network to estimate leaf area. Scientia Horticulturae 216: 103-110.
- Takma Ç, Atıl H, Aksakal V (2012) Comparison of multiple linear regression and artificial neural network models goodness of fit to lactation milk yields. Journal of Kafkas University Veterinary Faculty 18(6): 941-944.
- Vazquez-Cruz MA, Jimenez-Garcia SN, Luna-Rubio R, Contreras-Medina LM, Vazques-Barrios E, Mercado-Silva E, Torres-Pacheco I, Guevara-Gonzalez RG (2013) Application of neural networks to estimate carotenoid content during ripening in tomato fruits (*Solanum lycopersicum*). Scientia Horticulturae (162): 165-171.
- Williams III L, Martinson TE (2003) Nondestructive leaf area estimation of 'Niagara' and 'DeChaunac' grapevines. Scientia Horticulturae 98: 493-498.
- Yavuz S, Deveci M (2012) The effect of statistical normalization techniques on artificial neural network performance. Journal of Erciyes University, Faculty of Economics and Administrative Sciences 40: 167-187.
- Yuan H, Yang G, Li C, Wang Y, Liu J, Yu H, Feng H, Xu B, Zhao X, Yang X (2017) Retrieving soybean leaf area index from unmanned aerial vehicle hyperspectral remote sensing: Analysis of RF, ANN, and SVM regression models. doi:10.3390/rs9040309.



## Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde hastalığa neden olan fungal etmenler

### Fungal agents causing disease on strawberries grown in Antalya province

Fatma KAYA<sup>1</sup>, Gürsel KARACA<sup>2</sup>

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): G. Karaca, e-posta (e-mail): gurselkaraca@isparta.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): dangereous67@hotmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Ağustos 2019  
Düzeltilme tarihi 29 Kasım 2019  
Kabul tarihi 02 Aralık 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Fragaria X Ananassa Duch.  
Yaprak lekesi  
Kök çürüklüğü  
Solgunluk  
Meyve çürüklüğü

#### ÖZ

Bu çalışmada, Antalya ilindeki çilek ekim alanlarında hastalığa neden olan fungal patojenlerin belirlenmesi amacıyla, ilde çilek yetiştiriciliğinin yapıldığı 8 ilçede, toplamda 28 farklı serada örneklem yapılarak, toprak ve hastalıklı bitki örnekleri alınmıştır. Örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda 12 fungus cinsi belirlenmiştir. Toprakta yapılan izolasyonlarda %96.43 ile yaygınlık oranı en yüksek fungus *Rhizoctonia solani* olurken, %75 ile *Fusarium* spp. ve %35.71 ile *Pythium* sp. onu izlemiştir. *Gliocladium roseum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* ve *Verticillium* sp. ise toprak örneklerinde düşük yaygınlık oranlarıyla bulunan diğer funguslar olmuştur. Yaprak örneklerinde *Alternaria alternata* %96.43 oranıyla en yaygın fungus olarak belirlenirken, %71.43 oranıyla *Mycosphaerella fragariae* onu izlemiştir. *Cladosporium cladosporioides*'in yaygınlık oranı ise %3.57 olmuştur. Meyvelerden yapılan izolasyonlarda ise %85.71 oranıyla *Botrytis cinerea* en yaygın fungus olarak saptanmış, %35.71 ile *Penicillium* sp. ve %10.71 ile *Aspergillus niger* çürük meyvelerden izole edilen diğer funguslar olmuştur. Laboratuvar koşullarında yürütülen patojenite denemelerinde tüm funguslar kendilerine özgü belirtileri oluşturmuşlardır. Bu sonuçlara göre; Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde *A. alternata*, *M. fragariae* ve *B. cinerea* en önemli patojenler olarak belirlenirken, *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp. gibi bazı toprak kökenli patojenlerin de ciddi kayıplara neden olabileceği ortaya konulmuştur.

#### ARTICLE INFO

Received 22 August 2019  
Received in revised form 29 November 2019  
Accepted 02 December 2019

#### Keywords:

Fragaria X Ananassa Duch.  
Leaf spot  
Root rot  
Wilt  
Fruit rot

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the fungi causing disease in strawberry areas in Antalya province. In the study, 28 strawberry greenhouses from 8 districts were visited. Surveys were performed at two periods; first, two weeks after transplanting, and second one at the beginning of harvest period. In the greenhouses, samples were taken from the plants showing disease symptoms. As a result of isolations, fungi belonging to 12 genera were determined. From the soil samples, *Rhizoctonia solani* was the most common fungus with 96.43% prevalence rate and *Fusarium* spp. with 75% and *Pythium* sp. with 35.71% followed it. *Gliocladium roseum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Verticillium* sp. were the other fungi found in soil samples with low rates. *Alternaria alternata* was the most common fungus with the prevalence rate of 96.43%, while *Mycosphaerella fragariae* followed it with 71.43% and the prevalence rate of *Cladosporium cladosporioides* was 3.57% in the leaf samples. *Botrytis cinerea* was the most common fungus in the isolations from the fruit samples with 85.71% prevalence rate, and *Penicillium* sp. with 35.71% and *Aspergillus niger* with 10.71% were the other fungi isolated from the rotten fruits. In the pathogenicity tests, all fungi caused typical symptoms on healthy plants. According to these results, *A. alternata*, *M. fragariae* and *B. cinerea* were found as the most important pathogens of strawberries grown in Antalya, while some other soil borne pathogens like *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* spp. may also cause significant losses.



## 1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çilek bitkisi (*Fragaria X ananassa* Duch.), bilimsel olarak *Rosaceae* familyası cinsi içinde yer almaktadır (Hancock ve Luby 1993). Çok yıllık, otsu, her dem yeşil bir bitki olan çilek; lezzeti, vitamin ve mineral madde içeriği ve olgunlaştığı dönemde pazarda taze meyvelerin az olması nedeniyle tüketici tarafından talep gören bir meyvedir. Bu nedenle de üreticisine iyi gelir getirmektedir (Ağaoğlu 1986). Çilek türleri genellikle kuzey yarım kürede yaygınlaşmış olmasına rağmen, çileğin gösterdiği geniş adaptasyon yeteneği ve yapılan ıslah çalışmaları sonucunda, yetiştiricilik Ekvator'dan Alaska'ya, Dünya'nın tarım yapılan hemen hemen bütün alanlarına yayılmıştır. Özellikle çileği üreten ve bunu dış ülkelere ihraç eden ABD, Çin, Türkiye, İspanya ve Meksika çilek ihracatında önemli ülkeler arasında yer almaktadır (Serçe ve Özgen 2014). Çileğin 2013 yılında dünya üretimi 372498 ton iken, 2016'da 415150 tona, 2017'de 400167 tona ve 2018'de ise 440968 tona ulaştığı saptanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Verileri 2019). Ülkemizde ise çilek üretimi son yıllarda 300000 tonu aşmış ve dünyada çileğin yaklaşık %7'sini üreten Türkiye çilek üretimi açısından Amerika ve İspanya'dan sonra üçüncü ülke haline gelmiştir. Antalya ili çok çeşitli tarım ürünlerinin yetişmesine uygun iklimi ile çilek yetiştiriciliğinde de önemli bir yere sahiptir. Antalya'nın bir çok ilçesinde çilek yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gazipaşa, Serik ve Aksu ilçeleri üretimin yoğun olarak yapıldığı ilçelerin başında gelmektedir. Antalya'da 2018 yılında 12159 dekar alanda, 45988 ton çilek üretilmiştir. Üretilen çilekler hem yurt içinde pazarlanmakta, hem de lezzeti ve kalitesinden ötürü yurt dışına ihraç edilmektedir (Özen 2019).

Çileğin doğal olarak birçok hastalık ve zararlısı bulunmaktadır (Maas 1984). Ülkemizde çilek yetiştiriciliğinde çoğunlukla toprak kökenli patojenler sorun olmaktadır (Benlioğlu ve ark. 2004). Çilek hastalıkları kök, yaprak ve meyve hastalıkları olmak üzere üç ana grup altında değerlendirilmektedir. En tahripkar olanlar kök hastalıkları olup, özellikle *Verticillium solgunluğu*, siyah kök çürüklüğü, *Phytophthora kök çürüklüğü* gibi hastalıklar ciddi kayıplara neden olabilmektedir (Yılmaz 2009). Kök hastalıkları genelde toprak kökenli değişik etmenler tarafından oluşturulmakta ve belirtilerine göre değişik isimler alabilmektedir. Çileklerde kök çürüklüğüne neden olan toprak kökenli etmenler arasında; *Rhizoctonia* ve *Phytophthora* türleri sayılabilir (Santos ve ark. 2003). Kök hastalıkları topraktan bulaştığı için toprak dezenfeksiyonu önemlidir. Bunun yanında havalandırma, damla sulama kullanımı gibi kültürel tedbirlere önem vermek gerekmektedir (Ellis 2008). Kök ve kök boğazı hastalıkları içinde en yaygın olanlar; kırmızı kök çürüklüğü (*Phytophthora fragaria* Hickman), kahverengi çürüklük (*Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt.) ve *Verticillium solgunluğudur* (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold) (Bost ve Straw 2015). Yaprak hastalıkları, özellikle nemli ve sıcak dönemlerde hızla yayılarak önemli kayıplara neden olabilmektedirler (Yılmaz 2009). Yapraklarda değişik etmenler farklı renk ve şekilde lekeler oluşturabilmektedir. Bunlar arasında en yaygın olanlar; *Mycosphaerella fragaria* (Tul.) Lindau'nın neden olduğu yaprak lekesi, *Colletotrichum* spp.'nin neden olduğu antraknoz ve değişik etmenlerin neden olabileceği yaprak yanıklığı olarak sayılabilir (Ellis 2008). Çileğin bilinen en eski hastalıklarından birisi *M. fragariae*'nin neden olduğu yaprak lekesidir. Ticari olarak üretimi yapılan birçok çilek çeşidinin bu hastalığa duyarlı olduğu bilinmektedir (Delhomez

ve ark. 1995). Meyvelerde ise *Rhizopus* ve *Mucor* türleri (Bolda ve Koike 2012), *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. (Bost ve Straw 2015), *B. fragariae* Rupp, Plesken, Rumsey, Dowling, Schnabel, Weber & Hahn (Rupp ve ark. 2017), *Calonectria fragariae* Lopes, Alfena, Zambolim, Crous, Costa & Pereira (Lopes ve ark. 2018) gibi değişik etmenler çürümeye neden olabilmektedir.

Bu çalışmada; Antalya ilinde çilek yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı ilçelerdeki çilek alanlarında, çileklerde kök, yaprak veya meyvelerde belirti oluşturarak verim ve kalite kayıplarına neden olan fungal etmenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çilek üretimi yapılan ilçelerde yürütülen arazi çalışmalarıyla, hastalık belirtisi gösteren bitkilerden ve topraktan alınan örnekler laboratuvara getirilerek incelenmiş, hastalık etmenleri izole edilerek cins veya tür düzeyinde tanıları yapılmış ve patojenite denemeleriyle hastalık oluşumundaki rolleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Patojenlerin izolasyonu ve tanısı

Antalya ilinde yetiştirilen çilek bitkilerinde kayıplara neden olan fungal hastalıkların belirlenmesi amacıyla, bölgeyi temsil edebilecek ve ağırlıklı olarak çilek üretimi yapılan ilçe ve köylerdeki seralardan tesadüfi örnekleme metodu ile bitki ve toprak örnekleri alınmıştır (Bora ve Karaca 1970). Arazi çalışmaları, 2014-2015 üretim sezonunda, ilki fide dikiminden yaklaşık birkaç hafta sonra (Eylül-Ekim 2014) ve ikincisi meyve hasadı başladıktan sonra (Mart-Nisan 2015) olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Antalya iline bağlı ilçelerin 2013 yılı çilek ekiliş alanları dikkate alınarak; ekilişi 1000 dekar kadar olan ilçelerde 2, 1000-2000 dekar arasında ekilişi olan ilçelerde 4, 2000-4000 dekar arasında ekilişi olan ilçelerde 6 ve 4000 dekarın fazla ekilişe sahip ilçelerde 8 farklı alanda (serada) örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Antalya ilindeki çilek üretimi yapılan ilçelerin çilek ekiliş alanları ve örnekleme yapılan sera sayıları (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri 2013).

**Table 1.** Strawberry cultivation areas and numbers of sampled areas in the strawberry growing districts of Antalya province.

İlçeler	Ekiliş alanı (Dekar)	Örnek alınan sera sayısı
Konyaaltı	20	2
Manavgat	35	2
Muratpaşa	65	2
Kepez	80	2
Aksu	1050	4
Serik	7200	8
Gazipaşa	7630	8
Toplam	16080	28

Seralarda alanın tamamını temsil edecek şekilde sera içinde çaprazlama yürünerek dekar başına 100 bitki kontrol edilmiş ve hastalık belirtisi görülen bitkiler incelenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında çilek bitkisinin kök, kök boğazı, gövde, yaprak, çiçek ve meyveleri incelenmiş ve solgunluk, kuruma, lekelenme, çürümeye gibi hastalık belirtileri gösteren çilek bitkileri köklenerek alındığı yeri belirten etiketlerle birlikte polietilen torbalar içine konularak buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir. Ayrıca hastalıklı bitkilerin kök çevresinden olmak üzere her alandan 2 kg kadar toprak örneği de alınmıştır.

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri sağlıklı ve hastalıklı kısımları içerecek şekilde küçük parçalara ayrılmış ve %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi içinde 2-4 dakika yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra steril saf su ile çalkalanan hastalıklı bitki parçaları steril kurutma kağıtları arasında iyice kurutulduktan sonra aseptik koşullarda Patates Dekstroz Agar (PDA-Merck) ortamı içeren Petri kaplarına aktarılmıştır. Örnekler 22±2°C'de 12 saat ışık-12 saat karanlık koşullarda inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen funguslar teşhis için saflaştırılmış, daha sonra da eğik agarda buzdolabında +4° C'de saklanmıştır (Ertek ve ark. 2018).

Toprak örneklerinin her biri 2'şer tekrür halinde 200 ml'lik plastik kaplara doldurularak, tarla kapasitesinde sulanmıştır. Tuzak bitki olarak kullanılacak yabancı yulaf sapsarı 2-3 cm boyunda kesilip otoklavda steril edilmiştir. Steril yabancı yulaf sapsarı her kaba 5'er adet olmak üzere toprak içine gömülerek oda sıcaklığında, nemini kaybetmemesi için plastik bir torba içinde oda sıcaklığında 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda toprağa gömülen yabancı yulaf sapsarı çıkartılmış, yıkanarak toprakları arındırıldıktan sonra, %1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 2 dakika bekletilerek yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra steril kurutma kağıtları arasında kurutulmuş %10'luk laktik asit içeren (3 ml l<sup>-1</sup>) %1.5'luk su agar (WA) içeren petrilere aktarılmıştır. Yulaf sapsarı 22±2°C'de 3-4 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen hif uçları streptomisin sülfat içeren (50 mg l<sup>-1</sup>) Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına aktarılmış ve tekrar inkübasyona bırakılmıştır (Erper ve ark. 2008). Gelişen izolatlar PDA'ya aktarılarak saf kültürleri elde edilmiş, eğik agarda buzdolabında ve oda sıcaklığında olmak üzere ikiye paralel olarak saklanmıştır. İzolatlar kültürel ve morfolojik özellikleri incelenmek suretiyle değişik kaynaklardan yararlanılarak teşhis edilmiştir (Ellis 1971; Barnett ve Hunter 1998; Samson ve ark. 1995). İzole edilen etmenlerin görüldüğü sera sayısı gezilen toplam sera sayısına oranlanarak yaygınlık oranları, bir fungusu ait izolat sayısının toplam izolat sayısına oranlanarak da izolasyon oranları hesaplanmıştır.

## 2.2. Patojenite testleri

Farklı fungus türlerine ait izolatların virülenslerini belirlemek amacıyla her hastalık grubu için ayrı yöntemler kullanılarak patojenite testleri yapılmıştır. Denemede her cins veya türe ait rastgele seçilen birer izolat kullanılmıştır. *Fusarium* türleri gibi özellikle toprak örneklerinden çok sayıda elde edilen funguslar için değişik ilçelerden elde edilmiş birer izolat ile patojenite testi gerçekleştirilmiştir. Kök çürüklüğü ve solgunluk etmenlerine ait inokulum PDA ortamında geliştirildikten sonra steril bistöri ile küçük parçalar halinde kesilmiştir. Patojen inokulumu içeren agarlı parçalar her saksıya bir petri inokulum olacak şekilde, 15 cm çapındaki plastik saksılarda bulunan steril toprak karışımı (1:1:2 oranlarında (v/v) torf, yanmış hayvan gübresi ve bahçe toprağı) üzerine aktarılmış, üzerine ince bir tabaka toprak karışımı ilave edilerek çilek fideleri bu saksılara şaşırtılmıştır (Ishiguro ve ark. 2014). Daha sonra çilek fideleri 25±2°C sıcaklık, %65-70 nem ve 16 saat ışık 8 saat karanlık koşullardaki iklim odasında gelişmeye bırakılmıştır. Yaprak lekesine neden olan etmenler yine PDA'da geliştirildikten sonra hazırlanan spor süspansiyonları (2x10<sup>5</sup> konidi ml<sup>-1</sup>) saksılardaki steril toprak karışımına şaşırtılan çilek fidelerinin yapraklarına püskürtülerek inokulasyon yapılmıştır (Delhomez ve ark. 1995; Ehsani-Moghaddam ve ark. 2006). İnkulasyondan sonra çilek bitkilerinin üzerine şeffaf polietilen

poşet geçirilerek iki gün nemli kalmaları için bekletilmiş, daha sonra da poşetler açılarak bitkiler iklim odasında aynı koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Meyve çürüklüğüne neden olan patojenler için elde edilen inokulum meyvelere uygulanmıştır (Sutton ve Peng 1993). Meyveler önce %1'lik NaOCl çözeltisi içinde bir dakika yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuş ve iki kez steril saf sudan geçirilerek steril kurutma kağıtları üzerinde kuruması sağlanmıştır. PDA ortamında geliştirilen patojen misellerinin büyüme noktalarından mantar delici yardımı ile 3 mm büyüklükte agarlı parçalar kesilmiştir. Steril petri kaplarındaki steril saf su ile ıslatılmış kurutma kağıtları üzerine yerleştirilen çilek meyvelerinin orta kısımlarına fungus misellerini içeren agarlı parçalar yerleştirilmiş ve petri 22±2°C'de, 12 saat aydınlık-12 saat karanlık ışıklandırma koşullarında inkübasyona bırakılmıştır. Patojenite testleri tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrürlü olarak kurulmuştur. Testlerde kullanılan meyve ve fidelerde herhangi bir kimyasal uygulanmamış olmasına dikkat edilmiştir. İnkulasyondan sonra gelişmeye bırakılan fidelere gerekli bakım işlemleri uygulanmış ve hastalık belirtileri oluştuğundan sonra değerlendirmeler yapılmıştır. Petri kaplarında meyvelerle yapılan testler bir hafta boyunca, çilek fideleriyle yapılan saksı denemeleri ise üç hafta boyunca her gün kontrol edilerek belirtiler kaydedilmiş ve bu süreler sonunda değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde her patojen için tipik belirtilerin oluşup oluşmadığı gözlenmiş, ayrıca hastalık belirtileri görülen bitki kısımlarından reizolasyon yapılarak inokule edilen etmenlerin gelişip gelişmediği kontrol edilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Antalya ilinde çilek yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı ilçelerde tesadüfen seçilen 28 çilek serasında yapılan incelemeler sırasında alınan toprak ve hastalıklı bitki örneklerinden elde edilen 784 izolatın 12 farklı fungus cinsine ait olduğu saptanmıştır. Daha önce yapılan araştırmalarla (Erper ve ark. 2008) farklı fungusların izolasyonunu sağladığı bilinen tuzak yöntemi kullanılarak toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda 10 fungus cinsine ait toplam olarak 560 izolat elde edilmiş, bunların %50 kadarını *Rhizoctonia solani* Kühn. izolatları oluştururken, %21'i *Fusarium*, %13'ü ise *Pythium* türlerine ait olmuş, diğer fungusların ise izolasyon oranları oldukça düşük bulunmuştur. Bu üç fungusun gezilen seralardaki yaygınlık oranları da diğer funguslara göre daha yüksek olmuştur. *Rhizoctonia solani* %96.43 yaygınlık oranı ile en sık rastlanan fungus olmuş, bunu %75 yaygınlıkla *Fusarium* türleri izlemiştir (Çizelge 2). Patojenite testinde de her iki patojene ait izolatlar çilek fidelerinde bir hafta sonra şiddetli kök çürüklüğü ve solgunluk belirtilerini takiben iki ya da üç hafta sonra bazı fidelerde ölüme neden olmuşlardır. Hastalık belirtisi görülen fidelerden yapılan reizolasyonlarda inokule edilen funguslar elde edilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada da siyah kök çürüklüğü belirtisi görülen çilek bitkilerinden hem *R. solani* hem de binükleat *Rhizoctonia* spp. (AG-A, AG-G, AG-I) izole edilmiş ve patojenite denemelerinde bütün anastomoz gruplara ait izolatlar farklı seviyelerde virülenslik göstermiştir (Martin 2000). *R. solani*'nin çilek bitkilerinde kök, kök boğazı, yaprak, çiçek ve meyvelerde çürüklük yaptığı saptanmıştır (Santos ve ark. 2003). *Fusarium* türlerinin ise Doğu Akdeniz Bölgesinde çilek alanlarında en yaygın patojenler arasında olduğu bildirilmiştir (Pala 1987). Daha sonra yapılan bir çalışmada (Zonguldak-Bartın) çilekteki önemli toprak kökenli patojenlerden biri olduğu belirlenmiştir (Gürer ve Çoşkun 1993). Son yıllarda Düzce'de yapılan bir araştırmada da çilek bitkilerinin köklerinden izole edilmiştir (Ertek ve ark. 2018).

**Çizelge 2.** Antalya ili çilek seralarından alınan toprak ve bitki örneklerinden elde edilen patojenlerin yaygınlık ve izolasyon oranları (%).

**Table 2.** Incidence and isolation rates of the pathogens isolated from plant and soil samples taken from strawberry areas in Antalya province (%).

Patojenler	Toprak örnekleri		Yaprak örnekleri		Meyve örnekleri	
	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)	Yaygınlık oranı (%)	İzolasyon oranı (%)
<i>A. alternata</i>	17.86	1.96	96.43	89.29	-	-
<i>A. niger</i>	17.86	7.14	-	-	10.71	8.03
<i>B. cinerea</i>	7.14	1.07	-	-	85.71	67.86
<i>C. cladosporioides</i>	-	-	3.57	2.67	-	-
<i>Fusarium</i> spp.	75.00	21.07	-	-	-	-
<i>G. roseum</i>	28.57	3.57	-	-	-	-
<i>M. fragariae</i>	-	-	71.43	60.71	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	14.29	1.43	-	-	35.71	35.71
<i>Pythium</i> spp.	35.71	13.39	-	-	-	-
<i>R. solani</i>	96.43	50.18	-	-	-	-
<i>R. stolonifer</i>	14.29	1.25	-	-	-	-
<i>Verticillium</i> spp.	17.86	0.54	-	-	-	-

Çilek seralarından alınan toprak örneklerinin %28.57'sinden izole edilen ve daha çok *Gliocladium roseum* Bainier olarak bilinen fungus sonradan *Clonostachys rosea* (Link: Fr.) Schroers, Samuels, Siefert & Gams olarak isimlendirilmiştir (Schroers ve ark. 1999). Patojenite testinde fungusun inokule edildiği çilek fidelerinde hastalık belirtisi gözlenmemiştir. Daha çok biyolojik mücadelede kullanılan bir fungus olarak bilinmektedir ve çilekte kurşunu küf etmenine karşı da denenmiş ve etkili bulunmuştur (Cota ve ark. 2008). Toprakta yapılan izolasyonlara göre %35.71 yaygınlık oranına sahip olan *Pythium* spp. patojenite testinde çilek fidelerinde kök çürüklüğü ve solgunluk belirtilerini takiben kuruma ve ölüme neden olmuştur. Japonya'da çilek bitkilerinden ve rizosferinden yapılan izolasyonlarda çoğunluğunu *P. sylvaticum* Campell & Hendrix, *P. ultimum* Trow, *P. spinosum* Sawada, *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp, *P. carolinianum* Matthews ve *P. oedoehilum* Drechsler türlerinin oluşturduğu çok sayıda tür elde edilmiştir. *P. ultimum*'un 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda çilek bitkilerinde cüceliğe neden olan en önemli tür olduğu belirtilmiştir (Watanabe ve ark. 1977). *P. myriotylum* Drechsler ve *P. ultimum*'un çileklerde cüceleşme belirtisine neden olduğu bildirilmiştir (Watanabe 1977). Son zamanlarda yapılan bir araştırmada ise *P. helicoide*s Drechsler türünün çileklerde kök ve gövde çürüklüğüne neden olduğu belirlenmiştir (Ishiguro ve ark. 2014). Düşük yaygınlık oranıyla toprak örneklerinden izole edilen *Verticillium* spp. genellikle ağır yapılı ve düşük sıcaklıktaki topraklarda ortaya çıkmaktadır (Çakır 2019). Çilek üretimini olumsuz etkileyen solgunluk etmenlerinden biri olarak bilinmektedir (Ellis 2008). Bu çalışmada elde edilen *Verticillium* izolatları patojenite testinde çilek fidelerinin kök boğazında kırmızımsı kahverengi çürüklüklerle birlikte solgunluk belirtisine neden olmuşlardır. *Rhizopus stolonifer* Vuillemin çilek seralarından alınan toprak örneklerinden izole edilmiştir. Doğada en yaygın fungus türleri arasındadır. Çoğunlukla ekme küfü olarak bilinmektedir. Patojenite testinde çilek meyveleri üzerinde gelişerek çürüklüğe neden olmuştur. Etmenin özellikle sıcak ve yağışlı geçen dönemlerde çilek meyvelerinde çürüklüğe ve %50-90 arasında değişen oranlarda kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (Lin ve ark. 2016).

Çilek seralarında yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda, hastalık belirtileri görülen bitkilerden alınan yaprak örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen 112 izolataın 3 fungusu ait olduğu belirlenmiştir. Çilek yapraklarında en yaygın ve izolasyon oranları en yüksek fungus türleri

*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. ve *Mycosphaerella fragariae* olarak belirlenmiş, sadece bir seradan alınan yaprak örneğinden *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries izole edilmiştir (Çizelge 2). *A. alternata* bu çalışmada çilek yapraklarındaki büyük ve koyu kahverengi sınırlı lekelerden izole edilmiş, etmen patojenite testinde çilek fidelerinin yapraklarında büyük kenarları sarı haleli koyu kahverengi lekeler oluşturmuştur. Son zamanlarda Düzce'de fungal çilek hastalıklarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan bir araştırmada da çilek bitkilerinin yaprak, yaprak sapı ve köklerinden *Alternaria* spp. izole edildiği bildirilmiştir (Ertek ve ark. 2018). *M. fragariae*'nin izole edildiği lekeler kuşgözü lekeleri olarak adlandırılan daha küçük, morumsu sınırlı orta kısımları beyaz lekelerdir. Patojenite testinde patojene ait izolatlar çilek yapraklarında aynı belirtileri oluşturmuştur. Çilek bitkilerinde yaprak lekeli etmeni olarak bilinen ve tüm dünyada çilek alanlarında yaygın olarak bulunan bir patojendir (Ellis 2008; Bost ve Straw 2015). Ülkemizde de daha önce saptanmıştır (Ertek ve ark. 2018). *C. cladosporioides* ise birçok bitkide sekonder parazit olarak bilinen, ayrıca hava, toprak gibi değişik ortamlardan izole edilebilen bir fungus türüdür (Ellis 1971). Bu türün çileklerde çiçek yanıklığına neden olduğu bildirilmiştir (Nam ve ark. 2015). İran'da yapılan bir araştırmada ise *Cladosporium* türlerinin yaprak ve meyvelerde hastalık oluşturabildiği belirlenmiştir (Ayoubi ve ark. 2017). Bu araştırmada patojen bir yaprak örneğinden izole edilmiş, ancak patojenite testinde çilek fidelerinin yapraklarında herhangi bir belirti oluşturmazken, petri kaplarında yapılan meyve testlerinde çilek meyveleri üzerinde gelişerek çürümeye neden olmuştur. Bu çalışmada çilekte sorun olan en yaygın hastalıklardan birisi olarak bilinen (Santos ve ark. 2003) külleme hastalığı belirtilerine gezilen çilek seralarında rastlanmamıştır. Bunun sebebinin incelemelerin yapıldığı dönemlerde hastalığın çıkmaması, çeşit dayanıklılığı ya da hastalığa karşı yapılmış kimyasal uygulamalarının olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, hastalığa Düzce çilek alanlarında yapılan araştırmada da rastlanmamıştır (Ertek ve ark. 2018).

Antalya iline bağlı ilçelerde tesadüfen seçilen çilek seralarında yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda, hastalık belirtileri görülen meyve örneklerinden yapılan izolasyonlarda 3 patojen fungus elde edilmiştir. Meyve izolasyonlarında %85.71 yaygınlık ve %67.86 izolasyon oranlarıyla en önemli patojen *Botrytis cinerea* olurken, *Penicillium* spp. ve *Aspergillus niger* van Tieghem'in yaygınlık ve izolasyon oranları daha düşük



bulunmuştur (Çizelge 2). Patojenite testinde üç etmen de çilek meyveleri üzerinde kendilerine özgü renklerde sporulasyon yaparak meyveleri tamamen çürütmüşlerdir. *B. cinerea*'nın dünyada ve ülkemizdeki önemli çilek patojenleri arasında yer aldığı ve meyvelerde yumuşak çürüklüğe yol açtığı bilinmektedir (Kapkın 1978; Feliziani ve Romanazzi 2016; Ertek ve ark. 2018). Bu patojenin bölgedeki yaygınlığının yüksek olması sera koşullarının patojenin gelişimi için uygun olmasına ve önleyici tedbirlerin yeterince alınamamış olmasına bağlı olabilir. *Penicillium* türleri çilek meyvelerinde hasat sonrası çürüklüğe neden olan en yaygın ve önemli patojenler arasında sayılmaktadır. Aynı şekilde *A. niger* de çilek meyvelerinde hasat sonrasında çürümeye neden olan etmenler arasındadır (Feliziani ve Romanazzi 2016).

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular; özellikle *R. solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. ve *Verticillium* türlerinin çilek alanlarında kök çürüklüğü, solgunluk ve gövde yanıklığı gibi hastalıklara neden olabilecek önemli toprak kökenli patojenler olduğunu ortaya koymuştur. *A. alternata* ve *M. fragariae* ise çilekte yaprak lekelerinden sorumlu olan en önemli patojenler olarak saptanmıştır. Meyvelerde en yaygın ve önemli patojen *B. cinerea* iken, *A. niger*, *C. cladosporioides*, *Penicillium* spp. gibi toprak veya hava yoluyla bulaşabilecek diğer bazı fungusların da meyvelerde potansiyel çürüklük etmenleri olduğu göz ardı edilmemelidir.

Çilekte önemli derecede kayıplara neden olan bu hastalık etmenleri ile ilgili etkili bir mücadele yapılabilmesi için öncelikle bu hastalıkların doğru bir şekilde tanınması gerekmektedir. Çilek üretiminin ülkemizde gündün güne artarak önemli değere sahip bir ürün olmaya başlaması nedeniyle, verim ve kalite kayıplarına neden olabilecek etmenlerin belirlendiği bu çalışma bu konuda daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında belirlenen patojenlerin neden olabileceği kayıpları azaltacak kültürel önlemler alınmalı ve bahçelerdeki kayıpları önlemek için gerekli mücadele yöntemleri üzerinde araştırmalar yapılmalıdır.

#### Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (1986) Üzümü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri (2013) T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü.
- Ayoubi N, Soleimani M, Zare R (2017) *Cladosporium* species, a new challenge in strawberry production in Iran. *Phytopathologia Mediterranea* 56(3): 486-483.
- Barnett HL, Hunter BB (1998) Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth Edition. APS Press. U.S.A.
- Benlioğlu S, Yıldız A, Döken T (2004) Studies to determine the causal agents of soil-borne fungal diseases of strawberries in Aydın to control them by soil disinfections. *Journal of Phytopathology* 152: 509-513.
- Bolda M, Koike S (2012) *Rhizopus* and *Mucor* fruit rots in strawberry. *Strawberries and Caneberries*. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=8467>. Accessed 07 June 2019.
- Bora T, Karaca İ (1970) Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Bost S, Straw RA (2015) Strawberry diseases in Tennessee. University of Tennessee, Agricultural Extension Service, WO18, pp. 6.

- Cota LV, Maffia LA, Mizubuti ESG, Macedo PEF, Antunes RF (2008) Biological control of strawberry gray mold by *Clonostachys rosea* underfield conditions. *Biological Control* 46: 515-522.
- Çakır C (2019) Çilek (*Fragaria X Ananassa* Duch.) hastalıkları. *Verticillium solgunluğu*. [http://www.bitkisagligi.net/Cilek\\_Verticillium\\_spp.htm](http://www.bitkisagligi.net/Cilek_Verticillium_spp.htm) Erişim 05 Ağustos 2019.
- Delhomez N, Carisse O, Lareau M, Khanizadeh S (1995) Susceptibility of strawberry cultivars and advanced selections to leaf spot caused by *Mycosphaerella fragariae*. *Hort Science* 30: 592-595.
- Ehsani-Moghaddam B, Charles MT, Carisse O, Khanizadeh S (2006) Superoxide dismutase responses of strawberry cultivars to infection by *Mycosphaerella fragariae*. *Journal of Plant Physiology* 163: 147-153.
- Ellis MB (1971) Dematiaceous hypomycetes. CAB International. Oxon, UK.
- Ellis MA (2008) Strawberry leaf diseases. Fact Sheet, Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University Extension.
- Erper I, Karaca GH, Ozkoc I (2008) Root rot disease incidence and severity on some legume species grown in Samsun and the fungi isolated from roots and soils. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 41: 501-506.
- Ertek TS, Katircioğlu YZ, Maden S (2018) Fungal diseases of strawberry grown in Düzce province of Turkey. *Plant Protection Bulletin* 58: 1243-129.
- Feliziani E, Romanazzi G (2016) Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and diseasemanagement. *Journal of Berry Research* 6: 47-63.
- Gürer M, Coşkun H (1993) Zonguldak ve Bartın illerinin çilek ekim alanlarındaki fungal hastalık etmenleri üzerinde çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Hancock JF, Luby JJ (1993) Genetic resources at our doorstep: The wild strawberries. *BioScience* 43: 141-147.
- Ishiguro Y, Otsubo K, Watanabe H, Suzuki M, Nakayama K, Fukuda T, Fujinaga M, Suga H, Kageyama K (2014) Root and crown rot of strawberry caused by *Pythium helicoides* and its distribution in strawberry production areas of Japan. *Journal of General Plant Pathology* doi:10.1007/s10327-014-0520-8.
- Kapkın A (1978) İzmir ili çileklerinde tarla döneminde ve hasat sonrasında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bunların patojenisiteleri üzerinde araştırmalar. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü.
- Lin CP, Tsai JN, Ann PJ, Chang JT, Chen PR (2016) First report of *Rhizopus* rot of strawberry fruit caused by *Rhizopus stolonifer* in Taiwan. *Plant Disease* 101: 10.1094/PDIS-07-16-1033-PDN.
- Lopes UP, Alfenas RF, Zambolim L, Crous PW, Costa H, Pereira OL (2018) A new species of *Calonectria* causing rot on ripe strawberry fruit in Brazil. *Australasian Plant Pathology* 47: 1-11.
- Maas JL (Ed.) (1984) Compendium of strawberry diseases. The American Phytopathology Society, Minnesota.
- Martin FN (2000) *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. *Phytopathology* 90: 345-353.
- Nam MH, Park MS, Kim HS, Kim TI, Kim HG (2015) *Cladosporium cladosporioides* and *C. tenuissimum* cause blossom blight in strawberry in Korea. *Mycobiology* 43: 354-359.
- Özen M (2019) Antalya'da 50 bin tonun üzerinde çilek üretilmesi bekleniyor. <http://www.hurriyet.com.tr/egitim/antalyada-50-bin-tonun-uzerinde-cilek-uretilmesi-bekleniyor-41229330>. Erişim 07 Haziran 2019.
- Pala H (1987) Çileklerde kök çürüklüğü etmeni ve antagonistlerin saptanması, hastalık çıkışı üzerine toprak solarizasyonunun etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rupp S, Plesken C, Rumsey S, Dowling M, Schnabel G, Weber RWS, Hahn M (2017) *Botrytis fragariae*, a new species causing gray

- mold on strawberries, shows high frequencies of specific and efflux-based fungicide resistance. *Applied and Environmental Microbiology* 83: e00269-17.
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O (1995) Introduction to food-borne fungi. Centraal bureau Voor Schimmel Cultures, Baam.
- Santos B, Barrau C, Romero F (2003) Strawberry fungal diseases. *Food, Agriculture and Environment* 1: 129-132.
- Schroers H-J, Samuels GJ, Seifert KA, Gams W (1999) Classification of the mycoparasite *Gliocladium roseum* in *Clonostachys* as *C. rosea*, its relationship to *Bionectria ochroleuca*, and notes on other *Gliocladium*-like fungi. *Mycologia* 91: 365-385.
- Serçe S, Özgen M (2014) Çilek yetiştiriciliği ve güncel eğilimler. [https://www.researchgate.net/publication/267266752\\_Cilek\\_yetistirciligi\\_ve\\_yeni\\_egilimler](https://www.researchgate.net/publication/267266752_Cilek_yetistirciligi_ve_yeni_egilimler). Erişim 24 Haziran 2019.
- Sutton JC, Peng G (1993) Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathology* 83: 615-621.
- Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim verileri (2019) <http://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Urunler-Ve-Uretim>. Erişim 05 Ağustos 2019.
- Watanabe T (1977) Pathogenicity of *Pythium myriotylum* isolated from strawberry roots in Japan. *Annals of Phytopathology Society of Japan* 43: 306-309.
- Watanabe T, Hashimoto K, Sato M (1977) *Pythium* species associated with strawberry roots in Japan, and their role in the strawberry stunt disease. *Phytopathology* 67: 1324-1332.
- Yılmaz H (2009) Çileklerde hastalıklar ve mücadele yöntemleri. *Tarım Gündem Dergisi* 8: 42-49.



# Antalya ili patlıcan (*Solanum melongena*) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları

## Virus diseases in eggplant (*Solanum melongena*) cultivation in Antalya province

Hakan FİDAN<sup>1</sup>, Pelin SARIKAYA<sup>2</sup>

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. Fidan, e-posta (e-mail): hakanfidan@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): pelinsarikaya75@gmail.com

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Kasım 2019  
Düzeltilme tarihi 27 Ocak 2020  
Kabul tarihi 03 Şubat 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Antalya  
Moleküler karakterizasyon  
Patlıcan  
Sörvey  
Virüs

### ÖZ

Türkiye’de patlıcan üretiminde lider olan Akdeniz bölgesinin Antalya ilinde patlıcan üretim alanlarında sorun olan virüs hastalıklarının tespiti ile ilgili bir araştırma yapılmamış olması sebebiyle bu çalışma yapılmıştır. 2016-2018 yılları arasında Antalya ilinin ilçelerinde sörveyler yapılmış, üretim miktarlarına göre toplam 243 örnek toplanmıştır. Örnekler PCR (Polymerase Chain Reaction) metoduyla *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) ve RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) metoduyla *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Eggplant mosaic virus* (EMV), *Eggplant mottled crinkle virus* (EMCV), *Eggplant mottled dwarf virus* (EMDV), *Potato Y virus* (PVY), *Tomato bushy stunt virus* (TBSV), *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato chlorosis virus* (ToCV) ve *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)’e karşı testlenmiştir. Moleküler çalışmalar sonucunda AMV, EMV, EMCV, PVY, TBSV ve TMV ile enfekteli örnek bulunmazken, çalışma kapsamında toplanan patlıcan bitkilerinin %19’u TYLCV, %10’u ToCV, %6’sı ToMV, %5’i EMDV, %4’ü TSWV ve %3’ü CMV ile enfekteli bulunmuştur. Bu çalışma ile Antalya ilindeki patlıcan yetiştirilen alanlarda görülen virüs hastalıkları belirlenmiş ve virüs hastalıklarına karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarına katkıda bulunacak sonuçlar elde edilmiştir.

### ARTICLE INFO

Received 04 November 2019  
Received in revised form 27 January 2020  
Accepted 03 February 2020

#### Keywords:

Antalya  
Molecular characterization  
Eggplant  
Survey  
Virus

### ABSTRACT

This study was conducted to identify and detect virus diseases in eggplant production areas in Antalya province at Turkey. To date, there is no such study known on eggplants grown areas either in field or greenhouses in Antalya province of Mediterranean region. Surveys were carried out and infected samples were collected according to the production quantities in districts of Antalya province between 2016-2018 years. The PCR analysis method has applied to *Tomato yellow leaf curl virus*. The RT-PCR methods have used for *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Eggplant mosaic virus* (EMV) (=Andean potato latent virus) (APLV), *Eggplant mottled crinkle virus* (EMCV), *Eggplant mottled dwarf virus* (EMDV), *Potato Y virus* (PVY), *Tomato bushy stunt virus* (TBSV), *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato chlorosis virus* (ToCV) and *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). All molecular analyses have revealed that no infection on samples with AMV, APLV, EMCV, PVY, TBSV and TMV. However, among the tested samples; 19% were infected with TYLCV, others 10% with ToCV, 6% with ToMV, 5% with EMDV, 4% with TSWV and 3% with CMV respectively. In this study, virus diseases in eggplant grown areas in Antalya province were determined. Their obtained results will be contributed for breeding studies to improve resistance to virus diseases without chemical control.

## 1. Giriş

*Solanaceae* (Patlıcangiller) familyası tropikal ve subtropikal bölgelerde yayılmış 90 cins ve yaklaşık 2500 tür barındırmaktadır (Vorontsova ve Knapp 2012). Patlıcan (*Solanum melongena*), *Solanaceae* familyasının *Solanum* cinsine ait bir sebze türüdür. Meyve şekli ve rengi yumurtaya

benzediği için ‘egg-plant’ ismiyle anılmaktadır (Sao ve Metha 2010).

En önemli üretici ülkeler; Çin (32 milyon ton), Hindistan (12.5 milyon ton), Mısır (1.2 milyon ton), Türkiye (0.85 milyon ton) ve İran’dır (0.67 milyon ton). Asya ve Akdeniz’de patlıcan

en önemli beş bitkisel ürün (domates, biber, patates, tütün, patlıcan) arasında yer almaktadır (FAO 2016).

Dünya'nın birçok farklı bölgesinde patlıcanda enfeksiyon yapan virüsler rapor edilmiştir. *Eggplant mottled dwarf virus* (EMDV) İtalya'dan (Martelli 1969), Yunanistan'dan (Katis ve ark. 2011); *Eggplant mottle crinkle virus* (EMCV) Lübnan'dan (Makkouk 1981), Hindistan'dan (Raj ve ark. 1989), İran'dan (Rasoulpour ve Izadpanah 2008); *Cucumber mosaic virus* (CMV) İsrail'den (Nitzany ve Wilkinson 1961), Hindistan'dan (Seth ve ark. 1967), İtalya'dan (Rana ve Vovlas 1971), Lübnan ve Ürdün'den (Nienhaus 1969); *Eggplant mosaic virus* (EMV) (=Andean potato latent virus (APLV)) Hindistan'dan (Briand ve ark. 1997), *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) Taylan ve Vietnam'dan (Green ve ark. 2003), *Potato virus Y* Güney İran'dan (Sadeghi ve ark. 2009), Irak'tan (Al-Ani ve ark. 2011), Hindistan'dan (Kumar ve ark. 2016); *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) İtalya'dan (Betti 1992); *Tomato bushy stunt virus* (TBSV) Yunanistan'dan (Koenig ve Avgelis 1983); *Tomato mosaic virus* (ToMV) ise İran'dan (Aghamohammadi ve ark. 2011) rapor edilmiştir.

Ülkemizde EMDV'nin varlığı ilk kez Martelli ve ark. (1984) tarafından simptomatolojik gözlemler ve elektron mikroskopu çalışmalarıyla rapor edilmiştir. Erkan ve Yorgancı (1988), Ege ve Batı Akdeniz Bölgesi'nde örtü altı ve açıkta yetiştirilen patlıcanlarda EMDV'nin varlığını biyolojik, serolojik yöntemler ve elektron mikroskopu kullanarak saptamış ve bazı fiziksel özelliklerini ortaya koymuştur.

Kamberoğlu ve ark. (2009) yılında Mersin ve Antalya'daki patlıcan bitkilerinde bodurluk ve beneklenme, nekrotik ve deforme olmuş yapraklar ve halka lekeli meyvelerde TSWV'yi Türkiye'de ilk olarak saptamış ve rapor etmişlerdir.

Özdemir ve ark. (2010) Mayıs 2010'da Manisa'da tarla tarımı yapılan patlıcan bitkilerinden virüs benzeri simptomlar sergileyen örneklerle serolojik çalışmalar yürütmüş ve örneklerin AMV ile bulaşık olduğunu rapor etmişlerdir.

Doğu Akdeniz bölgesinde patlıcan alanlarındaki sörvey çalışmasında patlıcan bitkilerinde EMDV enfeksiyonu tespit edilmiştir (Osman ve Baloğlu 2018).

Akdeniz Bölgesi, TUIK verilerine göre 2018 yılında 69191 da alanda 431506 ton ile en fazla patlıcan üretilen bölgemizdir. Antalya ilinde 23560 da alandan 190125 ton üretim yapılmıştır. Antalya ili Türkiye'deki patlıcan üretiminden %20 pay almaktadır (TUIK 2018).

Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde viral hastalıklar önemli ürün kayıplarına yol açmakta, bu da üretimin beklenenden az miktarda gerçekleşmesine neden olmaktadır. Ayrıca viral hastalıklara karşı kimyasal mücadelenin olmaması da viral hastalıkların önemini arttırmaktadır. Dünyada örtü altı ve açıkta yetiştirilmekte olan patlıcanın viral hastalıkları ile ilgili birçok çalışma yapılmış; patlıcanın birçok virüs hastalığına konukçuluk ettiği, bu virüs izolatlarının karakterizasyonu ve patlıcanda oluşturdukları simptomları konu alan çalışmalar farklı ülkeden rapor edilmiştir. Buna rağmen ülkemizde patlıcanın viral hastalıkları konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Ülkemizdeki çalışmalar sınırlı sayıda virüslerle olup bu çalışma patlıcanda rapor edilen tüm virüsleri içermesi açısından özgün değere sahiptir. Bitki virüs hastalıkları, *Solanaceae* familyasında çok önemli zararlar yapmasına karşılık Antalya ilinde patlıcan yetiştiriciliğinde sorun olan virüslerin varlıklarını belirleyen, zararlarını inceleyen hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Patlıcanın virüs hastalıkları ile ilgili olarak yürütülen bu çalışmanın başlıca amacı, Akdeniz Bölgesi'nde

patlıcan yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı Antalya ilinde patlıcan üretim alanlarında zarar derecesine bakılmaksızın mevcut virüs hastalıklarını simptomatolojik ve moleküler olarak belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak 2016-2018 vejetasyon dönemlerinde patlıcan yetiştiriciliği yapılan alanlarda sörvey çalışmaları yapılmış ve virüs hastalıkları belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Örnek toplama ve sörvey çalışmaları

Araştırma materyallerini, 2016-2018 yılları arasında Antalya ili; Alanya, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Demre, Kaş, Kumluca, Manavgat, Serik, Aksu, Kepez, Konyaaltı ve Muratpaşa ilçelerinde patlıcan yetiştiriciliği yapılan ekim alanlarından toplanan ve virüsle bulaşık olduğu düşünülen patlıcan bitkileri oluşturmuştur. İlçelerden toplanan örnek sayısı TUIK (2017) verileri kullanılarak belirlenmiştir. Sörvey yapılan ilçeler ve toplanan örnek sayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Sörvey yapılan ilçelerdeki üretim alanları ve toplanan örnek sayıları.

**Table 1.** Production areas in surveyed districts and number of samples collected.

İlçeler	Üretim alanı (da)	Toplanan örnek sayısı (adet)
Alanya	3200	33
Finike	960	10
Gazipaşa	2980	31
Demre	45	5
Kaş	25	4
Kumluca	3610	36
Manavgat	1901	20
Serik	3330	36
Aksu	2240	23
Kepez	1050	10
Konyaaltı	2918	30
Muratpaşa	500	5
TOPLAM	23559	243

Sörveylerde incelenen sera ve açık alanların, örnek alınmalarının yapıldığı ilçelerdeki patlıcan yetiştiriciliği alanlarını temsil eder nitelikte olması için Bora ve Karaca (1970)'ya göre örnek alınmıştır. Bu yöntem gereğince, belirlenen güzergahlarda bitkilerin fide döneminden itibaren sörveylere çıkılmış ve her ilçenin patlıcan ekiliş alanlarına göre belirlenmiş tarla sayısı ve büyüklüğü de dikkate alınarak ekim alanının en az %1 kadarını temsil edecek şekilde tesadüfi örnekleme yapılmıştır. Örnek alınan bitkilerde virüslerin sebep olabileceği nekroz, bodurluk, boğum aralarında kısılma, yapraklarda kıvrılma, kloroz, sararma, nekrotik leke, solgunluk, damar açılması gibi belirtiler aranmıştır. Sörvey çalışmalarında toplanan ve virüs benzeri belirti gösteren örneklerden bazıları Şekil 1'de gösterilmiştir. Örneklerde renk açılması, mozaik belirtileri (1, 2, 3, 6, 9, 12, 13); yapraklarda kıvrılma ve renk bozulmaları (4, 11); açık sarı beneklenmeler (5); damar aralarında renk açılması (7), halkalı leke ve nekrozlar (8); sarılık (10, 14, 16), şiddetli damar bantlaşması (15) gözlenmiştir.

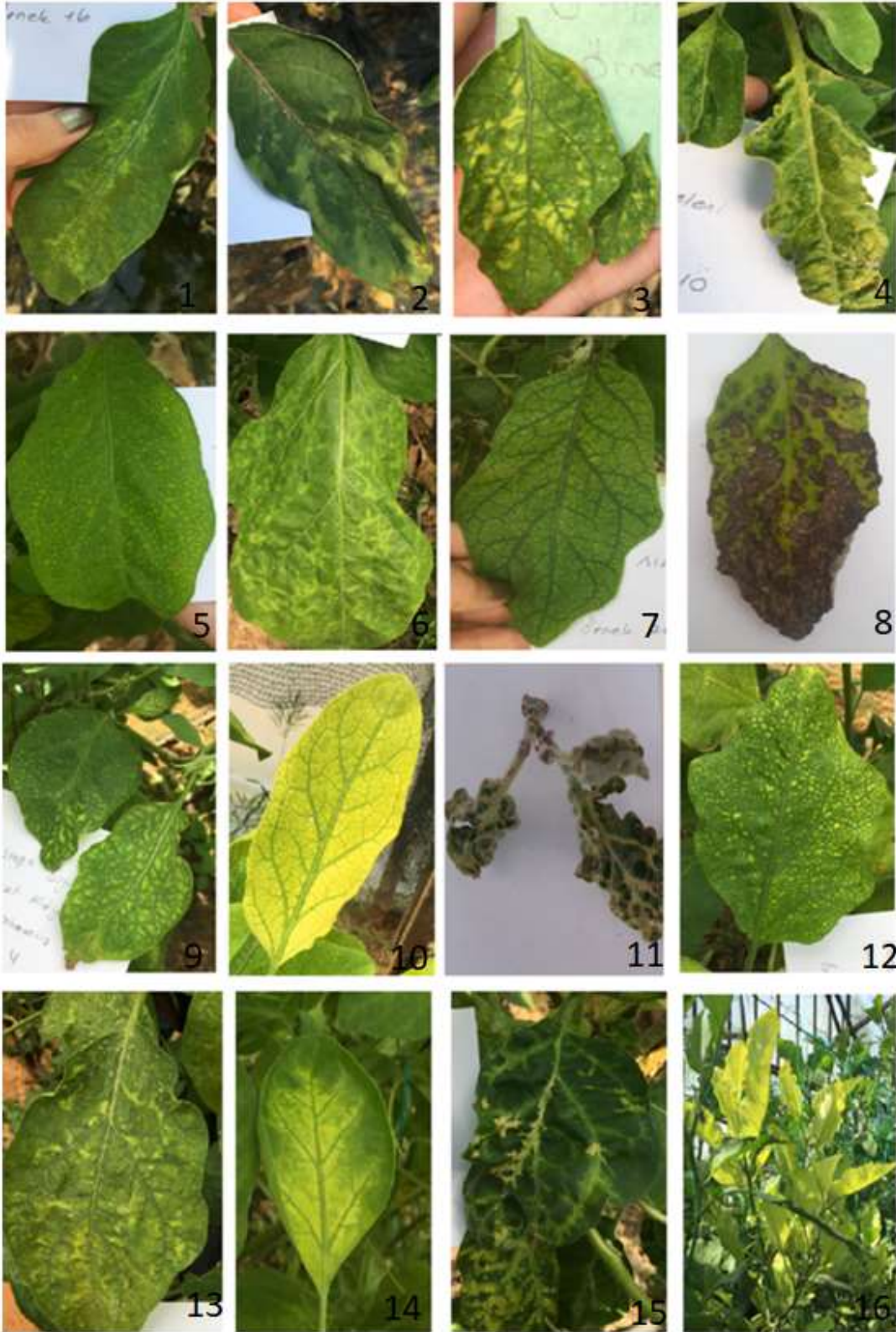
### 2.2. Moleküler Çalışmalar

Sörveylerden toplanan örneklerin tamamından DellaPorta metoduyla (Fidan 2010) total nükleik asit ekstraksiyonu yapılmıştır. PCR çalışmaları sırasında hedef nükleik asitlerin



çoğaltılması amacıyla virüsün nükleik asit içeriğine göre DreamTaq Green PCR Mastermix (2x) (Termo Fisher Scientific) ve Verso 1-step RT-PCR kitleri (Termo Fisher

Scientific) kullanılmıştır. PCR çalışmalarında testlenen virüs hastalıkları, virüslere spesifik primer çiftleri ve sentezlenecek molekül büyüklükleri [Çizelge 2](#)'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Arazi çalışmalarından toplanan ve virüs benzeri belirti gösteren bazı örnekler.

Figure 1. Some examples of virus-like symptoms collected from field studies.



**Çizelge 2.** PCR çalışmalarında testlenen virüs hastalıkları, primer çiftleri ve sentezlenen bölgenin moleküler büyüklüğü.

**Table 2.** Virus diseases tested in PCR studies, primer pairs and molecular size of the synthesized region.

Tür	Primer Dizilimi	Ürün Boyutu (bp)	Referans
<i>Alfalfa mosaic virus</i> (AMV)	F: GTGGTGGGAAAGCTGGTAAA R: CACCCAGTGGAGGTCAGCATT	700	Martinez-Priego ve ark. (2004)
<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)	F: TAACCTCCCAGTTCTCACCGT R: CCATCACCTTAGCTTCCATGT	513	Fidan ve Koç (2019)
<i>Andean potato latent virus</i> (APLV)(=EMV)	F: GCCAGAGAGTTGCTAATC R: GACGAGGTTGATGGTGATA	404	Lee ve ark. (2015)
<i>Eggplant mottled crinkle virus</i> (EMCV)	F: AAGTGAACACAAGCGACATAG R: TATCCATGAACTGGTCTGTTC	1231	Dombrovsky ve ark. (2009)
<i>Eggplant mottled dwarf virus</i> (EMDV)	F: ACAGGAGACACTAATGGTGGAA R: GCTCTGGGAGTCCATTGAAGG	188	Choi ve ark. (2013)
<i>Potato Y virus</i> (PVY)	F: ACGTCCAAAATAGAGATGCC R: TGGTGTTTCGTGATGTGACCT	480	Fidan ve ark. (2011)
<i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV)	F: CGAGAGGGGCAACAAACAT R: ACCTGTCTCCATCTCTTTGG	880	Kumar ve ark. (2011)
<i>Tomato bushy stunt virus</i> (TBSV)	F: AGCTCGAGCCATGGAACGAGCTAT R: AGCTGCAGTTACTCGCTTTCTTTTCG	846	Hafez ve ark. (2013)
<i>Tomato spotted wilt virus</i> (TSWV)	F: ATCAGTCGAAATGGTCGGCA R: AATTGCCTTGCAACCAATTC	276	Fidan ve ark. (2016)
<i>Tomato chlorosis virus</i> (ToCV)	F: ATCGGTGAAACCCCGATGAC R: CCGGAACCCAAAGTCACAGT	574	Sulley (2016)
<i>Tomato yellow leaf curl virus</i> (TYLCV)	F: ATACTGGACACCTAATGGCTATTG R: TGCCTTGGACARTGGGRCAGCAG	543	Anfoka ve ark. (2005)
<i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV)	F: CGAGAGGGGCAACAAACAT R: ACCTGTCTCCATCTCTTTGG	318	Kumar ve ark. (2011)

Çizelge 2’de verilen virüslerden *Tomato yellow leaf curl virus* DNA içeren bir virüs olup, bu virüsün haricindeki virüsler RNA virüsleridir. *Tomato yellow leaf curl virus* için Termo Scientific markasına ait 25 µl DreamTaq Green Buffer Master mix (2X), virüse spesifik forward ve reverse primerlerinin her birinden 1 µl, 2 µl kalıp DNA ve 21 µl distile su kullanılmıştır. Diğer virüsler için Termo Scientific markasının 1-step RT-PCR kiti ile RT-PCR protokolleri uygulanmıştır. RT-PCR çalışmalarında; 25 µl 2X 1-Step PCR Hot-Start Master Mix, 2.5 µl RT Enhancer, virüslere spesifik forward ve reverse primerlerinin her birinden 1 µl, 17.5 µl distile su, 1 µl Verso Enzyme Mix ve 2 µl kalıp RNA’lar kullanılmıştır. TYLCV için hazırlanan karışımlar 95°C’de 3dk ön denatürasyondan sonra 95°C’de 30 sn, 52°C’de 1 dk ve 72°C’de 1 dk olacak şekilde 39 döngüyü takiben 72°C’de 10dk bekletilerek amplifikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. One-step RT-PCR kiti ile testlenen RNA virüsleri için ise 50°C’de 15 dk, 95°C’e 15 dk cDNA yapımını takiben 95°C’de 30 sn, 52-60°C’de 30 sn ve 72°C’de 45 sn olacak şekilde 35 döngüyü takiben 72°C’de 10 dk bekletilerek amplifikasyon işlemleri tamamlanmıştır. Çoğaltılan PCR ürünleri %2’lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek ethidium bromide ile boyanmıştır.

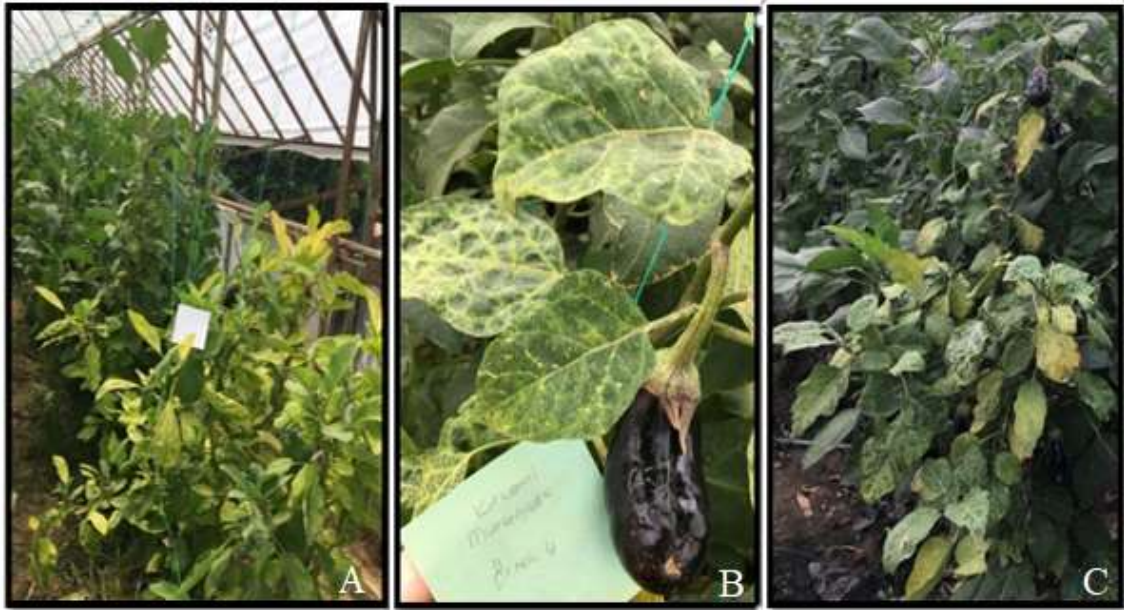
Moleküler çalışmaların sonucunda agaroz jel görüntüsünde pozitif olduğu belirlenen örnekler dizi analizi işlemleri için sekans hizmeti alınmasına gönderilmiştir. Sekans sonuçları BioEdit ve Chromas programlarında incelenmiş; sekansların başındaki ve sonundaki kısımlarındaki kirlilikler silinerek temiz pikler elde edilmiştir. Çift yönlü olarak analiz ettirilmez diziler üst üste çakıştırılarak tek bir dizilim belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Simptomatolojik bulgular

Çalışma kapsamında Antalya ilinin ilçelerinde patlıcan yetiştiriciliği yapılan ekim alanlarında sörveyler yapılmıştır. Genellikle şiddetli sararma ve kloroz belirtileri ile mozaik, beneklenme, halkalı leke gibi belirtilerle karşılaşmış ve bu bağlamda toplanan örnekler sarılık tipi belirtiler ve mozaik tipi belirtiler olmak üzere iki farklı grupta incelenmiştir. Sarılık tipi; genellikle bodur ve az meyve tutumu gösteren bitkiler olup yapraklardaki sararma yaprak kenarlarından başlayıp ya da düzensiz sararmalar göstermiştir (Şekil 2A). Mozaik tipi belirtilerde ise açık sarı ve koyu yeşil düzensiz renk açılmaları gösteren, genellikle yaprağın orta damarı çevresinde sarı parlak mozaik lekeleri bulunan, benekli ve bodur bitkilerden örnekler alınmıştır (Şekil 2B, 2C).

*Solanaceae* familyasının örtü altı yetiştiriciliğinde polikültür yetiştiricilik yapılan alanlarda özellikle domates, biber ve hıyar bitkileriyle aynı serada bulunan patlıcan bitkilerinde halkalı leke ve mozaik belirtiler ile karşılaşmıştır. Sera içerisinde ve etrafında virüs hastalıklarına konukçuluk yapma yeteneğinde olan yabancı otların temizlenmemesi, vektör böceklerle yaz-kış konukçu imkânı sağlamakta ve virüs taşıyabilen vektörlerin yaşama şansını artırarak olumsuz şartlar oluşturmaktadır. Erkenci patlıcan yetiştiriciliğinde fazla miktarda hormon uygulanmasından dolayı yaprak yapısında farklılıkların yanısıra Kimera (genetik bozukluk) ve Stolbur hastalığı tespit edilen bitkilerden de örnek alınmıştır (Şekil 3A, 3B, 3C).



Şekil 2. Sörveylerde gözlenen sararma (A), mozaik (B, C) tipi simptomlar.

Figure 2. Yellowing (A), mosaic (B, C) type symptoms observed during surveys.



Şekil 3. (A) Hormon zararı belirtisi; (B) Kimera belirtisi; (C) Stolbur belirtisi gösteren bitkiler.

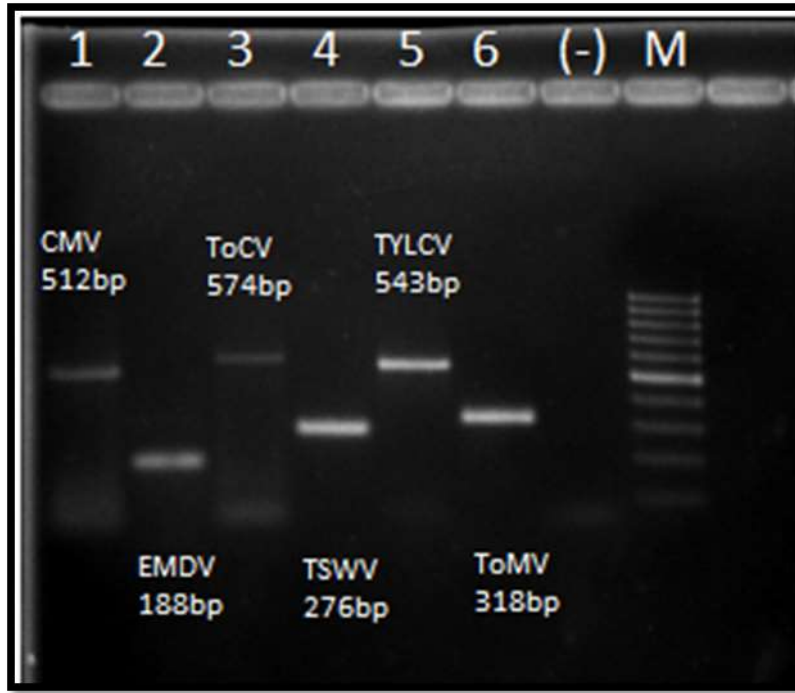
Figure 3. (A) Symptom of hormone damage; (B) Chymera symptom; (C) Stolbur showing plants.

### 3.2. Moleküler bulgular

RT-PCR ve PCR çalışmalarında virüslere spesifik primerler (Çizelge 2) kullanılarak örneklerin AMV, CMV, EMV (= APLV), EMCV, EMDV, PVY, TBSV, TMV, ToMV, ToCV, TSWV ve TYLCV ile enfekteli olma durumları için tespit çalışmaları yapılmıştır. Yapılan tüm moleküler testlemelerin sonucunda örneklerin AMV, APLV, EMCV, PVY, TBSV ve TMV ile enfekteli olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Simptom şekline bakılmaksızın toplanan tüm örnekler, çalışma konusu olan bütün virüslere karşı testlenmiştir.

RT-PCR ve PCR çalışmalarında ülkemizde varlığı bilinen ve pozitif kontrolü olan AMV, CMV, EMDV, PVY, TMV,

ToMV, ToCV, TSWV ve TYLCV için optimizasyon yapılmış, total nükleik asitlerin, kimyasalların ve primerlerin çalıştığı doğrulanmıştır. Ülkemizde varlığı bilinmeyen virüsler (EMCV, TBSV, APLV, TMV) spesifik primerlerle testlenmiştir. Çalışma konusu olan virüsler için toplam örnekler içerisinde %19'u TYLCV, %10'u ToCV, %6'sı ToMV, %5'i EMDV, %4'ü TSWV ve %3'ü CMV ile enfekteli bulunmuştur. Testlemeler sonucunda örnekler AMV, APLV, EMCV, PVY, TMV ve TBSV açısından temiz bulunmuştur. İlçeler bazında virüs enfeksiyonları tablosu incelendiğinde Kumluca'da 40, Alanya'da 26, Konyaaltı'nda 19, Serik'te 14, Gazipaşa'da 8, Aksu'da 7, Muratpaşa'da 5 ve Manavgat'ta 2 adet patlıcan örneklerinde virüs enfeksiyonları tespit edilmiştir (Çizelge 3).



Şekil 4. PCR ve RT-PCR sonucu sırasıyla CMV, EMDV, ToCV, TSWV, TYLCV ve ToMV pozitif örnekler (M: 100bp marker, (-): negatif kontrol).  
Figure 4. PCR and RT-PCR results of CMV, EMDV, ToCV, TSWV, TYLCV and ToMV positive samples respectively (M: 100bp marker, (-): negative control).

Çizelge3. Sörveylerden toplanan örneklerin miktarları ve ilçeler bazında virüs ile enfekteli örnek sayıları.

Table 3. Quantities of samples collected from surveys and number of virus-infected samples by districts.

İlçeler	Örnek sayısı	AMV	CMV	TYLCV	ToCV	TSWV	EMDV	ToMV	EMCV	PVY	APLV	TMV
Alanya	33	-	6	9	7	-	-	4	-	-	-	-
Aksu	23	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-
Demre	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finike	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gazipaşa	31	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaş	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kumluca	36	-	-	11	8	12	-	9	-	-	-	-
Serik	36	-	2	7	4	-	-	1	-	-	-	-
Kepez	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Konyaaltı	30	-	-	6	2	-	11	-	-	-	-	-
Manavgat	20	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Muratpaşa	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>243</b>	-	<b>8</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	-	-	-	-

Sörveylerin örnek alınan bölgedeki virüs dağılımı temsil edebilmesi adına virüs şüphesi taşımayan, latent virüs izolatlarını da tespit edebilmek için simptomsuz patlıcan bitkilerinden de örnek alınmıştır. Dolayısıyla ilçelerdeki virüs yaygınlığı hakkında bir sonuç aranmamış olup; patlıcan bitkisini enfekte eden virüsler belirlenmiştir. Bu bağlamda toplanan simptomsuz örneklerin 3 tanesinde ToCV tespit edilmiştir.

Sekanslama çalışmaları sonucunda; *Tomato spotted wilt virus* izolatu MK628564.1, *Cucumber mosaic virus* izolatu MK321346.1, *Tomato mosaic virus* izolatu MK652756.1, *Tomato yellow leaf curl virus* izolatu MK238543.1, *Eggplant mottled dwarf virus* izolatu MK586224.1 ve *Tomato chlorosis virus* izolatu MK248741.1 GenBank numaraları ile NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanına kayıtları yapılmıştır.

Sekanslar düzenlendikten sonra her bir virüs dünyanın farklı bölgelerinden rapor edilen izolatlar ile Mega7 programında (Neighbor-joining) kıyaslanmış ve filogenetik analizleri yapılmıştır. Filogenetik analizlerde TSWV izolatımız KP008130.1 (İspanya) izolatuyla %95; CMV izolatımız AM183118.1 (İspanya) izolatuyla %99; EMDV izolatımız HG794543.1 (Yunanistan) ile %96; ToCV izolatımız HG380084.1 izolatuyla %97 ve ToMV izolatımız KF972430.1 (İspanya) izolatu ile %92 benzerlik göstermiştir. Antalya bölgesinde patlıcan bitkilerinde tespit edilen virüs enfeksiyonlarının yüksek oranlarda homoloji gösterdikleri ülkeler incelendiğinde karşılıklı bitki alışverişimizin olduğu ve Akdeniz havzasında yer alan ülkeler olması virüslerin kökenini açıklar niteliktedir.



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Sörvey çalışmalarında mozaik, sararma, bodurluk, yaprak kıvrılması, beneklenme, halkalı leke, damar bantlaşması gibi genel virüs belirtileri göz önüne alınmış ve bu tip belirtiler gösteren örnekler farklı türden virüsler ile enfekteli bulunmuştur. Elde edilen örneklerin moleküler testlemeleri yapılmıştır. Bazı örneklerin virüs benzeri belirtiler göstermesine rağmen moleküler testlemelerle çalışma konusuna dahil olan virüsler açısından bitkiler temiz bulunmuş ve nedeni araştırılmıştır. Bu örneklerin alçak tünel erkenci patlıcan yetiştiriciliğinde görülmesi üreticilerin; özellikle hormon ve aşırı dozda ilaç kullanımına bağlı olduğu kanaati oluşmuştur. Aşırı dozda hormon ve ilaç kullanımının üreticileri yanıltabilecek sonuçlar doğurabileceğini ve patlıcan bitkileri üzerinde zarar meydana getiren faktörlerin irdelenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu faktörler göz önüne alındığında yapılan çalışmanın hem patlıcan üzerinde yoğunlaşan araştırmacıların hem de üreticilere faydalı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmayla belirtiler ve güvenilir laboratuvar teknikleri arasındaki bağlantı bulunmuştur.

Patlıcan ekim alanlarındaki sörveyler sonucunda gözlenen belirtiler ‘sarılık tipi’ ve ‘mozaik tipi’ olarak iki ana gruba ayırmak mümkün olmuştur. Patlıcan ekim alanlarında yapılan simptomatolojik çalışmalarda en fazla sarılık belirtiliyle karşılaşılmıştır. Sarılık tipi belirtiler, beyazsineklerin virüs vektörü olması ve çok çeşitli bitki gruplarında enfeksiyon yaparak beslenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bölgede yapılan çalışmalarda en yaygın beyazsinek türünün *Bemisia tabaci* olduğu belirlenmiştir (Ulusoy ve ark. 2012).

*Bemisia tabaci* çok sayıda virüs cinsine vektörlük yapabilmekte ve bu virüslerden kaynaklanan hastalıklar ürünlerde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Taşınma şekilleri farklılık gösteren *Begomovirus*, *Crinivirus*, *Ipomovirus*, *Carlavirus* ve *Torradovirus* cinslerine ait virüsler beyazsinekler ile taşınmaktadır (Janssen ve Ruiz 2016).

Ayrıca *B. tabaci* tarafından domateslerde bulaştırılan Domates sarı yaprak kıvrıklık virüs (TYLCV)’ü nedeniyle ciddi kayıplar yaşanmaktadır (Fidan ve ark. 2019a). Sörveyler sırasında örtü altı patlıcan ekim alanlarında yoğun beyazsinek popülasyonu gözlenmesi, patlıcan bitkilerinde sıklıkla karşılaşılan üst yapraklara doğru artarak giden sarılık belirtileri, domates ve biber ekim alanlarında sıklıkla görülen *Tomato chlorosis virus* ile enfekteli bulunmuştur. Sarılık belirtisi gösteren patlıcan bitkilerinin genç yapraklarında kaşıklaşma, kıvrılma gibi belirtilerin ise *Tomato yellow leaf curl virus*’ten kaynaklandığı tespit edilmiştir. Simptomatolojik gözlemler ile moleküler çalışmalar harmanlanarak patlıcan üretim alanlarında beyazsinek ile taşınan virüslerden *Begomovirus* cinsinden *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) ve *Crinivirus* cinsinden *Tomato chlorosis virus* (ToCV) tespit edilmiştir. Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinde beyazsinek yoğunluğunun deniz seviyesine yakın ilçelerde çok yoğunken üst kesimlere gidildikçe sıcaklıkla beraber beyazsinek popülasyonunun da azaldığı gözlenmiştir. Bu durum, TYLCV ve ToCV ile enfekteli bulunan patlıcan bitkilerinin kıyı şeridinde yer alan Kumluca ve Alanya ilçelerinde en fazla oranda tespit edilmesi sonucunu desteklemektedir. Genellikle sarılık tipi belirtiler üreticiler tarafından toprak kökenli fungal hastalıklar (*Fusarium*, *Verticillium* vb.) ile ilişkilendirilmiştir. Örtü altında solarizasyon uygulaması yapılan alanlarda ve aşılı anaç kullanılan seralarda da sarılık tipi belirtilerin görülmesi

ve buradaki örneklerin TYLCV ve ToCV ile enfekteli bulunması bu algının değişmesine yardımcı olacaktır.

Mozaik belirtisi olan virüsler incelendiğinde büyük bir bölümünün afit kökenli virüsler olduğu bilinmektedir (CMV, PVY, AMV vb). Virüs vektörü afitler ile ilgili bir çalışmada Remaudière ve ark. (2006) Türkiye ile ilgili tüm çalışmaları derleyerek pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii*), sera patates yaprakbiti (*Aulacorthum solani*), patates yaprakbiti (*Macrosiphum euphorbiae*), şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae* var. *persicae*) ve tütün yaprakbiti (*Myzus persicae* var. *nicotianae*) gibi başlıca afit türlerini belirlemişlerdir. Kışı döllenmiş yumurta içinde geçiren yaprakbitleri, ilkbaharda yumurtasından çıkarak yaz boyunca canlı kalmaktadır. Sera çevresinde herdem yeşil bitkiler oldukça yaprakbitlerinin konukçu bulmaları kaçınılmaz olmaktadır.

Patlıcan bitkisinde mozaik tipi belirtilere sebep olan virüs etmenlerinin *Cucumber mosaic virus* ve *Tomato mosaic virus* etmenleri olduğu moleküler çalışmalarla ortaya konulmuş, mozaik tipi belirtiler yapan TMV, EMV ve AMV enfeksiyonlar tespit edilememiştir. Ayrıca mozaik tipi belirtiler gösteren örneklerde *Potato virus Y* ile enfekteli olabileceği düşünülerek test edilmiş, sebze ekim alanlarında yaygın bir virüs olmasına rağmen hiçbir örnekte PVY tespit edilmemiştir. Antalya ilinde patlıcanda tespit edilmemesi dikkate alınarak diğer illerde yapılacak böyle bir tespit çalışmasında mutlaka mozaik grubu virüsler içerisinde test edilmesi gerekmektedir.

Bu sonuçların yanısıra domates ve biberlerde ciddi derecede zarar yapan TSWV’nin 2016 yılında bu virüse karşı domateste Sw-5 geninin sağladığı dayanıklılığın kırılmasının rapor edilmesinin (Fidan 2016) ardından patlıcan bitkilerinde de meyvede ve yaprakta belirtiler gözlenmiştir. TSWV hastalığının Antalya ilinde örtü altında epidemiy yapması, domates ve biber ile iç içe ekimi yapılan seralarda thrips vektörüyle taşınarak patlıcan bitkilerinde de enfeksiyon yaptığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

Patlıcanla ilgili yoğun çalışmalar yapan bazı ülkelerdeki tespit çalışmalarında *Eggplant mottled crinkle virus* (Hindistan) (Raj ve ark. 1989), *Eggplant mosaic virus* (Hindistan) (Briand ve ark. 1997), *Tomato bushy stunt virus* (İspanya) (Luis-Arteaga ve ark. 1996) ve *Tobacco mosaic virus*, *Potato Y virus* (Hindistan) (Kumar ve ark. 2016) enfeksiyonlarının patlıcan bitkisinde bildirilmiş olmasına rağmen ülkemizde yapılan bu çalışmada tespit edilememiştir. Türkiye’de örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı şehir Antalya’da *Solanaceae* familyasına dahil domates ve biberde tespit edilen yeni virüsler için de (*Tomato brown rugose fruit virus*) (Fidan ve ark. 2019b) çalışmaların yapılması gerekmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından FYL-2018-3373 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Aghamohammadi V, Rakhshandehroo F, Shams-bakhsh M (2011) First report of *Tomato mosaic virus* in eggplant in Iran. *Journal of Plant Pathology* 93(4, Supplement): S4.63-S4.89.
- Al-Ani RA, Adhab MA, Ismail KAH (2011) *Eggplant Blister Mottled Virus* (EbmV): A possible new potyvirus characterized from Iraq. *Journal of General and Molecular Virology* 3(3): 049-052.

- Anfoka GH, Abhary M, Nakhla, MK (2005) Molecular identification of species of the *Tomato yellow leaf curl virus* complex in Jordan. *Journal of Plant Pathology* 87(1): 65-70.
- Betti L (1992) *Tomato spotted wilt virus* on eggplant in Sicily (Italy). *Phytopathologia Mediterranea* 31(2): 119-120.
- Bora T, Karaca İ (1970) Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir, s. 8.
- Briand JP, Bouley JP, Witz J (1997) Self-Assembly of *Eggplant Mosaic Virus* Protein. *Virology* 76(2): 664-669.
- Choi H, Cho WK, Yu J, Lee JS, Kim KH (2013) Highly Specific Detection of Five Exotic Quarantine Plant Viruses using RT-PCR. doi: 10.5423/PPJ.NT.09.2012.0142.
- Dombrovsky A, Pearlsman M, Lachman O, Antignus Y (2009) Characterization of a new strain of *Eggplant Mottled Crinkle Virus (EMCV)* infecting eggplants in Israel. *Phytoparasitica* 37(5): 477-483.
- Erkan S, Yorgancı Ü (1988) The first investigation as to virus diseases on eggplants. *The Journal of Turkish Phytopathology* 17(3): 91 (Abstr).
- FAO (2016) FAOSTAT Production Databases. Available online at: <http://www.faostat.fao.org>. Accessed 30 January 2017.
- Fidan H (2010) Sarımsak, Soğan ve Pırasadaki Virüs Hastalıklarının Saptanması ve Taşköprü 56 Sarımsak Tipinin En Yaygın Virüse Karşı Reaksiyonunun Belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Fidan H, Adak NA, Konuksal A, Akerzurumlu E, Yılmaz MA (2011) Occurrence of *Alfalfa Mosaic Virus (AMV)* Diseases on Potato Crops in Northern Cyprus. 5th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Tirana, Arnavutluk, 960: 341-346.
- Fidan H (2016) Antalya'da Örtü Altı Domates ve Biber Alanlarında Dayanıklılık Kıran *Tomato spotted wilt virus (TSWV)* İzolatların Genetik Kıyaslanması, VI. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Konya, Türkiye, s. 560-560.
- Fidan H, Koç G, Topçu T (2016) *Anthurium sp.*'de *Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)* Enfeksiyonu ve Moleküler Karakterizasyonu. *ALATARIM* 15(1): 28-36.
- Fidan H, Karacaoğlu M, Koç G, Çağlar BK (2019a) *Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV)* strains and epidemiological role of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes on tomato agroecology in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(4): 9131-9144.
- Fidan H, Sarıkaya P, Çalış Ö (2019b) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato in Turkey. *New Disease Reports* 39, 18. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018>.
- Fidan H, Koç G (2019) Occurrence, ecology and phylogeny of *Banana streak badnavirus (BSV)* and *Cucumber mosaic cucumovirus (CMV)* in *Musa sp.* production areas of the Mediterranean coastline of Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(3): 5935-5951.
- Green SK, Tsai WS, Shih SL, Rezaian MA, Duangsong U (2003) Molecular characterization of a new Begomovirus associated with *Tomato yellow leaf curl* and *Eggplant yellow mosaic diseases* in Thailand. *Plant Disease* 87(4): 446-446.
- Hafez EE, Youssef AS, Ali GS, Fattouh FA (2013) Defensive interaction of different *Lycopersicon esculentum* cvs infected by *Tomato bushy stunt virus*. *Life Science Journal* 10(1): 1786-1794.
- Janssen D, Ruiz L (2016) Viruses transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* in organic greenhouse crops. Current situation and risks in Europe. *BioGreenHouse Factsheet*. doi: 10.18174/373607.
- Kameroğlu MA, Caliskan AF, Alan B (2009) First report of *Tomato spotted wilt virus* on Eggplant in Turkey. *Journal of Plant Pathology* 91(1): 231-240.
- Katis NI, Chatzivassiliou EK, Clay CM, Maliogka VI, Pappi P, Efthimiou K, Dovas CI, Avgelis AD (2011) Development of an ICRT-PCR assay for the detection of EMDV and partial characterization of isolates from various hosts in Greece. *Journal of Plant Pathology* 93: 353-362.
- Koenig R, Avgelis A (1983) Identification of a virus similar to the BS3 strain of *Tomato bushy stunt virus* in eggplant. *Phytopathology* 2., 106(4): 349-353.
- Kumar S, Udaya Shankar AC, Nayaka SC, Lund OS, Prakash HS (2011) Detection of *Tobacco mosaic virus* and *Tomato mosaic virus* in pepper and tomato by multiplex RT-PCR. *Letters Applied Microbiology* 53(3): 359-63.
- Kumar M, Katiyar A, Madhupriya, Rao GP (2016) First report of association of *Potato virus X* and *Potato virus Y* and 'Candidatus *Phytoplasma trifolii*' in brinjal in India. *Virus Disease* 27(2): 207-208.
- Lee JY, Kim JH, Kim E, Lee S (2015) Development of PCR-base diagnostic system for the detection of *Andean potato latent virus*. *Korean Journal of Agricultural Science* 42(2): 105-109.
- Luis- Artega M, Rodriguez-Cerezo E, Fraile A, Saez E, Garcia-Arenal F (1996) Different *Tomato bushy stunt virus* strains that cause disease outbreaks in solanaceous crops in Spain. *Etiology The American Plant pathology Society* 86(5): 535-542.
- Makkouk KM, Koenig R, Lesemann D (1981) Characterization of a Tombusvirus isolated from Eggplant. *Phytopathology* 71: 572-577.
- Martelli GP (1969) Bacilliform particles associated with mottled dwarf of eggplant (*Solanum melongena* L.) *Journal of General Virology* 5(2): 319-20.
- Martelli GP, Yılmaz MA, Baloglu S (1984) Ultrastructural observation On virus-diseased plants from Western Turkey. *Phytopathologia Mediterranea* 23(1): 9-14.
- Martinez-Priego LI, Cordoba MC, Jorda C (2004) First report of *Alfalfa mosaic virus* in *Lavandula officinalis*. *Plant Disease* 88: 908.3.
- Nienhaus F (1969) A survey of virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. *Annual Phytopathology* 1: 361-367.
- Nitzany FE, Wilkinson RE (1961) The identification of Cucumber mosaic virus from different hosts in Israel. *Phytopathologia Mediterranea* 1(2): 71-76.
- Osman M, Baloğlu S (2018) Doğu Akdeniz Bölgesinde patlıcan yetiştiriciliğinde mevcut virüslerin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 35(1): 111-121.
- Özdemir S, Erilmez S, Paylan IC (2010) First report of *Alfalfa mosaic virus* on eggplant in Turkey *Journal of Plant Pathology* 93(4, Supplement): S4.63-S4.89.
- Raj SK, Aslam M, Srivastava KM, Singh BP (1989) Occurrence and identification of *Eggplant mottled crinkle virus* in India. *Journal of Phytopathology* 125(3): 283-288.
- Rana GL, Vovlas C (1971) Le virosi delle piante ortensi in Puglia. V. Un mosaico della Melanzana. *Phytopathologia Mediterranea* 10: 273-277.
- Rasoulpour R, Izadpanah K (2008) First report of *Eggplant Mottled Crinkle Virus* in Geranium in Iran. *Plant Pathology* 57: 397.
- Remaudière G, Toros S, Ozdemir I (2006) New contribution to the Aphid fauna of Turkey [Hemiptera, Aphidoidea]. *Revue Française d'Entomologie* 28(2): 75-96.
- Sadeghi MS, Behjatnia SAA, Masumi M, Izadpanah K (2009) Characterisation of a Strain of *Potato virus Y* causing eggplant mosaic in Southern Iran. doi: 10.1071/Ap07087.
- Sao A, Mehta N (2010) Heterosis and inbreeding depression for fruit yield and its components in brinjal (*Solanum melongena* L.). *Dirasat Agricultural Sciences* 37(1): 36-45.
- Seth ML, Raychaudhuri SP, Nath R (1967) A new mosaic virus disease of brinjal (*Solanum melongena* L.). *Journal of Phytopathology* 59: 385-389.

- Sulley S (2016) *Tomato chlorosis virus* (ToCV) izolatlarının örtü protein gen bölgesinin moleküler olarak belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara.
- TUIK (2017) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim 23 Aralık 2017.
- TUIK (2018) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim 18 Aralık 2018.
- Ulusoy MR, Karut K, Çalışkan AF (2012) Faunistic studies on Aleyrodidae species of Aegen Region Türk. Entomoloji Bülteni 2(4): 251-262.
- Vorontsova MS, Knapp S (2012) A new species of *Solanum* (Solanaceae) from South Africa related to the cultivated eggplant. PhytoKeys 8: 1-11.





## Detection of *Spiroplasma citri* from citrus trees in Turkey by molecular techniques

Türkiye’de turunçgil ağaçlarında moleküler tekniklerle *Spiroplasma citri*’nin belirlenmesi

Behçet Kemal ÇAĞLAR<sup>1</sup>, Gül SATAR<sup>2</sup>, Saadettin BALOĞLU<sup>1</sup>, Mounira Inas DRAIS<sup>3</sup>, Khaled DJELOUAH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 01330, Adana, Turkey

<sup>2</sup>Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, 01330, Adana, Turkey

<sup>3</sup>CIHEAM Bari, Via Ceglie 9, 70010, Valenzano (BA), Italy

Corresponding author (Sorumlu yazar): B. K. Çağlar, e-mail (e-posta): kecaglar@cu.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): satarg@cu.edu.tr, saba@cu.edu.tr, drais@unitus.it, djelouah@iamb.it

### ARTICLE INFO

Received 11 December 2019

Received in revised form 10 March 2020

Accepted 11 March 2020

### Keywords:

Citrus  
Phylogenetic relation  
Sequencing  
Stubborn

### ABSTRACT

*Spiroplasma citri* is the causal agent of Citrus Stubborn Disease (CSD) on cultivated citrus in the arid and semi-arid climate. Detection and characterization of this agent at the early stage of infection in citrus orchard and young citrus saplings in the nursery is of utmost importance to prevent the introduction and spread of the disease in *Spiroplasma citri* free areas. The current study was conducted in order to investigate the possible existence of different *Spiroplasma citri* strains in Turkey. Leaf and fruit samples were collected from ten years old citrus trees showing mostly short internodes, upright and mottled leaves, off-season blossoming and typical small and acorn-shaped fruits symptoms associated with citrus stubborn diseases in different villages of Kozan town of Adana province in Turkey. Polymerase chain reaction (PCR) was performed using Spiralin-f/r, P89-r/f and P58-6f/4r primer couples for the detection and characterization of the Turkish isolates. No positive sample was detected with the primers Spiralin-f/r. On the contrary, all samples reacted positively to the P89-r/f and P58-6f/4r primer couples. The obtained amplicon from the P89-r/f primers pair was sequenced and the phylogenetic tree was constructed. Phylogenetic tree showed that the Turkish *Spiroplasma citri* isolates are closely related to the Mexican, Spanish, Algerian, and Italian than those isolated from Morocco, Egypt and USA.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Aralık 2019

Düzeltilme tarihi 10 Mart 2020

Kabul tarihi 11 Mart 2020

### Anahtar Kelimeler:

Turunçgil  
Filogenetik ilişki  
Gen dizileme  
Stubborn

### ÖZ

*Spiroplasma citri*, kurak ve yarı kurak iklimde turunçgiller üzerindeki turunçgil palamutlaşma hastalığı (Citrus Stubborn Disease (CSD))’na neden olan bir etmenidir. Bu etmenin turunçgil bahçeleri ve fidanlıklarda bulunan genç fidanlardaki enfeksiyonunun erken aşamada tespiti ve karakterizasyonu, hastalığın *Spiroplasma citri*’den arı bölgelere yayılmasını önlemek için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Türkiye’deki farklı *Spiroplasma citri* suşlarının muhtemel varlığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Eylül ayında Adana ilinin Kozan ilçesinde farklı köylerde bulunan turunçgil bahçelerindeki Stubborn hastalığına benzer çoğunlukla boğum arası kısalma, yapraklarda kaşıklanma ve leke, sezon dışı çiçeklenme ve tipik küçük palamut tipi meyve belirtileri gösteren ağaçlardan yaprak ve meyve örneği toplanmıştır. Türk izolatlarının saptanması ve karakterizasyonu için, polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) Spiralin-f/r, P89-r/f ve P58-6f/4r primer çiftleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Spiralin-f/r primerlerinde pozitif sonuç saptanmamıştır. Buna karşın, testlenen tüm örnekler P89-r/f ve P58-6f/4r primer çiftlerine pozitif sonuç vermiştir. P89-r/f primer çiftinden elde edilen PZR ürünleri sekanslanmış ve filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Elde edilen filogenetik ağaç, önemli bir turunçgil üretim merkezi olan Adana ilindeki turunçgil ağaçlarında saptanan *Spiroplasma citri* izolatlarının, Fas, Mısır ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nden izole olanlardan daha ziyade Meksika, İspanyol, Cezayir ve İtalyan izolatlarıyla yakından ilişkili olduğunu kanıtlamıştır.

## 1. Introduction

*Spiroplasma citri* a phloem-limited mollicute, is the causal agent of citrus stubborn disease on citrus species (Saglio et al. 1973). The pathogen also infects other plant species inducing many economically important plant diseases like brittle root disease in horseradish (Fletcher 1986) or purple leaf disease in carrot (Lee et al. 2006).

The *Spiroplasma citri* infected citrus trees, are mostly showing stunting of the tree, short internodes, upright and mottled leaves, off-season blossoming, and typical small and acorn-shaped fruit (Calavan 1979; Bové 1984; Bové1988; Calavan and Bové 1989; Bové and Garnier 2000). The causal agent of the stubborn can be transmitted in a circulative and propagative manner by several species of leafhoppers including *Circulifer tenellus* and *Neoalithurus haematoceps* (Oldfield et al. 1977; Liu et al. 1983).

Diagnosis of citrus stubborn disease in the field is often difficult, whereas, the detection of the causal agent by culturing on artificial media and biological indexing is laborious, expensive or time-consuming (Tully 1983; Yokomi et al. 2008). *Spiroplasma citri* can be also detected using antisera by ELISA (Saillard and Bové 1983; Clark et al. 1989). PCR detection targeting the spiralin gene is considered as the most efficient tool to detect *Spiroplasma citri*, even if the PCR assays have been developed recently (Lee et al. 2006; Yokomi et al. 2008; Yokomi and Sisterson 2011). These detection assays are still inconsistent and variable in their ability to detect some *Spiroplasma citri* isolates/strains, depending on the gene targeted.

The Stubborn disease was observed for the first time in İzmir province of Turkey by Azeri (1973). Kersting and Şengonca (1992) have found *Balclutha hebe* (Kirkaldy), *Cicadulina bipunctella* (Matsamura) and *Orosius orientalis* (Matsamura) leafhopper as new host of *Spiroplasma citri*. They reported that *Circulifer pacipennis* complex which come from sesame field (Lethierry) was able to transmit *Spiroplasma citri* to *Catharanthus roseus* L., while these complex identified as *Circulifer haematoceps* (Mulsan&Rey) (Hemiptera: Cicadellidae) (Kersting et al. 1993). Kersting and Başpınar (1997) detected *Spiroplasma citri* in sesame using ELISA assay, in Kahramanmaraş, Gaziantep-Kilis, and Şanlıurfa provinces. Moreover, the *Spiroplasma citri* was also detected by ELISA test on *Sorghum halepense* (L.) Pers. in the Eastern Mediterranean region of Turkey (Uygur et al. 1991; Sertkaya and Çınar 2002).

In this context, an investigation was carried out in order to detect and isolate different *Spiroplasma citri* from plant tissue in some Turkish citrus orchards and infected plants grown in the greenhouse, and then partially characterized by targeting the putative adhesin P89 gene and the P58 putative adhesin-like gene.

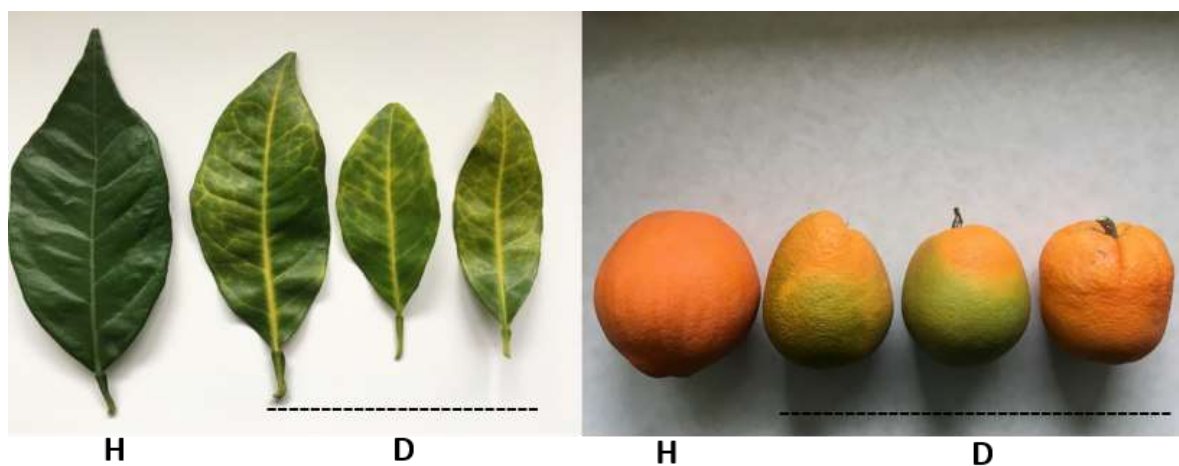
## 2. Materials and Methods

### 2.1. Survey and sample collection

During the survey, citrus leaves and fruits were collected from Navelina orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) trees (Fig. 1) evidencing putative symptoms associated with the citrus stubborn disease well as *Spiroplasma citri*-infected Riored grapefruit (*Citrus paradise* Macfadyen) plants. Petiole leaf and midribs were excised and codified as TR-26; midrib from Navelina, TR-26f; columella from Navelina fruit, TR-27; midrib from Navelina fruit, TR-28; midrib from Navelina trees, TR-28f; columella from Navelina fruit, Tr-29; midrib from Navelina trees in field, TR-31; midrib from Riored plant from orchard in different village of Kozan town of Adana province in Turkey. All the samples were tested by PCR using the primer pairs targeting spiral in gene and the most abundant membrane protein, the putative P89adhesingene and the P58 putative P58 adhesin-like gene (Yokomi et al. 2008).

### 2.2. DNA extraction and Polymerase Chain Reaction (PCR)

*Spiroplasma* genomic DNA was extracted from 1 g of fresh citrus leaves and fruits columella of diseased and healthy plants as described by Ahrens and Seemüller (1992). The leaves were homogenized in 4 ml of CTAB buffer (2% w/vc etyltrimethyl ammonium bromide, 1.4 M NaCl, 0.2 %2-mercaptoethanol, 20 mM EDTA, 100 mM Tris-HCl, 2%polyvinylpyrrolidone, pH 8.0) and 1.5 ml aliquots of the extract were incubated at 65°C for 30 min. An equal volume of chloroform-isoamyl alcohol (24:1) was added to the lysis and mixed vigorously for 1 min and centrifuged at 12.000 rpm for 10 min. This step was repeated twice. The aqueous nucleic acid layer was precipitated overnight at -20°C with 0.6 volume of isopropanol. The pellet obtained following the centrifugation at 8.000 rpm for 10 min was washed with 70% ethanol, vacuum-dried and suspended in 50 µl sterile water. Then it was used as DNA template for direct PCR amplification with the previously specified primers (Tab. 1).



**Figure 1.** Citrus leaves and fruits from Navelina orange showing symptoms associated to the Citrus stubborn disease in field. H; healthy, D; diseased.

**Table 1.** Primers (Yokomi et al. 2008) used for polymerase chain reaction (PCR) for the detection of *Spiroplasma citri*.

Primer	Target gene	Primer sequence	Expected size
Spiralin-f	Spiralin	GTCGGAACAACATCAGTGGT	675 bp
Spiralin-r	Spiralin	TGCTTTTGGTGGTGCTAATG	
P89-f	Putative P89 adhesin gene	ATTGACTCAACAAACGGGATAA	707 bp
P89-r		CGGCGTTTGTAAATTTTGGTA	
P58-6f	Putative P58 adhesin-like gene	GCGGACAAATTAAGTAATAAAAAGAGC	450 bp
P58-4r		GCACAGCATTGGCCAACACTACA	

PCR amplification was performed in 50 µl reaction mixtures containing 1 µl of extracted DNA, 5 µl of Dream Taq Green buffer (10X), 1 µl of dNTPs (10 mM), 1 µl of forward primer (10 pmol) and 1 µl of reverse primers (10 pmol), 0.25 µl of Dream Taq DNA polymerase (5u / µl) (Thermo) and 40.75 µl sterile water. The PCR reactions were performed on Techne TC 4000 thermal cycler. The cycling parameters consisted of 3 min. of denaturation at 95°C, followed by 40 cycles of 30 sec. at 95°C, 50 sec. at 52°C for (Spiralin-f/r and P89-r/P89-f) at 56°C for (P58-6f and P58-4r) and 1 min at 72°C, one cycle of 10 min at 72°C. The PCR products were electrophoresed in 1% agarose gel in 1x TAE buffer (40 mM Tris acetate, 20 mM Acetic acid, 1 mM EDTA, pH 8.0) together with 100 bp DNA marker (Thermo), stained with ethidium bromide and observed on UV trans illuminator.

### 2.3. Sequencing and phylogenetic analysis

The PCR products obtained from seven positive samples to *Spiroplasma citri* (six samples Navelina, one sample Riored) were excised from agarose gel, then washed and eluted by centrifugation through siliconized glass wool, as described by Gromadka (1995). The eluted DNAs were sequenced from both directions using forward and reverse sequencing-primers. DNA fragments were subjected to automated sequencing (ABI 3130xl Genetic Analyzer, Applied Bio. Refgen Biyoteknoloji Ltd. şti., Ankara, Turkey). Computer-assisted analyses of nucleotide sequences were assembled using the MEGA7 program (Kumar et al. 2018). P89 adhesin gene sequences of the local *Spiroplasma citri* isolates were separately aligned using Clustal X 1.81 (Thompson et al. 1997). Finally, the phylogenetic tree was constructed by the neighbor-joining method using NJplot and Bootstrap analysis with 1000 replicates on MEGA7.

## 3. Results and Discussion

The PCR results showed that none of the samples produced amplicons by using the primer pairs targeting the spiral in gene because of low titer of pathogen in plants like in the result of Yokomi et al. (2008); whereas the same samples reacted positively to the PCR assay using the P89f/r and P58-6f/4r primer pairs targeting the putative P89 adhesin gene and the P58 putative adhesin-like gene. In fact, the seven *Spiroplasma citri* assayed isolates (TR-26, midrib from Navelina; TR-26f, columella from Navelina fruit; TR-27, midrib from Navelina fruit; TR-28, midrib from Navelina trees; TR-28f, columella from Navelina fruit; TR-29, midrib from the tested Navelina trees in the field and TR-31, midrib collected from Riored in greenhouse) evidenced clearly the relative expected bands of 707bp (Fig. 2) and 450 bp sizes (Fig. 3) in the agarose gel. As reported by Yokomi et al. (2008), this can be related probably to the field conditions of hot summer months which have an impact on the *Spiroplasma citri* concentrations. These contradicting results are highlighting the importance of using

the P89 and P58 primer pairs which were designed in order to overcome the limitations of the sensibility of spiralin primers for *Spiroplasma citri* detection and were claimed to be the most efficient tools for the *Spiroplasma citri* detection (Yokomi et al. 2008).

Furthermore, the obtained nucleotide sequence of the putative P89 adhesin gene from the Turkish *Spiroplasma citri* infected isolates TR-26, TR-27, TR-28, Tr-29, TR-31 were registered on NCBI (National Center for Biotechnology Information) database GenBank Accession N°MK685865, MK685866, MK685867, MK685868, MK685869, analyzed using the BLAST program and compared with other *Spiroplasma citri* nucleotide sequences. Nucleotide sequence analysis of the p89 gene from the Turkish isolates were identical 100% to each other and revealed a high percentage of similarity among sequences with the Mexican isolate 356.46 (KT377390.1) that represents a *Spiroplasma citri* isolate extracted from insect vector (Swisher et al. 2016).

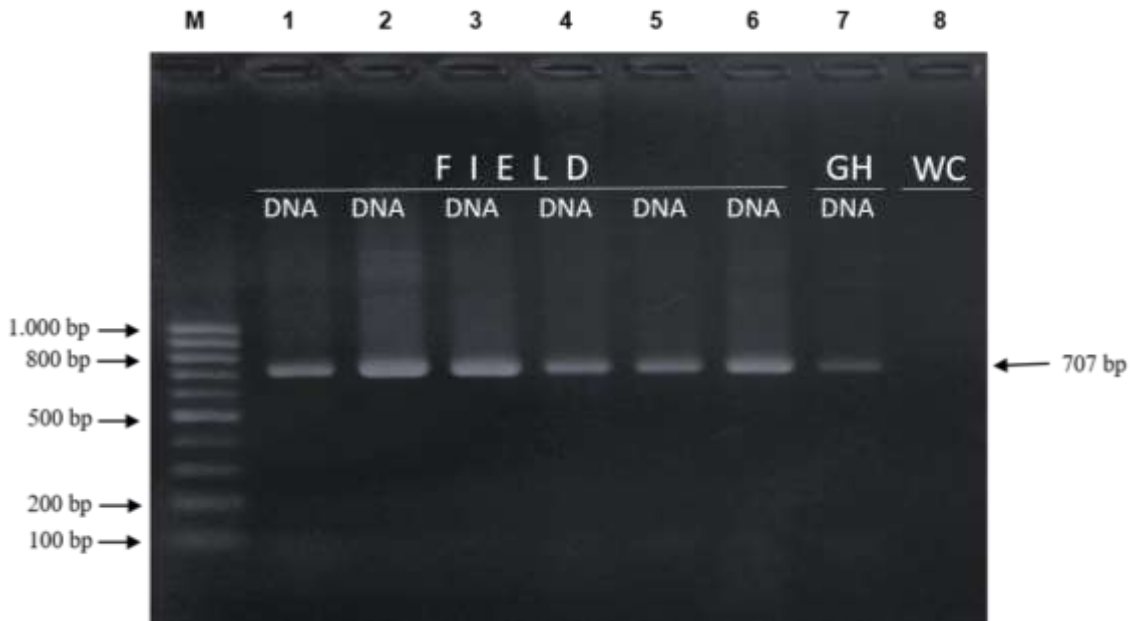
From the comparison with the sequences retrieved from GenBank, a neighbor-joining phylogenetic tree was constructed using MEGA7 based on the partial nucleotide sequences of the P89 gene (Fig. 4). It is important to highlight that only a few nucleotide sequences targeting the P89 and P58 genes are registered in the NCBI database. The partial genomic sequences of the five Turkish isolates showed consistent clustering.

They all reveal a close relationship between each other and the phylogenetic analysis grouped these Turkish isolates TR26, TR 27, TR28, TR29, TR31 in the same main branch with the Mexican isolates 356.46 (KT377390.1), 16.13 (KT377379.1), 356.47(KT377391.1), Algerian isolate G (LN908965.1), Italian isolate Apulia-TN (HE649967.1) and Spanish isolates F12 (KP067956.1), 273-14 (KP258171.1). Whereas the Egyptian Giza-man isolate, Moroccan (GII3) isolate, and both American isolates were grouped together in another clade. At least two various clades can be separated out of this tree. The all Turkish isolates are the same strain and they have a common ancestor. Geographical clustering among these isolates can be observed.

*Spiroplasma citri* is one of the most important diseases in citrus orchards especially for navel orange group and grapefruits orchards in the East Mediterranean region of Turkey (Çağlayan 1987; Güllü 1989; Çınar et al. 1993; Kersting et al. 1993). Nowadays, it continues spreading in the region, and it is transmitted by leafhopper, *Circulifer haematoceps*, but graft transmission rate is very low (Korkmaz et al. 1993; Kersting et al. 1997). The several studies were conducted epidemiology of the pathogen, especially about its vectors and host plants (Kersting and Başpınar 1995; 1997; Kersting et al. 1997; Sertkaya and Çınar 2002) were generally based on ELISA tests. *Sorghum halepense* (L.) Pers. was accepted important host plant for *Spiroplasma citri* after tested by ELISA test (Uygur et al. 1991), Although it was not possible to culture the pathogen (Sertkaya and Çınar 2002). The similar results also recorded for

*Amaranthusgraecizans* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Chenopodium album* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cyperus rotundus* L. (Uygur et al. 1991), *Salsola kali* L. and *Crepisec hinops* (L.) All., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (Kersting et al. 1992). Current information and detection techniques which clearly showed here may help more to understand the relationship among *Spiroplasma citri*, host plant, and *Circulifer haematoceps*. Moreover, considering the presence and wide distribution in Turkish orchards of *Spiroplasma citri* isolates,

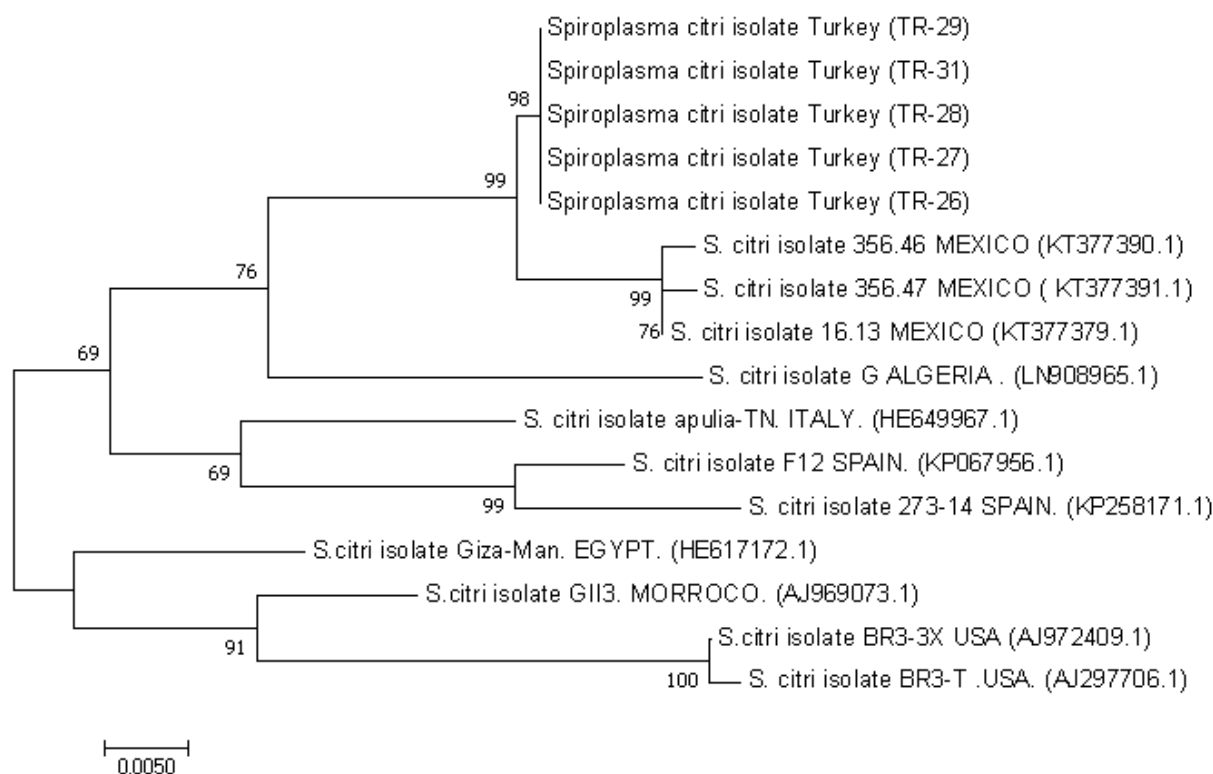
genetically close to borne insect vector Mexican, Algerian, Spanish and Italian *Spiroplasma citri* isolates, make more important to understand its epidemiology. The information collected in the frame of this study could convince the Turkish institutions, to adopt urgent actions, by more research about its continuous spread reasons and main host plant for both *Spiroplasma citri* and *C. haematoceps*. This information may help to create more effective control tactics to prevent disease spreading.



**Figure 2.** Polymerase chain reaction amplicons (707 bp) produced using P89-r and P89-f primers for Putative P89 adhesine gene with *Spiroplasma citri* DNA extracted directly from plant tissue on trees in orchard and greenhouse source plants. M; 100 bp DNA marker, 1 (TR-26), 2 (TR-26f), 3 (TR-27), 4 (TR-28), 5 (TR-28f), 6 (Tr-29), 7 (TR-31 as positive control), WC; water control.



**Figure 3.** Polymerase chain reaction amplicons (450) produced using P58-6f and P58-4r primers for Putative P58 adhesine-like gene with *Spiroplasma citri* DNA extracted directly from plant tissue on trees in orchard and greenhouse source plants. M; 100 bp DNA marker, 1 (TR-26), 2 (TR-26f), 3 (TR-27), 4 (TR-28), 5 (TR-28f), 6 (Tr-29), 7 (TR-31), WC; water control.



**Figure 4.** Phylogenetic tree based on P89 sequence analysis of 16 nucleotide sequences of *Spiroplasma citri* strains. The neighbor-joining method using MEGA 7 was utilized, Bootstrap values (percentage) for 1000 replicates are indicated at the main branches are shown on trees.

## References

- Ahrens U, Seemüller E (1992) Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16S rRNA gene. *Phytopathology* 82: 828-832.
- Azeri T (1973) First report of Satsuma Dwarf virus disease on satsuma mandarin in Turkey. *Plant Disease Reporter* 57(2): 149-153.
- Bové JM (1984) Wall-less prokaryotes of plants. *Annual Review of Phytopathology* 22: 361-396.
- Bové JM (1988) *Spiroplasma citri*. In: IM Smith, J Dunez, RA Lelliott, DH Phillips, SA Archer (Eds.), *European handbook of plant diseases*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, pp. 129-131.
- Bové JM, Garnier M (2000) Stubborn. In: LW Timmer, SM Garnsey & JH Graham (eds.) *Compendium of Citrus Diseases*, American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, pp. 48-50.
- Calavan EC (1979) Symptoms of stubborn disease and the culture of *Spiroplasma citri*. in: Proc. R.O.C.-U. S. Coop. Sci. Semin. Mycoplasma Dis. Plants. NSC Symp. Ser. No. 1. National Science Council, Republic of China, pp. 67-72.
- Calavan EC, Bové JM (1989) Ecology of *Spiroplasma citri*. in: RF Whitcomb & JG Tully (eds.) *The Mycoplasmas*, Academic Press, Inc., New York, pp. 425-485.
- Clark MF, Davies DL, Buss SL, Morton A (1989) Serological discrimination among mycoplasma-like organisms using polyclonal and monoclonal antibodies. *ActaHorticulturae* 235: 107-113.
- Çağlayan K (1987) Turunçgil yediverenleşme (Stubborn: palamutlaşma) hastalık etmeni *Spiroplasma citri*'nin izolasyonu, taşınması ve patojen-vektör ilişkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Adana, s. 133.
- Çınar A, Kersting U, Önelge N, Korkmaz S, Sas G (1993) Citrus virus and virus-like diseases in the Eastern Mediterranean region of Turkey. In *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings* 12: 397-400.
- Fletcher J, Slack SA (1986) Latex agglutination as a rapid detection assay for *Spiroplasmacitri*. *Plant Disease* 70: 754-756.
- Gromadka R (1995) Szybkaizolacja DNA z agarozu. In: In Zynieria Genetycznai Biologia Molekularna, Techgen Sp. Z.O.O. (ed.). *Metody, Podreczniki laboratoryjne* IBB PAN, Warszawa, pp. 6-7.
- Güllü M (1989) Doğu Akdeniz Bölgesi Navel grubu portakal ve Satsuma mandarin ağaçlarında yaygın virus ve virus benzeri hastalıkların surveyi ve indekslenmesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, s. 266.
- Kersting U, Şengonca Q (1992) Detection of insect vectors of the citrus stubborn disease pathogen, *Spiroplasma citri* Saglio et al., in the citrus growing area of South Turkey. *Journal of Applied Entomology* 113(1-5): 356-364.
- Kersting U, Şengonca Ç, Çınar A (1992) Detection of *Spiroplasmacitri* in non-citrus host plants and their associated leafhopper vectors in southern Turkey. *FAO Plant Protection Bulletin* 40(3): 89-94.
- Kersting U, Başpınar H, Çınar A, Şengonca C, Uygun N (1993) New findings on the epidemiology of *Spiroplasmacitri* in the Eastern Mediterranean region of Turkey. In *XII. International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings* 12: 336-341.
- Kersting U, Başpınar H (1995) Seasonal and diurnal flight activity of *Circulifer haematoceps* (Hom., Cicadellidae), an important leafhopper vector in the Mediterranean area and the Near East. *Journal of Applied Entomology* 119(1-5): 533-537.
- Kersting U, Başpınar H (1997) Occurrence and Distribution of *Spiroplasmacitri* and Sesame Phylloxy in Sesame in Southern Anatolia. *Journal of Turkish Phytopathology* 26(1): 1-9.
- Kersting U, Başpınar H, Uygun N, Satar S (1997) Comparison of two sampling methods for leafhoppers (Homoptera, Cicadellidae) associated with sesame in the east Mediterranean region of Turkey.



- Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 70(7): 131-135.
- Korkmaz S, Çınar A, Kersting U (1993) Seasonal changes of citrus stubborn disease pathogen, *Spiroplasma citri*, by Budwood Grafting. Journal of Turkish Phytopathology pp. 9-16.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K (2018) MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. Molecular Biology and Evolution 35: 1547-1549.
- Lee IM, Bottner KD, Munyaneza JE, Davis RE, Crosslin JM, du Toit LJ, Crosby T (2006) Carrot purple leaf: a new spiroplasmal disease associated with carrots in Washington State. Plant Disease 90: 989-993.
- Liu HY, Gumpf DJ, Oldfield GN, Calavan EC (1983) The relationship of *Spiroplasma citri* and *Circulifer tenellus*. Phytopathology 73: 585-590.
- Oldfield GN, Kaloostian GH, Pierce HD, Calavan EC, Granett AL, Blue RL, Rana GL, Gumpf DJ (1977) Transmission of *Spiroplasma citri* from citrus to citrus by *Scaphytopius nitridus*. Phytopathology 67: 763-765.
- Saglio P, L'Hospital M, Laflèche D, Dupont G, Bové JM, Tully JG, Freundt EA (1973) *Spiroplasma citri* gen. and sp. n.: A mycoplasma-like organism associated with stubborn disease of citrus. International Journal of Systematic Bacteriology 23: 191-204.
- Saillard C, Bové JM (1983) Application of ELISA to spiroplasma detection and classification. In: S Razin, J G Tully, (eds.), Methods in mycoplasmaology, Academic Press, New York, USA. Vol. 1, pp. 471-476.
- Sertkaya G, Çınar A (2002) Detection of same weed species as host of *S. citri* Saglio et al. and its insect vector *Circulifer haematoceps* (M.-R.) in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. Türkiye Herboloji Dergisi 5: 35-41.
- Swisher KD, Velásquez-Valle R, Mena-Covarrubias J, Munyaneza JE (2016) Occurrence and molecular detection of *Spiroplasma citri* in carrots and its insect vector, *Circulifer tenellus*, in Mexico. Journal of Plant Pathology 98(2): 355-360.
- Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins DG (1997) Clustal\_X Windows Interface: Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Research 25(24): 4876-4882.
- Tully JG (1983) Dark-field microscopy. In: S Razin and JG Tully (eds.) Methods in Mycoplasmaology, Academic Press, New York.
- Uygur S, Uygur FN, Çınar A (1991) Çukurova Bölgesinde *Spiroplasma citri* Saglio et al.'nin konukçusu olan yabancı ot türlerinin saptanması. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, İzmir, pp. 311-314.
- Yokomi RK, Mello AFS, Saponari M, Fletcher J (2008) Polymerase chain reaction based detection of *Spiroplasma citri* associated with citrus stubborn disease. Plant Disease 92: 253-260.
- Yokomi RK, Sisterson M (2011) Validation and comparison of a hierarchical sampling plan for estimating incidence of citrus stubborn disease. In International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings 18(18): 1957-2010.



## Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV): Güncel durumu ve geleceği

### Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV): Current situation and future prospects

Hakan FİDAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. Fidan, e-posta (e-mail): hakanfidan@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Mart 2020  
Düzeltilme tarihi 20 Mart 2020  
Kabul tarihi 23 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

*Tobamovirus*  
*Tomato brown rugose fruit virus*  
Domates  
Biber  
Dayanıklılığın kırılması

#### ÖZ

*Tobamovirus* cinsinde *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) olarak tanımlanan yeni bir virüs geniş yayılım alanlarında epidemi yapmıştır. ToBRFV, ilk olarak 2014 yılında İsrail'de tespit edilmiştir. O zamandan günümüze kadar virüs Avrupa, Kuzey Amerika, Asya, Türkiye ve daha birçok ülkede tespit edilmiştir. ToBRFV, bitkisel üretimi, domates ve biberlerin pazarlanabilirliğini önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. Virüs bir gıda güvenliği riski değildir. Bu virüs esas olarak domates ve biberleri etkilemektedir. *Solanum nigrum* gibi bazı yabancı ot türlerinin virüse konukçuluk yapabildiği belirlenmiştir. ToBRFV hastalığı da diğer *Tobamovirus*'ler gibi tohumla ve mekaniksel temas ile işçilerin elleri, kıyafetleri, bombus arıları, sera alet ekipmanları yoluyla çok etkili bir şekilde taşınabilmektedir. ToBRFV, *Tobamovirus*'lere dayanıklılık sağlayan domateslerdeki Tm2<sup>2</sup> genini ve biberlerdeki L1, L2, L3 genlerini etkisiz kılarak enfeksiyon yapmaktadır. Bugüne kadar ToBRFV, ağırlıklı olarak sera domateslerinde rapor edilmiştir. Domates meyvelerinde buruşuk kahverengi veya sarı lekeler göstermektedir. Bu belirtiler, meyvelerin piyasa değerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Virüsün seralara girişini ve yayılmasını sınırlamak için katı biyogüvenlik önlemleri gereklidir. Üreticiler, güvenilir kaynaklardan tohum ve fide kullandıklarından emin olmalıdır.

#### ARTICLE INFO

Received 18 March 2020  
Received in revised form 20 March 2020  
Accepted 23 March 2020

#### Keywords:

*Tobamovirus*  
*Tomato brown rugose fruit virus*  
Tomato  
Pepper  
Resistance breaking

#### ABSTRACT

A new virus, defined as *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) in the genus *Tobamovirus*, has made the epidemic in wide spread areas. ToBRFV was first detected in Israel in 2014. Since then, the virus has been detected in Europe, North America, Asia, Turkey and many more countries. ToBRFV has the potential to significantly affect crop production, the marketability of tomatoes and peppers. The virus is not a food safety risk. This virus mainly affects tomatoes and peppers. It has been determined that some weed species, such as *Solanum nigrum*, can host the virus. Like other *Tobamoviruses*, ToBRFV can be transported very effectively with the hands and clothes, bumblebees, greenhouse tool equipment, with seeds and mechanical contact. ToBRFV infects by neutralizing the Tm2<sup>2</sup> gene in tomatoes and L1, L2, L3 genes in peppers, which provide resistance to *Tobamoviruses*. To date, ToBRFV has been reported mainly in greenhouse tomatoes. It shows brown rugose or yellow spots on tomato fruits. These fruit symptoms significantly reduce market value. Strict biosafety measures are required to limit the entry and spread of this virus into greenhouses. Producers should make sure they use seeds and seedlings from reliable sources.

## 1. Giriş

*Solanaceae* familyasındaki domates (*Solanum lycopersicum*), 2007 ve 2017 yılları arasında 45 milyon tonun üzerinde artan küresel bir üretim ile en önemli ve yaygın olarak yetiştirilen ürünlerden biri haline gelmiştir (FAO 2017). Domateste patojen enfeksiyonlarını önleme çabalarına rağmen, viral hastalıkların kontrolü oldukça zordur. Mücadele stratejileri, mevcut virüslerin yeni ırklarının veya tamamen yeni virüslerin sürekli ortaya çıkmasıyla giderek zorlaşmaktadır. Virüsler, geniş popülasyonları, genetik varyasyonu

kolaylaştıran tamir mekanizmalarının genomlarında olmaması ve kısa sürede çoğalabilmeleri gibi nedenlerle doğal seleksiyon baskısına uyum sağlama konusunda büyük bir potansiyele sahiptir (Hanssen ve ark. 2010). Viral genomlarda yüksek mutasyon ve rekombinasyon yeteneği, popülasyonda hızla yayılan yeni varyantların üretimini arttırmaktadır (Moya ve ark. 2004). Viral hastalıklardan etkilenen domates bitkilerinin besin içeriği, meyve kalitesi ve verimi azalarak raf ömrü kısalmaktadır (Hanson ve ark. 2016).

Tarla veya sera bitkilerinde sorunlara neden olmaya devam eden birçok farklı virüs hastalığı bulunmaktadır. Son zamanlarda *Tobamovirus* cinsinde *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) olarak tanımlanan, seralar ve üretim sahalarında yeni ortaya çıkan ve geniş yayılım gösteren bir viral patojen dünya çapında büyük önem kazanmıştır.

Örtü altı veya tarla koşullarında yetiştirilen domates bitkileri özellikle mekanik ve tohumla bulaşan virüs cinsi *Tobamovirus*'ler nedeniyle enfeksiyonlara yüksek derecede maruz kalmaktadırlar. Uluslararası Virüs Taksonomisi Komitesi'nin (International Committee on Taxonomy of Viruses-ICTV) 2015 sürümüne göre *Tobamovirus* cinsinin *Virgaviridae* ailesindeki yedi cins arasında 35 türe sahip olan en büyük cins olduğu belirtilmiştir. *Tobamovirus* cinsi de iyi bilinen türler arasında *Tobacco mosaic virus* (TMV) (Mayer ve ark. 1942), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), *Tobacco mild green mosaic virus* (TMGMV) *Solanaceae* familyasındaki ürünleri enfekte edebilmektedirler (Adams ve ark. 2009; King ve ark. 2012). *Paprika mild mottle virus* (PaMMV) (Hamada ve ark. 2003), *Bell pepper mottle virus* (BPeMV) (Wetter ve ark. 1987), *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) (Liang ve ark. 2019) ve *Odontoglossum ringspot virus* (ORSV) (Pai ve ark. 2019) türleri de *Tobamovirus* cinsinde yer almaktadırlar. *Tobamovirus*'ler mekanik temasla bulaşmaktadır: İşçilerin elleri, kıyafetleri, bombus arıları, sera alet ekipmanları yoluyla taşınarak tohumlardaki ve kontamine topraklardaki enfektivitesini koruyabilmektedir (Luria ve ark. 2017). Domateslerde sırasıyla Tm-2 ve Tm-2<sup>2</sup> R (Resistance) genleri tarafından TMV ve ToMV'ye dayanıklılık sağlandığı bilinmektedir. Tm-2 ve Tm-2<sup>2</sup> dayanıklılık genleri, viral hareket proteinini avirulens protein (Avr) olarak paylaşmaktadır. Tm-2<sup>2</sup> geninin, direnci kırılan Tm-2'den daha dayanıklı olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, domatesleri enfekte eden yeni *Tobamovirus*'ler tanımlandığından Tm-2<sup>2</sup> direncinin etkinliği tartışılmaktadır. Meksika'da *Tomato mottle mosaic virus* (ToMMV) ve Ürdün'de ToBRFV olarak adlandırılan *Tobamovirus*'lerin bu dayanıklılık geninin üstesinden geldiği bildirilmiştir. ToMMV, domates fidelerinin yapraklarında doku nekrozuna; olgun bitkilerde mozaik ve yaprak bozulmasına neden olmaktadır. Ülkemizde varlığı ile ilgili bir kayıt bulunmamaktadır.

## 2. Domates Üretiminde ToBRFV'nin Ortaya Çıkışı ve Simptomları

Bugüne kadar, ToBRFV enfeksiyonu Ürdün (Salem ve ark. 2016), İsrail (Luria ve ark. 2017; Alkowni ve ark. 2019; Levitzky ve ark. 2019), Meksika (Cambron-Crisantos ve ark. 2018, Camacho-Beltrán ve ark. 2019; Ling ve ark. 2019), ABD (Chitambar 2018; Ling ve ark. 2019), Almanya (Menzel ve ark. 2019), İtalya (Panno ve ark. 2019), Filistin (Alkowni ve ark. 2019), Türkiye (Fidan ve ark. 2019), Çin (Yan ve ark. 2019) ve İngiltere (Skelton ve ark. 2019)'den rapor edilmiştir. Belçika, Yunanistan, Hollanda, İspanya gibi ülkelerde de ToBRFV enfeksiyonu kayıt edilmiştir (EPPO 2020). Şili, Etiyopya ve Sudan'da da meydana geldiği bildirilmiş ancak doğrulanmamıştır. Salem ve ark. (2016), ilk defa 2015 yılında Ürdün'den domates mahsullerinde ToBRFV salgınına bildirilmiştir. Bununla birlikte, şu anda bulunduğu ülkelerde ToBRFV hastalığının belirtilerinin iyi anlaşılması ya da tanılama çalışmalarında ToBRFV için spesifik bir yöntemin kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Maayan ve ark. (2018) farklı *Tobamovirus*'lerin kapsamlı bir filogenetik analiz ve genomik karşılaştırması ile ilgili

yaptıkları çalışmada ToBRFV varyantındaki konukçu kayması olayının çok kısa bir sürede düşük bir mutasyon oranıyla meydana geldiği sonucuna varmıştır. ToBRFV'nin rekombinasyon sonucu ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple potansiyel küçük ebeveyn olarak ToMMV ve büyük ebeveyn olarak TMV'nin Ohio V suşunu tanımlayan bir rekombinasyonu tanımlamak için algoritmalar kullanılmıştır (Salem ve ark. 2016). Ayrıca, yetiştirilen domates çeşitleri, tohum kaynağı, alternatif konukçular veya kullanılan yetiştirme sisteminin ortak bağlantıları da olabileceği belirtilmiştir. *Solanum nigrum*, *Chenopodium murale* ve *Petunia hybrida* gibi birkaç yaygın yabancı ot, İsrail'de virüsün potansiyel kaynakları olarak tanımlanmıştır (Luria ve ark. 2017). Bu yabancı otların ülkemizde de bulunduğu ve aynı potansiyele sahip olduğu unutulmamalıdır. Bununla birlikte, Kuzey Filistin'de tarımsal ürün yetiştiriciliğinde virüsün kolaylıkla çoğalabildiği ve şiddetli enfeksiyon yapabildiği domates bitkileri tercih edildiği için ToBRFV'nin yayılması devam etmektedir (Alkowni ve ark. 2019).

Domates (*Solanum lycopersicum*) ve biber (*Capsicum sp.*) ToBRFV'nin ana konukçusudur (Cambrón-Crisantos ve ark. 2018). Luria ve ark. (2017) yaptıkları konukçu aralığı belirleme çalışmalarında mekanik inokulasyon çalışmalarıyla patates (*Solanum tuberosum* cv Nicola) ve patlıcan (*Solanum melongena* cv Classic, cv 206) bitkilerine ToBRFV inokule etmişler ve bu ürünlerin enfekte olmadığını belirlemişlerdir. Petunya (*Petunia hybrida*) bitkisinin ise semptomsuz konukçu olduğu bildirilmiştir. İnokule edilen tütün türlerinden *Nicotiana benthamiana*, *N. glutinosa* ve *N. sylvestris*'de inokulasyondan 7-14 gün sonra çökme görülmüştür. Yabancı ot türlerinden *Solanum nigrum* ve *Chenopodium murale* etmen için konukçu oldukları belirlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı 2019).

*Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV)'ü diğer *Tobamovirus*'lerden ayıran bazı belirtiler gözlemlenmiştir. Domatesteki belirtilerini iki tipte sınıflandırmak mümkündür; bazı çeşitlerin yapraklarında şiddetli mozaik belirtileriniyle gösterebilirken, bazı çeşitlerde meyve oluşuncaya kadar yaprak semptomu göstermemekte ve bu virüsün varlığı ancak meyvedeki belirtiler ile fark edilebilmektedir. Domates yapraklarında klorotik mozaikler, buruşma ve deformasyonlar; Tm2<sup>2</sup> dayanımı olan çeşitlerde meyvede düzensiz sarı halkalar meydana gelirken; dayanımı olmayan çeşitlerde kahverengi buruşuk (rugose) lekeler oluşmaktadır. (Şekil 1). ToBRFV tohumla taşınsa dahi bazı çeşitlerde meyve oluşup renk değişimi oluncaya kadar yaprak semptomu vermemektedir (Fidan ve Sarıkaya 2020a). Bazı çeşitlerde ise iklim koşullarının müsait olması durumunda ilk bir ay içerisinde belirtiler gözlemlenmektedir. Bu durumun, çeşidin ıslah geçmişi ile (background) ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu özellik dikkate alınarak dayanıklılık çalışmalarında meyvelerde renk oluşumuna kadar semptom gözlenmesi yapılması gerekmektedir.

Tm-2<sup>2</sup> dayanımı olmayan çeşitlerde yapraklarda mozaik, kabalaşma sarı kahverengi nekrotik lekeler meyvede nekrotik alanlar şeklinde kendini göstermektedir. Tm-2<sup>2</sup> dayanımı olan beef (iri domates) çeşitlerinde ise yapraklarda iplikleşme ve uzama şeklinde semptom göstermektedir. Semptomlar *Cucumber mosaic virus* (CMV) ve/veya *Potato virus Y* (PVY) semptomlarına çok benzemektedir (Şekil 2).

*Tobamovirus*'lere karşı biberde dayanıklılık sağlayan L genlerine sahip biber bitkilerinde yapılan mekanik inokulasyonlar sonucunda L4 genine sahip biberlerde HR (Hipersensitif Reaksiyon) geliştiği ve bitkilerin etkilenmediği gözlemlense de yüksek sıcaklık (32°C'nin üzerinde) ve üst üste





**Şekil 1.** A: Hassas çeşitlerde gözlenen kahverengi buruşuk (rugose) leke belirtileri; B, C: Tm<sup>2</sup> direnci olan çeşitlerin meyvelerinde gözlenen düzensiz sarı halka belirtileri; D: Tm<sup>2</sup> direnci olan çeşitlerin yapraklarında gözlenen şiddetli mozaik belirtileri; E: Kalikte meydana gelen kahverengileşme belirtisi.

**Figure 1.** A: Brown rugose symptoms in susceptible varieties; B, C: Irregular yellow ring symptoms in the fruits of Tm<sup>2</sup> resistant varieties; D: Severe mosaic symptom in the leaves of Tm<sup>2</sup> resistant varieties; E: Browning symptom in calyx.



**Şekil 2.** Domates bitkilerinde CMV ve PVY benzeri belirtiler gösteren örnekler.

**Figure 2.** Samples showing CMV and PVY-like symptoms on tomato plants.

enfeksiyona maruz kalma (bulaşma) durumlarında L4 genine sahip biberlerde de kahverengi akıntı, renk bozukluğu, meyvede kırılma ve gevrek yapı; sıcaklığın artmasına bağlı yapraklarda mozaik, kıvrılma ve kabalaşma gözlemlenmektedir. Bu sebeple biber bitkilerinde de meyvedeki renk dönüşümüne kadar bitkilerin kontrol edilerek belirtilerin gözlenmesi gerekmektedir. Diğer L genlerine sahip biberlerin (L1, L2, L3) hassas oldukları gözlemlenmiştir. Dolmalık ve kapyra biberlerin daha hassas olduğu, meyve içindeki tohumlara bakıldığında *Tobamovirus*'lerde sık rastlanan tohum etrafında kahverengi klorotik halkalar ve gövdede siyahlaşmalar gözlemlenmektedir (Şekil 3). ToBRFV'nin domates ve biber bitkilerinde meyvelerde renk dönüşümü gözleninceye kadar belirtiler vermemesi, virüsün tespitini zorlaştırmakta ve önlem almakta

geç kalındığı için önemli derecede ekonomik kayıplara sebep olmaktadır.

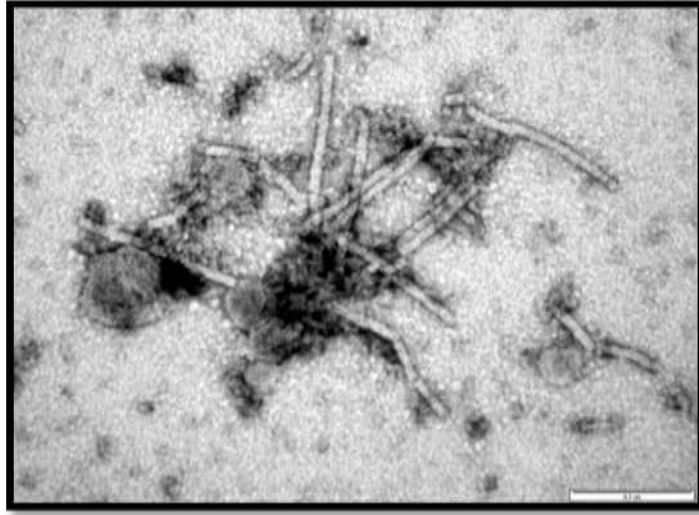
### 3. ToBRFV'nin Moleküler Özellikleri ve Tanınması

ToBRFV'nin genom organizasyonu, *Virgaviridae* ailesinin en büyüğü olan *Tobamovirus* cinsinin tipik özellikleriyle tanımlanmıştır ve bu nedenle TMV, ToMV, ToMMV, CGMMV ve ORSV ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Adams ve ark. 2009, 2012). *Tobamovirus*'ler, dört ORF (Open reading frame)'yi kodlayan 6.2 ila 6.4 kb tek sarmallı RNA (+ssRNA) genomunu kapsayan tipik bir çubuk şekilli parçacık morfolojisi ile karakterize edilmektedir (Şekil 4). ORF1 ve ORF2 bir stop kodonu ile ayrılmakta ve replikaz kompleksini oluşturan yapısal



Şekil 3. Biber bitkilerinde enfekteli tohum ve meyvelerde kahverengileşme belirtileri.

Figure 3. Infected seeds in pepper plants and browning symptoms in fruits.



Şekil 4. MT107885 TBRFV-Ant-Tom NCBI kayıtlı Antalya domates ToBRFV izolatının Zeiss Leo 906 E TEM (Germany) Elektron mikroskobu görüntüsü.

Figure 4. Zeiss Leo 906 E TEM (Germany) Electron microscope image of Antalya tomato ToBRFV isolate registered in NCBI with MT107885 genbank numbered and TBRFV-Ant-Tom named.

olmayan proteinleri kodlamaktadır. Büyük subgenomik RNA üzerindeki ORF3, yapısal olmayan hareket proteinini (Movement protein-MP) kodlamaktadır. Küçük subgenomik RNA üzerindeki ORF4, 17 ila 18 kDa'lık kılıf proteinini (Coat protein-CP) kodlamaktadır. Bu cinsteki diğer virüsler gibi, genomik analiz de tipik bir izolatın yaklaşık 6.4 kb nükleotitlik uzunlukta bir genomu olduğunu ve izolatların genetik olarak birbirleriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu, enfekte olmuş bölgelerden sekanslanan izolatların aynı ToBRFV soyundan geldiği anlamına gelmektedir. Bu amaçla Antalya'da domates ve biberde tespit edilen ToBRFV izolatlarının tüm genomu çıkarılmıştır. NCBI (The National Center for Biotechnology Information) veritabanına MT107885 TBRFV-Ant-Tom domates izolatı (6386 nükleotit) ve MT118666 TBRFV-Ant-Pep (6373 nükleotit) biber izolatı olarak kayıt edilmiştir. Dayanıklılık kırılmasına sebep olan genomik dizilim, örneğin ToMMV ve TMV veya ToMV arasında, *Tobamovirus* RNA genomunun değişkenliğinden kaynaklanmış olabilecek karşılaştırmalar yaparken, bilinen virüslerden %9-15 oranında farklılık gösterebileceğini göstermiştir. (Domingo ve Holland 1997). Aksine filogenik

analiz, ToBRFV'nin genomik sekansının ToMV veya TMV'den %18 oranında farklılık gösterdiğini ve ToMV ve TMV'nin ortak bir atalarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir (Maayan ve ark. 2018).

*Tobamovirus* üyesi ToBRFV'yi, diğer *Tobamovirus*'lerden ayırt edecek tanılama kitlerinin (DAS-ELISA vb.) geliştirilmesinde geç kalınması ya da bu tanılama kitlerinin spesifikliği ve etkinliğindeki sıkıntılar bu virüs hastalığının hızlı bir şekilde yayılmasına neden olmuştur. Bu amaçla 2019 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ziraat Karantina Müdürlüğüne, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Moleküler Viroloji Laboratuvarlarında ToBRFV'yi, diğer *Tobamovirus*'lerden ayırt ederek tanılama yapan RT-PCR ve Real-Time RT-PCR primer ve problemleri (Fidan 2019) geliştirilmiştir. Bu tanılama kitleri teşhis çalışmalarında başarıyla kullanılmaya devam etmektedir.

#### 4. Uygulanabilir Kontrol Stratejileri

*Tobamovirus*'ler, özellikle *Solanaceae* ve *Cucurbitaceae* familyalarına ait birçok ürün için ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Hem tohum kaynaklı hem de mekanik olarak



bulaşan bitki virüsleri olmaları sebebiyle bitkisel ürünlerdeki patojenin taşınması ve ülkeler arasındaki bitkisel alışverişte virüs hastalıkları açısından test edilmeyen enfekteli tohumlar ile yayılması kaçınılmazdır.

*Tobamovirus*'ler enfekte olmuş tohum kabuklarına temas eden kotiledonların mekanik aşılansıyla da sıklıkla bulaşmaktadır. Serada var olan virüsün, bombus arılarının, kullanılan alet ve ekipmanların, giysilerin, kasaların ve enfekteli bitkilere bağlanmış iplerin tekrar kullanılması ile hızlı bir şekilde dağılacığı unutulmamalıdır (Oladokun ve ark. 2019; Fidan ve Sarıkaya 2020a).

AB içindeki ülkeler, ticari ürünlerin genel tohum sağlığı testi de dahil olmak üzere, bitki zararlıları risk değerlendirmesi ve analizine dayalı olarak ortaya çıkan herhangi bir bitki virüs için bitki sağlığı önlemleri ve kontrol stratejilerine sahiptir. Ancak gelişmekte olan ülkeler, bitki sağlığı çerçevesinin uygulamaya konulması bakımından farklı bir durumdadır. Mekanik olarak taşınan ToBRFV için şu anda dayanıklı çeşitler mevcut olmadığından, kontrol önlemleri için başlangıçta hijyen önlemlerine odaklanılmalıdır. Hastalığın ekonomik etkisi ile ilgili olarak ToBRFV'nin domates bitkilerinde bulunan iki dayanıklılık genlerini etkisiz kıldığı bilinmektedir. Benzer şekilde, belirli koşullar altında L1, L2 ve L3 olmak üzere L direnç genlerini barındıran biber bitkileri de tehlikeye girmiştir (Luria ve ark. 2017). Yapılan biyolojik indeksleme çalışmaları ile L4 genini bulunduran biber çeşitlerinde ToBRFV'ye karşı dayanıklılığın korunduğu ve bitkilerde HR belirtileri meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 5). Tohumların bulaşık olması ve bunu takiben üst üste enfeksiyonların olmasıyla birlikte uygun çevre koşullarında L4 genine sahip çeşitlerde de ToBRFV semptomları gözlemleneceği unutulmamalıdır.

Seralar ve korunan alanlarda çoğunlukla ekim nöbeti olmaması ve monokültür ürünlerin yetiştirilmesi, *Tobamovirus* enfeksiyonlarının yayılmasına olanak sağlamaktadır (Dombrovsky ve Smith 2017). Böylece enfekteli domates ve biber meyvelerinin verimliliği ve kalitesi etkilenmekte, meyvenin piyasa değeri düşmekte, hastalığı önleme çalışmalarıyla birlikte üretim maliyetleri artmakta ve dolaylı olarak çoğu yetiştiricinin kültürel uygulamaları değişmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bir yönetim uygulama girişimlerinde sonuçların ekonomik etki açısından dikkatli bir şekilde incelenmesi çok önemlidir. Ayrıca, yüksek enfeksiyonu olan bölgelerde viral popülasyonun aynı olması koşuluyla çapraz koruma stratejileri geliştirilebilmektedir (Lecoq 1998; Gal-On ve Shibolet 2006).

Stratejilere ek olarak, yerel düzeyde açık alan sistemleri uygulayan yetiştiriciler ekim ve budama sisteminin değiştirilmesi, alternatif konukçu bitkilerin ortadan kaldırılması, hasat ve ayıklamadan sonra kalan bitki artıklarının giderilmesi, yabancı otların kontrol edilmesi gibi kültürel uygulamalar kullanılması gerekmektedir. Kültürel mücadele yolları hastalık yayılmasını önleme girişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu faaliyetler virüsün yayılmasını sınırlandırmaya yardımcı olacaktır ve ana ürün üzerindeki beslenme tercihini değiştirebilmektedir. Bitki virüs hastalıklarının gelecekteki kontrol stratejileri için Prins ve ark. (2008), viral sekanslardan türetilen ve viral gen ekspresyonunun gen susturulmasını tetikleyebilen transgeninin bitki genomuna sokulmasının ümit verici bir strateji olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 5. A, B, C, D: L1, L2, L3 genlerini birlikte bulunduran biber çeşitlerindeki meyve semptomları; E: L4 geni bulunduran biberdeki HR semptomu.

Figure 5. A, B, C, D: Fruit symptoms in pepper varieties harboring L1, L2, L3 genes together; E: HR symptom in pepper with L4 gene.

Virüs hastalıklarına karşı dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin kullanılan marker yardımcı seçim (MAS-Marker Asisted Selection) yönteminin, ToBRFV hastalığına karşı dayanıklılığının geliştirilmesi için kullanımı tavsiye edilmektedir. Ayrıca, test edilmiş temiz tohum kullanıldığında, dikimden önce uygun toprak sterilizasyonu yapıldığında ve bitkilerin bir yerden başka bir yere taşınmasında gereken hijyen kurallarına uyarak önlem alındığında; enfeksiyon görüldüğü durumlarda sera yetiştiriciliği yapan ülkeler virüs partikülünü taşıyan bitkileri zamanında tespit ederek imha etmesiyle bu viral tehdidin üstesinden gelebilirler.

## 5. Gelecekteki Yaklaşımlar

Diğer bitki virüsleri gibi ToBRFV epidemiyolojisinin de önleyici kaynaklarını bilmek ve anlamak etkili kontrol stratejileri bulma çabalarında kritik bir husustur. Her ne kadar viral inokulasyonların kaynağı olarak mekanik bulaşma yollarına işaret etse de diğer potansiyel bulaşma yolları göz ardı edilmemelidir.

Domates ve biber bitkilerinin yetiştirildiği her yerde iklim ve konukçu arasındaki etkileşimin, ToBRFV'nin daha geniş yayılmasında önemli bir rol oynaması muhtemeldir. Bu nedenle *Solanaceae* familyasına ait bitkileri yetiştiren ülkelerde bulunan ve hastalığın oluşumuna katkıda bulunabilecek uygun alternatif konukçuları ve iklim koşullarını değerlendirmeleri gerekmektedir. Özellikle enfeksiyondan etkilenen ülkelerdeki, komşu ülkelerdeki veya risk altındaki bölgelerdeki hastalığın ilerlemesini takip edebilmek için başlıca domates ve biber üreten bölgelerde ToBRFV oranının düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bunu desteklemek için yetiştiricilerin farkındalığı ToBRFV'nin etkili kontrol yönetiminin formüle edilmesinde yardımcı olacaktır (Oladokun ve ark. 2019).

Virüsün düzenli olarak gözetimi, salgınların raporlanması, bilgi ve diğer kaynakların ortak paylaşımı ve bitki sağlığı hizmetlerinin faaliyetleri için geniş çaplı taramalar ciddiye alınmalı ve sürdürülmelidir. İletim için birincil yolun mekanik yollarla taşınan özsu olduğu bilinmektedir. Bombus arıları, doğal yollarla enfekte olmuş tohumlardan veya fidelerden sağlıklı bitkilere mekanik olarak taşınan virüs partiküllerini bulaştırma riski taşımaktadır. Daha geniş yayılımı önlemek için tarladaki böceklerin düzenli kontrolleri mutlaka yapılmalıdır (Dombrovsky ve Smith 2017).

Uygun yönetim, hastalık yayılımı ile ilişkili bitki büyümesinin tüm yönlerini kapsamalıdır. Enfekte olmuş topraklarda önceki patojenlerin kalıntıların ve serada kullanılan iplerin dezenfeksiyonu, sera yapılarının biyogüvenlik önlemleri; işçilerin ellerine bulaşma riskinin önlenmesi, giysi ve ayakkabı değişimi oldukça önemlidir. Bu koşullar dikkate alındığında, başka bir yerde ToBRFV hastalığının ortaya çıkma olasılıkları sınırlı olacak ve önemli ölçüde kontrol edilecektir.

Tek bir kontrol yöntemiyle herhangi bir bitki hastalığı problemi çözülemez (Oladokun 2019). Uygun teşhis yöntemlerinin kullanımı ile birlikte mevcut tüm teknolojileri kullanarak entegre bir yönetim sistemi aracılığıyla verim kayıplarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Domates ve biberdeki dayanıklılık genlerini zayıf hale getiren yıkıcı ToBRFV hastalığının ortaya çıkması hızlıca çözüme ulaşılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ürün çeşitlerine dayanıklılık kazandırmak için yeni yolların araştırılması gerekmektedir. MAS çalışmaları ve CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme araçlarının kullanılması yoluyla dayanıklılık genlerinin bir türden diğerine aktarılması, geleneksel yetiştirme

programına şimdi ve yakın gelecekte alternatif bir yaklaşım sağlayacaktır (Fidan ve Sankaya 2020b).

## 6. ToBRFV Yayılımını Sınırlamaya Yönelik Öneriler

- Başlangıç materyalinin temiz olması, sertifikalı ve güvenilir laboratuvarlardan tohum ve fidelerin virüsten arı olduğu raporunun alınması mücadelede en önemli kriterdir.
- Üretim yapılan alanlara yalnızca temiz giysilerle girilmelidir. Tercihen kullanımdan sonra serada kalacak koruyucu giysiler kullanılmalıdır. İş ayakkabıları seraya girmeden önce ve seradan ayrıldıktan sonra dezenfektanla temizlenmelidir.
- Bitkilere dokunmadan önce ve sonra eller, sabun veya dezenfektanla yıkanmalı, iyi hijyen uygulamaları takip edilmelidir. Gerekli değilse bitkilere kesinlikle temas edilmemelidir. Dezenfektan ile her bitkiden sonra kesici aletler ve seradaki diğer aletler sterilize edilmelidir. Bir ürün mevsiminin sonunda sera iyice temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir.
- Enfekteli bir bitki tespit edilirse emin olmak için uzman bir laboratuvar tarafından yapılacak teşhisin onayı alınmalıdır. Simptomatik bitkiler dikkatlice çıkarılmalı, gömmek veya yakmak suretiyle yok edilmelidir. Enfekte olmuş her seraya ayrı bir birim olarak muamele edilmeli; laboratuvar önlüğü, eldiven ve steril aletler kullanılmalı ve bunlar serada saklanmalıdır. Enfekte olmuş bitkilerin bulunduğu alanı çevreleyen alan, serada yayılmayı önlemek için en son çalışılmalıdır. Enfekte olmuş bir seradan veya tarladan enfekte olmayan bir seraya giriş yapmaktan kaçınılmalı, günlük işlemler seraların hijyen durumuna göre ayarlanmalıdır. Ekim sonunda tüm malzemelerin ve seraların temizlendiğinden ve dezenfekte edildiğinden emin olunması tavsiye edilmektedir.
- Sera alet ekipmanlarının (metal aksam, naylon, kasa, toprak vb.) dezenfektan ile sterilize edilip üretime başlanması ve virüs enfeksiyonu olup olmasına bakılmaksızın her sezonda bu önlemlerin tekrarlanması alışkanlık haline getirilmelidir.

## Kaynaklar

- Adams MJ, Antoniw JF, Kreuze J (2009) Virgaviridae: A new family of rod-shaped plant viruses. Archives of Virology 154 (12): 1967-72. doi: 10.1007/s00705-009-0506-6 PMID: 19862474.
- Adams MJ, Heinze C, Jackson AO, Kreuze JF, Macfarlane SA, Torrance L (2012) Family virgaviridae. In: King AMQ, Adams MJ, Carstens EB, Lefkowitz EJ, eds. Virus Taxonomy – Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Academic Press, s. 1139-62.
- Alkowni R, Alabdallah O, Fadda Z (2019) Molecular identification of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in Palestine. doi: https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7.
- Cambon-Crisantos JM, Rodríguez-Mendoza J, Valencia-Luna JB, Alcasio-Rangel S, García-Ávila CJ, López-Buenfil JA, Ochoa-Martínez DL (2018) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) in Michoacan, Mexico. doi: https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1810-5.
- Camacho-Beltrán E, Pérez-Villarreal A, Leyva-López NA (2019) Occurrence of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato crops in Mexico. doi: https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1974-PDN.
- Chitambar J (2018) California pest rating for Tomato brown rugose fruit virus. https://blogs.cd.ca.gov/Section3162/?p=5843. Erişim 12 Mart 2020.

- Dombrovsky A, Smith E (2017) Seed transmission of *Tobamoviruses*: Aspects of global disease distribution. In: Jimenez-Lopez JC, ed. *Advances in Seed Biology*. London, UK: IntechOpen, 233-60.
- Domingo E, Holland JJ (1997) RNA virus mutations and fitness for survival. *Annual Review of Microbiology* 51: 151-78.
- EPPO (2019) (European and Mediterranean Plant Protection Organization) <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/distribution>. Erişim 03 Mart 2020.
- FAO (2017) FAOSTAT. Food and Agriculture Organisation Data. [<http://www.fao.org/faostat/en/>]. Erişim 29 Aralık 2019.
- Fidan H (2019) <https://zkm.tarimorman.gov.tr/antalya/Haber/45/Tomato-Brown-Rugose-Fruit-Virusu-Egitimi-Yapildi>. Erişim 16 Mart 2020.
- Fidan H, Sarıkaya P, Calis O (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato in Turkey. doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018>.
- Fidan H, Sarıkaya P (2020a) Yeni bir *Tobamovirus*: *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) Leaflet. <http://tohumculuk.akdeniz.edu.tr/>. Erişim 12 Mart 2020.
- Fidan H, Sarıkaya P (2020b) Antalya ili patlıcan (*Solanum melongena*) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları. *Mediterranean Agricultural Sciences* 33(1): 27-35.
- Gal-On A, Shibolet Y (2006) Cross protection. In: Loebeinstein G, Carr JP, eds. *Natural Resistance Mechanisms of Plants to Viruses*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 261-8.
- Hamada H, Takeuchi, S, Morita, Y, Sawada, H., Kiba, A, Hikichi Y (2003) Characterization of *Paprika mild mottle virus* first isolated in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 69(3): 199-204.
- Hanssen IM, Mumford R, Blystad DR (2010) Seed transmission of *Pepino mosaic virus* in tomato. *European Journal of Plant Pathology* 126: 145-52.
- Hanson P, Lu S, Wang JF, Chen W, Kenyon L, Tan CW, Kwee LT, Wang YY, Hsu YC, Schafleitner R, Ledesma D, Yang RY (2016) Conventional and molecular marker-assisted selection and pyramiding of genes for multiple disease resistance in tomato. *Scientia Horticulturae* 201: 346-54.
- King AMQ, Adams MJ, Carstens EB, Lefkowitz EJ (2012) Ninth report of the international committee on taxonomy of viruses. San Diego, California USA: Elsevier Academic Press, pp. 486-487.
- Lecoq H (1998) Control of plant virus diseases by cross protection. In: Hadidi A, Khetarpal RK, Koganezawa H, eds. *Plant Virus Disease Control*. (Chapter 3) St Paul, MN, USA: APS Press, pp. 33-40.
- Levitzky N, Smith E, Lachman O, Luria N, Mizrahi Y, Bakelman H, Sela N, Laskar O, Milrot E, Dombrovsky A (2019) The bumblebee *bombus terrestris* carries a primary inoculum of *Tomato brown rugose fruit virus* contributing to disease spread in tomatoes. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210871>.
- Liang C, Hao J, Li J, Baker B, Luo L (2019) Artificial microRNA-mediated resistance to *Cucumber green mottle mosaic virus* in *Nicotiana benthamiana*. *Planta* 250: 1591-1601. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03252-w>.
- Ling KS, Tian T, Gurung S, Gilliard A (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting greenhouse tomato in the U.S. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1959-PDN>.
- Luria N, Smith E, Reingold V, Bekelman I, Lapidot M, Levin I (2017) A new Israeli *Tobamovirus* isolate infects tomato plants harboring Tm-22 resistance genes. doi: [10.1371/journal.pone.0170429](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170429).
- Maayan Y, Pandaranayaka EPJ, Srivastava DA (2018) Using genomic analysis to identify tomato Tm-2 resistance breaking mutations and their underlying evolutionary path in a new and emerging *Tobamovirus*. *Archives of Virology* 163: 1863-75.
- Mayer A, Johnson J, Ivanovskii DI, Beijerinck MW, Baur E (2009) UÈber die Mosaikkrankheit des Tabaks (in German), Concerning the mosaic disease of tobacco. *Die Landwirtschaftliche Versuchstationen* 1942(32): 451-67.
- Menzel W, Knierim D, Winter S, Hamacher J, Heupel M (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in Germany. doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.001>.
- Moya A, Holmes EC, Gonzalez-Candelas F (2004) The population genetics and evolutionary epidemiology of RNA viruses. *Nature Reviews Microbiology* 2: 279-88.
- Oladokun JO, Halabi MH, Barua P, Nath PD (2019) Tomato brown rugose fruit disease: Current distribution, knowledge and future prospects. *Plant Pathology* 68: 1579-1586.
- Pai H, Jean W, Lee Y, Chang YA, Lin N (2019) Genome-wide analysis of small RNAs from *Odontoglossum ringspot virus* and *Cymbidium mosaic virus* synergistically infecting Phalaenopsis. *Molecular Plant Pathology* 21(2): 188-205.
- Panno S, Garuso AG, Davino S (2019) Disease notes-First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato crops in Italy. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2254-PDN>.
- Prins M, Laimer M, Noris E, Schubert J, Wasseneger M, Tepfer M (2008) Strategies for antiviral resistance in transgenic plants. *Molecular Plant Pathology* 9: 73-83.
- Salem N, Mansour A, Ciuffo M, Falk BW, Turina M (2016) A new *Tobamovirus* infecting tomato crops in Jordan. *Archives of Virology* 161(2): 503-506.
- Skelton A, Buxton-Kirk A, Ward R, Harju V, Frew L, Fowkes A, Long M, Negus A, Forde S, Adams IP, Pufal H, McCreigh S, Weekes R, Fox A (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in the United Kingdom. doi: <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.040.012>.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2019) [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki%20Sa%C4%9F%C4%B1%20Hizmetleri/bitki\\_sagligi/survey/42Tomato\\_brown\\_rugose\\_fruit\\_tobamovirus\\_\(ToBRFV\)\\_%20\(2019\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Bitki%20Sa%C4%9F%C4%B1%20Hizmetleri/bitki_sagligi/survey/42Tomato_brown_rugose_fruit_tobamovirus_(ToBRFV)_%20(2019).pdf) Erişim 12 Mart 2020.
- Wetter C, Dore I, Bernard M (1987) *Bell pepper mottle virus*, a distinct *Tobamovirus* infecting pepper. *Journal of Phytopathology* 119(4): 333-344.
- Yan Z, Ma HY, Han SL, Geng C, Tian YP, Li XD (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in China. doi: [10.1094/PDIS-05-19-1045-PDN](https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1045-PDN).



## Bitkisel tasarımların formal (biçimsel) estetik model bağlamında değerlendirilmesi: Antalya Konyaaltı bölgesi

Estimation of the aesthetics on planting designs in the term of the formal aesthetic model: A case study in Antalya Konyaaltı region

Hilmi Ekin OKTAY<sup>1</sup>, Reyhan ERDOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Zeve Kampüsü, Van

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kampüs Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. E. Oktay, e-posta (e-mail): ekinoktay@yyu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): reyhanerdogan@akdeniz.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 01 Temmuz 2019  
Düzeltilme tarihi 30 Ekim 2019  
Kabul tarihi 31 Ekim 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Bitkisel tasarım  
Kullanıcı tercihleri  
Uzman tercihleri  
Formal estetik

### ÖZ

Çalışma kapsamında kullanıcı ve peyzaj mimarlarının bitkisel tasarımlara ilişkin tercihlerini saptamak amacıyla anket çalışması yürütülmüştür. Bu bağlamda 400 kullanıcı anketi ve 51 peyzaj mimarı anketi gerçekleştirilmiştir. Bulgular değerlendirildiğinde, yapılan regresyon analizleri göstermiştir ki, peyzaj mimarlarının bitkisel tasarım hakkında tercihlerini en çok etkileyen bitkisel tasarım unsurları Vurgu, Denge ve Doğallıktır. Bunun yanında kullanıcıların bitkisel tasarım hakkında tercihlerini en çok etkileyen bitkisel tasarım unsurları ise Vurgu ve Dengedir.

### ARTICLE INFO

Received 01 July 2019  
Received in revised form 30 October 2019  
Accepted 31 October 2019

#### Keywords:

Planting design  
Lay-person preferences  
Expert preferences  
Formal aesthetics

### ABSTRACT

Within the scope of the study, a survey was conducted to determine the preferences of users and landscape architects for planting designs. In this context, the survey was conducted with the number of 400 users and 51 landscape architects. When the findings are evaluated, the regression analyses showed that the planting design elements of Emphasis, Balance and Naturalness are the most influential factors on the landscape design preferences of landscape architects. Moreover, most influential factors on the landscape design preference of users Emphasis and Balance.

## 1. Giriş

Peyzaj, günlük hayatımızın önemli bir bölümünü içinde geçirdiğimiz ya da içinde olmasak bile; çalışırken, seyahat ederken, yemek yerken veya dinlenirken uzaktan da olsa seyrettiğimiz, duyumsadığımız bir bütündür. Doğal öğelerin başat olduğu bir peyzajda bulunma, stres sonrası zihninin toparlanmasına yardımcı olmaktadır (Kaplan ve ark. 1998). Bunun yanında yine doğal bir peyzajda belli bir süre boyunca bulunmak, dikkat gerektiren işlerin daha başarıyla yapılmasına (Hartig ve ark. 1991) yardımcı olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Haftada üç kez günde en az yarım saat doğa içinde aktivitede bulunmak ameliyat sonrası kanserin tedavi edilmesine (Cimprich 1992), yine pencereden bakış dahi olsa da doğal öğelerin başat olduğu bir peyzajı görmek bile ameliyat sonrası daha az ağrı kesici kullanımına (Ulrich 1984) ve

öğrencilerin derslerinde daha başarılı olmasına (Tennessen ve Cimprich 1995) katkı sağlamaktadır. Kısacası doğal unsurların hâkim olduğu peyzajlar insan sağlığına olumlu katkılar sağlamaktadır (Kaplan ve ark. 1998). Bunun yanında yapılan çalışmalar göstermiştir ki doğal manzaralar, kentsel manzaralara nazaran daha çok kişi tarafından, daha fazla beğenilerek, daha çok tercih edilmektedir (Kaplan ve Kaplan 1989). İnsanlar, kentsel ya da doğal fark etmeksizin tercih edilen mekanlarda, tercih edilmeyen mekânlara göre daha fazla kalmayı ve bu mekânları daha çok vakit geçirmeyi ve bu mekânda daha çok bulunmayı istemekten (Nasar 1992, Kaplan ve ark. 1998), tercih edilmeyen mekânlar üzerinde başka tasarrufların olabilmemesinin muhtemel olduğu da bilinmektedir (Kaplan ve ark. 1998). Tercihler ise beğeni ile ilişkilidir ve bu da beğeni



üzerine düşünce üreten estetik öğretisi ile yakından ilişkilidir (Ekşioğlu 2010). Bu yüzden hayatımızın önemli bir kısmını içinde veya ona maruz kalarak geçirdiğimiz peyzajların ve bu peyzajların oluşmasını sağlayan peyzaj tasarımlarının değerlendirilmesinde estetik konusu önem taşımaktadır.

Peyzaj kavramının içeriği ve bağlamı, kavramı ele alan kişinin bakış açısı ve uzmanlaşması çerçevesinde farklılıklar göstermekle birlikte, çevre ile peyzaj arasındaki kavramsal farklılıkların altını çizmenin faydası vardır. Birçok kuramcı peyzaj tanımının altında insanın algısının önemini vurgulamıştır. Örneğin Bourassa (1991) peyzajı, çevrenin algılanan bölümü olarak tanımlarken, Meinig (1979) peyzajın çevremizdeki her şeyden oluştuğunu; ancak bunun peyzajla çevrenin aynı şey olduğu anlamına gelmediğini belirtmiştir. Bu bakımdan çevre, yaşayan her şeyin doğasında doğal olarak bulunan bir mülkiyet ve bizi çevreleyen, yaşamımızı devam ettirmemizi sağlayan bizi saran bir dış dünya iken peyzaj daha özel, daha bağımlı, yaşamımızı devam ettirmemize direkt olarak bağlı olamayan özelliktedir. Peyzaj bir anlamda Meinig (1979)'in de belirttiği gibi, bizim görüşümüzle tanımladığımız ve zihnimizle yorumlanmış olan bir çevre parçasıdır.

Peyzajlar üzerine olan tercihi açıklamak için çok sayıda estetik teorisi geliştirilmiştir. Bu teorilerin başında Formal Estetik teorisi (Bell 1999), Bilgi İşleme Teorisi (Kaplan ve Kaplan 1989, Kaplan ve ark. 1998), Savana Hipotezi (Oriens 1980), Korunaklı mekan açık görüş (prospect-refuge) teorisi (Appleton 1975) ve Biofili Hipotezi (Wilson 1984) gelmektedir. Bu çalışmada gestalt ilkelerine yaptığı vurguyla dikkat çeken ve özellikle uzmanların tasarımlarında çokça yararlanılmış olduğu Formal Estetik Teori üzerinde durulmuş ve bu teorisin bileşenleri incelenmiştir.

Bu önemin bilincinde olarak, bu çalışmada Antalya Konyaaltı bölgesindeki peyzaj tasarımlarının önemli bir bileşeni olan bitkisel tasarımlar hakkında önceki çalışmalarda oluşturulan kuramsal bilgiler doğrultusunda hazırlanan ampirik

bir çalışmadan yola çıkarak, peyzaj tasarımlarının değerlendirilmesinde estetiğe ilişkin genel bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada Antalya Kenti Konyaaltı Bölgesi örneğinde kamusal açık alanları kullanıcıların nasıl değerlendirdiği örneklenen mekânlara ilişkin duysal değerlendirme sıfatlarına verdikleri cevaplarla ve yine bu mekânlara ilişkin verdikleri beğeni puanı ile saptanmaya çalışılmıştır.

Antalya'nın beş merkez ilçesinden biri olan ve son on yılda hızlı bir kentleşme süreci yaşayan Antalya Konyaaltı'nda yürütülmüş olan bu çalışmanın amaçları;

Konyaaltı bölgesinde bulunan peyzaj tasarımlarının en önemli unsuru olan bitkisel tasarımların değerlendirmesinin yapılması,

Konyaaltı bölgesinde bulunan peyzaj tasarımının en önemli bileşeni olan uygulanmış bitkisel tasarımlara ilişkin kullanıcıların ve peyzaj mimarlarının görüş ve tutumlarının belirlenmesi,

Peyzaj mimarı ve kullanıcı tutumları arasındaki farklılıkların ortaya konulması,

Kullanıcı ve peyzaj mimarlarının beğenisini etkileyen temel tasarım ilkelerinin saptanmasıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak belirlenen alan, Konyaaltı beldesinin kentsel bölgesidir. Çalışma alanı, kuzeyde Hürriyet Caddesi, batıda Batı Antalya Çevre Yolu ve Olimpos Beydağları Millî Parkı, güneyde Konyaaltı plajları ve doğuda Dumlupınar Bulvarıyla sınırlanmıştır. Akarsu varlığı açısından zengin olan alan, Arapsuyu Deresi ve Boğaçay Akarsuyu'nu içinde barındırır. Alanın Güneybatısında yer alan Antalya Limanı önemli bir ticaret ve ulaşım merkezidir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı Konyaaltı.

Figure 1. Study area Konyaaltı.



Çalışma alanı özellikle kentsel nitelikli alanlarda bulunan kentsel yeşil alanları kapsamaktadır. Alana ilişkin nüfus sayımı verileri, peyzaj ve çevre estetiği ile ilgili literatür, alanda çekilmiş fotoğraflar, anket verileri, sözlü görüşme ses kayıtları araştırmanın temel materyallerini oluşturmaktadır.

Çalışma; ofis çalışmaları, arazi çalışmaları, anketlerin uygulanması, sonuçların değerlendirilmesi ile nicel veriye ilişkin genel değerlendirme olmak üzere beş aşamada yürütülmüştür. Bu aşamada Konyaaltı'nın farklı yerlerinden 347 fotoğraf kullanılmıştır. Fotoğraflar, 18-135 mm. F/3.5-5.6 odak açıklığına sahip bir lens takılı olan Dijital Tek Lensli Yansıtımlı Kamera (DSLR) yardımıyla, 72 dpi., 20 megapiksel çözünürlüklü olarak, 20 Nisan 2016 tarihinde saat 10 ile 18 saatleri arasında, havanın açık ve güneşli olduğu bir periyotta çekilmiştir. Fotoğraf çekiminde bitkisel tasarım dışındaki unsurların fotoğraf karesi içerisine mümkün olduğunca girmemesine çalışılmıştır (bitkisel tasarımlar açısından özel tasarımları ifade eden 4 fotoğraf dışında).

Araştırmada kullanılmış olan yöntem, daha önce birçok araştırmacı (Kaplan ve ark. 1972; Nasar 1992; Hershberger 1992; Kaplan ve ark. 1998; Çakıcı 2007; Ekşioğlu 2010) tarafından kullanılmış, güvenilir bir yöntem olan ve psiko analiz alanında kullanılan "görsellerle sorgulama" yöntemidir.

Buradan hareketle 10 apiori kategorisi altında (tekrar, aralıklı tekrar, vurgu, çeşitlilik, büyük ölçek, kurakçıl bitkiler, makiler, tekdüze tasarımlar, doğal koruluklar, küçük ölçekli tasarımlar), parklardan ve yeşil alanlardan çekilen 347 fotoğraftan, her kategori için 5 fotoğraf olmak üzere, toplamda 50 fotoğraf seçilmiştir.

Peyzaj estetiğinin değerlendirilmesinde uzman görüşleri ile kullanıcı görüşlerinin ne ölçüde örtüştüğü ya da ayrıştığını saptamak önemlidir. Bunun yanında mekânın fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde bu konuda eğitim almış kişilerin değerlendirmelerine ihtiyaç vardır. Bunun için hem peyzaj mimarlarının beğeni puanlarını tespit etmek hem de mekânların fiziksel özelliklerinin hangi tasarım unsurları ile açıklanabildiğini bulmak amacıyla peyzaj mimarlarına yönelik bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Peyzaj mimarları için beğeniyorum-beğenmiyorum maddesinin yanında fotoğraflarda tespit edilen tasarım unsurları olan, vurgu, tekrar, aralıklı tekrar, renk, çeşitlilik, doğallık, ölçek ve denge de ankete eklenmiştir. Peyzaj mimarlarından fotoğrafta gördükleri manzaraya, belirtilen tasarım unsurları için 1-5 arasında bir puan vermeleri istenmiştir. 1 en düşük, yani tasarım unsurunun bulunmamasını, 5 ise en yüksek değeri yani tasarım unsurunun yoğun bir şekilde var olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda 50 fotoğrafı 9 başlık altında değerlendirmesinin istendiği 450 değişkenli 51 anket peyzaj mimarları gibi bitkisel tasarım disiplini konusunda uzmanlara Haziran-Ağustos 2016 tarihleri arasında uygulanmıştır.

Bunun yanında kullanıcıların mekânı nasıl algıladığı üzerine de bir anket düzenlenmiştir. Bu ankette temel soru kullanıcıların mekânı ne kadar beğendiğidir. Kullanıcılardan belirtilen fotoğraf için 1-5 arasında bir puan vermesi istenmiştir. 1 en düşük, yani o mekânın hiç beğenilmediğini o mekânın hiç memnun edici olmadığı ve çok boş olduğunu ifade ederken 5 ise en yüksek değeri yani o mekânın çok beğenildiğini, o mekânın çok memnun edici olduğunu ve o mekânın çok yoğun duygular hissettirdiğini ifade etmektedir.

Çalışma alanının bulunduğu yerleşim yeri olan Konyaaltı ilçesinde 2014 yılının adrese dayalı nüfus sayımlarına göre 145648 kişi yaşamaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu 2016).

Örnekleme büyüklüğünün saptanmasında tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada anket sayısını belirlemek için Yazıcıoğlu ve Erdoğan (2007)'da belirtilen örnekleme büyüklüğü tablosu dikkate alınarak,  $\alpha = 0.05$  (standart hata) için  $\pm 0.05$  örnekleme hatası ile evren büyüklüğü 100000'un üzerindeki nüfus için öngörülen en az 384 denek sayısı temel alınmıştır. Sonuç olarak; Haziran-Eylül 2016 tarihleri arasında 400 adet anket, parklar ve yeşil alanlarda gönüllülük esas tutularak, rastgele seçim ile yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak yapılmıştır.

Anketlerin değerlendirilmesinde Faktör analizi, regresyon analizi ve tek yönlü Anova ve T-testi kullanılmıştır. Regresyon modelleri ise tasarım unsurları ile beğeni arasındaki ilişkinin, bilgi işleme teorisi değişkenleri ile beğeni arasındaki ilişkinin, Bilgi İşleme Teorisi değişkenleri ile tasarım unsurları arasındaki ilişkinin ve demografik değişkenlerle beğeni arasındaki ilişkinin saptanmasında kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Ankete katılan 51 peyzaj mimarının demografik bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre katılımcıların 38'i (%74.5) kadın kalan 13'ü (%25.5) ise erkektir. Katılımcıların %66.7 gibi bir oranda olan çoğunluğunun otuz yaşın altında olduğu görülmektedir.

Ankete katılanların 28'i (%54.9) en son lisans derecesinde bir eğitime sahiptir. Katılımcılardan büyük çoğunluğu olan 17 kişi (%33.3) ise özel sektörde çalışmaktadır.

Katılımcılardan 14 kişinin (%27.5) asgari ücret ve altında gelire sahiptir.

Ankete katılan 400 kullanıcının demografik bilgileri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre katılımcıların %56'sı kadın kalan %44'ü ise erkektir.

Katılımcıların %5.7'i 15-18 yaş arasında, %28.2'si 19-29 yaş aralığında, %44.8 gibi bir oranda olan çoğunluğunun 30-49 yaş aralığında olduğu görülmektedir. 50-65 yaş arasındaki katılımcılar %17.3'ü oluştururken katılımcıların 16'sı (%4) 65 yaş ve üstündedir.

Ankete katılanların 4'ü (%1) okur/yazarken, 9'u (%2.2) ilkököl derecesinde, 12'si (%3) ortaokul, 99'u (%24.8) lise derecesinde, 71'i (%17.8) önlisans, 153'ü (%38.2) lisans, 40'ı (%10) yüksek lisans seviyesindeyken, 12'si (%3) en son doktora düzeyinde eğitime sahiptir.

Katılımcılardan 17 kişi (%4.2) işçi, 61 kişi (%15.2) özel sektörde çalışırken, 23'ü (%5.8) serbest meslek, 125'i (%31.2) memur, 4'ü (%1) esnaf, 48'i (%12) emekli, 73'ü (%18.3) öğrenci, 25'i (%6.3) ev hanımı, 8'i (%2) işsizken, 16'sı diğer kategorisinde yer almaktadır.

Katılımcıların aylık gelirlerine bakıldığında 99 kişinin (%24.8) asgari ücret ve altı, 41 kişinin (%10.2) 950-1500 TL, 77 kişinin (%19.2) 1501-2500 TL, 91 kişinin (%22.8) 2501-3500 TL, 46 kişinin (%11.5) 3501-4500 TL ve yine 46 kişinin (%11.5) ise 4501 TL ve üzeri bir gelire sahip olduğu gözlenmiştir.

Bunun yanında peyzaj mimarlarının tasarım unsurlarına verdikleri cevaplar arasındaki güvenilirlik ölçülmüş (Çizelge 3) ve genel olarak bütün tasarım unsurlarına verilen cevapların cronbach  $\alpha$  değeri 0.95 olarak bulunmuştur. Bu da verilen cevapların büyük oranda güvenilir olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde uzmanların üzerinde en çok hem fikir olduğu konunun bitkisel tasarımın doğallığı olduğu

**Çizelge 1.** Ankete katılan peyzaj mimarlarının demografik dağılımı.**Table 2.** Result of demographical frequency analysis of experts.

Cinsiyet	Kadın	Erkek				
N	38	13				
%	74.5	25.5				
Yaş	19-29	30-49	50-65	65 ve üstü		
N	34	16	1	-		
%	66.7	31.4	2			
Eğitim Durumu	Lisans	Yüksek Lisans	Doktora			
N	28	16	7			
%	54.9	31.4	13.7			
Çalıştığı Kurum	İşsiz	Üniversite	Kamu	Özel Sektör		
N	15	15	4	17		
%	29.4	29.4	7.8	33.3		
Aylık Gelir, TL	Asgari ücret ve altı	950-1500	1501-2500	2501-3500	3501-4500	4501 ve üstü
N	14	5	7	6	12	7
%	27.5	9.8	13.7	11.8	23.5	13.7

**Çizelge 2.** Ankete katılan kullanıcıların demografik dağılımı.**Table 2.** Result of demographical frequency analysis of lay persons.

Cinsiyet	Kadın	Erkek								
N	224	176								
%	56.0	44.0								
Yaş	15-18	19-29	30-49	50-65	65 ve üstü					
N	23	113	179	69	16					
%	5.7	28.2	44.8	17.3	4.0					
Eğitim Durumu	Okur/Yazar	İlkokul	Orta Öğr.	Lise	Önlisans	Lisans	Yüksek Lisans	Doktora		
N	4	9	12	99	71	153	40	12		
%	1.0	2.2	3.0	24.8	17.8	38.2	10.0	3.0		
Meslek	İşçi	Özel Sektör	Serbest Meslek	Memur	Esnaf	Emekli	Öğr.	Ev han.	İşsiz	Diğer
N	17	61	23	125	4	48	73	25	8	16
%	4.2	15.2	5.8	31.2	1.0	12.0	18.3	6.3	2.0	4.0
Aylık Gelir, TL	Asgari ücret ve altı	950-1500	1501-2500	2501-3500	3501-4500	4501 ve üstü				
N	99	41	77	91	46	46				
%	24.8	10.2	19.2	22.8	11.5	11.5				

**Çizelge 3.** Bitkisel tasarım unsurlarının ölçümünün karakteristiği.**Table 3.** Result of reliability analysis of expert's choices of indicators.

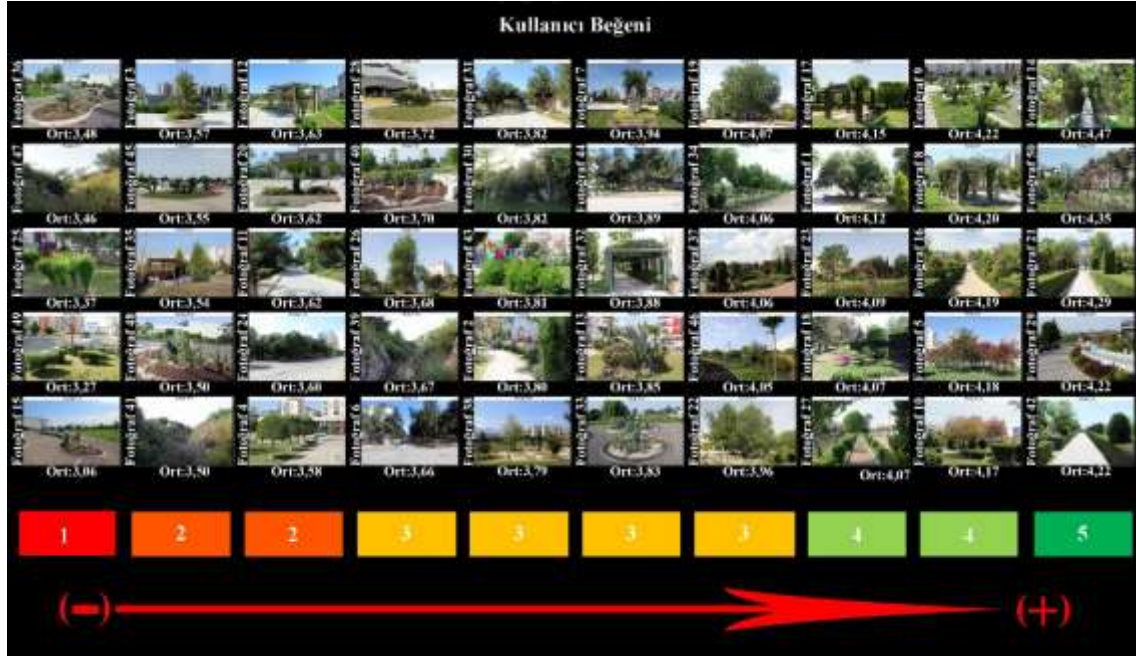
Tasarım Unsuru	Uzmanlar Arası Güvenirlik (Cronbach $\alpha$ )	r	Fotoğraflardaki Varyasyon	
			$\bar{x}$	S
Vurgulu-Vurgusuz	0.946	0.26	3.14	1.15
Tekrarlı-Tekrar Etmeyen	0.965	0.34	3.26	1.24
Aralıklı Tekrar var – Aralıklı Tekrar yok	0.944	0.25	2.78	1.28
Renkli- Renksiz	0.968	0.38	2.72	1.02
Çeşitlilik Var- Çeşitlilik Yok	0.972	0.41	2.91	1.16
Doğal- Doğal Değil	0.977	0.45	3.01	1.19
Büyük Ölçekli- Küçük Ölçekli	0.964	0.33	2.92	1.11
Dengeli- Denge Yok	0.908	0.15	3.26	1.07
Bütün Bileşenlere Verilen Cevap	0.959	0.31	3.00	1.21

görülmektedir (Cronbach  $\alpha=0.97$ ). Uzmanların en az hem fikir olduğu konu dengenedir (Cronbach  $\alpha=0.90$ ).

Bu aşamada kullanıcıların ve uzmanların beğeni sorusuna verdikleri cevapların ortalamaları alınmıştır. Alınan ortalama değerlere göre fotoğraflar en çok beğenilenden en az beğenilene doğru sıralanmıştır. Bu değerlere göre oluşan fotoğraf listeleri

kullanıcılar ve uzmanlar için ayrı ayrı verilmiştir (Şekil 2, Şekil 3).

Buna göre kullanıcıların en çok beğendiği fotoğraf mazılardan oluşan bir tasarımı gösteren “Fotoğraf 14” (4.47) olurken uzmanların en çok beğendiği görsel soliter bir ağacı gösteren “Fotoğraf 19”’dur (4.39).



Şekil 2. Kullanıcıların beğeni düzeylerine göre fotoğrafların sıralanışı.

Figure 2. Preferences of lay persons.



Şekil 3. Uzman peyzaj mimarlarının beğeni düzeylerine göre fotoğrafların sıralanışı.

Figure 3. Preferences of expert landscape architects.

Çalışmanın bu aşamasında uzmanların fotoğraflara ilişkin beğeni puanlarının ortalaması bağımlı değişken olarak alınarak, peyzaj mimarlarının tasarım unsurlarına verdikleri cevapların ortalaması bağımsız değişken olarak tanımlanmış ve aşamalı regresyon analizi uygulanmıştır. Analizin sonuçları Çizelge 4'te görülmektedir.

Buna göre regresyon analizinin üç aşamada tamamlandığı ve beğeniye ilişkin varyansa katkıları bakımından üç değişkenin önemli tahminleme değişkeni olduğu görülmektedir. Analize ilk

aşamada peyzaj mimarlarının beğenisinin %72,5'ini açıklayan denge unsuru alınmıştır. İkinci aşamada ise, açıklanan varyansa anlamlı katkı getiren vurgu unsuru değişkeni alınmıştır. Üçüncü aşamada ise yine varyansa anlamlı katkı getiren doğallık unsuru alınmıştır. Vurgu unsuru uzmanların beğenisine ilişkin %11'lik bir katkı sağlamıştır. Doğallık unsuru ise uzmanların beğenisine %8'lik bir katkı sağlamıştır. Regresyon katsayılarının işaretine bakıldığında her üç değişken ile uzmanların beğeni arasındaki ilişkinin pozitif olduğu görülmektedir. Bu üç değişken birlikte,



uzmanların beğenisinin toplam varyansının %91.5'ini açıklamaktadır.

Buna göre üç tasarım unsuru (“Denge”, “Vurgu” ve “Doğallık”) regresyon modelinde anlamlı bir etken olarak görülmektedir. Yani peyzaj mimarlarının bitkisel tasarım beğenisini en çok etkileyen tasarım unsurları “Denge”, “Vurgu” ve “Doğallık” tır. Bu analiz sonucunda uzmanların beğenisine şu formülle ulaşılabilir; Uzman Beğeni= -0.356(Sabit) + 0.565(Dengeli) + 0.420(Vurgulu) + 0.206(Doğal).

Çalışmanın bu aşamasında kullanıcıların fotoğraflara ilişkin beğeni puanlarının ortalaması bağımlı değişken olarak alınarak, peyzaj mimarlarının tasarım unsurlarına verdikleri cevapların ortalaması bağımsız değişken olarak tanımlanmış ve aşamalı regresyon analizi uygulanmıştır. Analizin sonuçları Çizelge 5’de görülmektedir.

Buna göre regresyon analizinin iki aşamada tamamlandığı ve beğeniye ilişkin varyansa katkıları bakımından iki değişkenin önemli tahminleme değişkeni olduğu görülmektedir. Analize ilk aşamada kullanıcıların beğenisinin %43.4’ünü açıklayan denge unsuru alınmıştır. İkinci aşamada ise, açıklanan varyansa anlamlı katkı getiren vurgu unsuru değişkeni alınmıştır. Vurgu unsuru kullanıcıların beğenisine ilişkin %15.8’lik bir katkı sağlamıştır. Regresyon katsayılarının işaretine bakıldığında her iki değişken ile kullanıcıların beğenisi arasındaki ilişkinin pozitif olduğu görülmektedir. Bu iki değişken birlikte, uzmanların beğenisinin toplam varyansının %59.2’sini açıklamaktadır.

Buna göre iki tasarım unsuru (Denge ve Vurgu) regresyon modelinde anlamlı bir etken olarak görülmektedir. Yani kullanıcıların bitkisel tasarım beğenisini en çok etkileyen tasarım unsurları Denge ve Vurgudur. Bu analiz sonucunda kullanıcıların beğenisine şu formülle ulaşılabilir; Kullanıcı Beğeni= 2.123(Sabit) + 0.312(Dengeli) + 0.227(Vurgulu).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Anketlerde fotoğrafların kullanıcı üzerindeki etkisi ile kullanıcı ve peyzaj mimarları tarafından yapılan yorumlar ve daha önce yapılmış olan çalışmalar (Zube ve ark. 1987) fotoğraflardaki peyzaj tercihleriyle alanın içindeki peyzaj

tercihlerinin farklılaşmadığını göstermektedir. Kullanıcılar tıpkı mekânın içindeymiş gibi yorumlarda bulunmakta ve fotoğrafları detaylı şekilde incelemektedir. Ayrıca kullanıcılar ile peyzaj mimarlarının peyzaja ilişkin tercihlerini etkileyen etmenlerden ikisi ortak iken (denge ve vurgu) peyzaj mimarlarının tercihini kullanıcıların farklı olarak doğallık unsuru da anlamlı şekilde etkilediği saptanmıştır. Bu bulgular çevre ile ilgili ekolojik bilginin çevreye ilişkin tercihleri etkilediğini savunan ekolojik estetik teorisini (Nassauer 1997) destekler niteliktedir.

Elinç (2011), Alanya ilçesinde yaptığı çalışmada, manzara güzelliği değişkeni ile ölçtüğü bütün ölçütlerin (Uyumluluk, doğallık, bakımlılık, karmaşa, düzen, hareketlilik, heyecan vericilik ve güvenlik) bütün fotoğraflarda anlamlı bir korelasyon ilişkisine sahip olduğunu saptamıştır (Elinç 2011). Doğallığın ise sadece peyzaj mimarlarının görsel tercihlerinde etkin bir unsur olduğu saptanmıştır. Dinçer (2011) yaptığı çalışmada uzmanların beğenisini anlamlı olarak etkileyen unsurlar olarak oran ve vurguyu bulduğunu belirtmiştir (Dinçer 2011). Konyaaltı’nda yapılan çalışmada da vurgu, hem peyzaj mimarları için hem de kullanıcılar için beğeniye anlamlı şekilde etkileyen bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Ancak oranla ilişkili görülebilecek olan ölçek kavramı bu çalışmada anlamlı bir değişken olarak karşımıza çıkmamıştır. Bunun yanında yine Dinçer (2011), yaptığı testlerde dengeyi peyzaj tasarımının beğenilmesine etki etmeyen, yani anlamsız bir değişken olduğunu saptamıştır. Ancak Konyaaltı’nda yapılan bu çalışmada denge hem kullanıcılar için hem de peyzaj mimarları için beğeniye etkileyen anlamlı bir değişkendir.

Bir diğer kültürel teori olan Biçimsel Estetik Teori’ye (Bell 1999) göre peyzajın biçimsel (formal) özellikleri peyzajların tercih edilmesini anlamlı şekilde etkilemektedir (Bell 1999). Bu çalışma kapsamında tüm gruplarda vurgu ve denge unsurlarının tercihleri anlamlı şekilde etkilediği bulunmuştur. Buradan hareketle çalışmanın bu teoriyi destekleyen bulgulara sahip olduğu söylenebilir.

Ancak doğal çevrelerin kent özelinde nasıl tasarlanması gerektiğine ilişkin bitkisel tasarıma yönelik çevre estetiği çalışmaları oldukça az sayıdadır. Bunun yanında bu çalışmalar doğal alanların uygulayıcısı profesyoneller olan peyzaj mimarlarına ulaşmamaktadır.

**Çizelge 4.** Uzmanların beğenisinin tahminlemesine ilişkin aşamalı çoklu regresyon sonuçları.

**Table 4.** Results of regression analyses of preferences of experts.

Tasarım Unsuru	R	$\Delta R^2$	B	$SH_\beta$	$\beta$	T	p
1.Dengeli	0.852	0.725	0.565	0.063	0.499	8.914	0.000
2.Vurgulu	0.914	0.110	0.420	0.044	0.493	9.549	0.000
3.Doğal	0.956	0.080	0.206	0.031	0.330	6.550	0.000
Sabit	-	-	-0.356	0.172	-	-2.065	0.045
Toplam: $R^2= 0.915$ F(3 - 46)= 164.512 P= 0.000							

**Çizelge 5.** Kullanıcıların beğenisinin tahminlemesine ilişkin aşamalı çoklu regresyon sonuçları.

**Table 5.** Results of regression analyses of preferences of lay-persons.

Tasarım Unsuru	R	$\Delta R^2$	B	$SH_\beta$	$\beta$	T	p
1.Dengeli	0.659	0.434	0.312	0.071	0.460	4.416	0.000
2.Vurgulu	0.769	0.158	0.227	0.053	0.444	4.260	0.000
Sabit	-	-	2.123	0.218	-	9.757	0.000
Toplam: $R^2= 0.592$ F(2 - 47)= 34.085 P= 0.000							

Yapılan literatür çalışmasında bitkisel tasarımların tasarımcılar açısından biçimsel estetik unsurları bakımından 6 başlık altında incelendiği görülmüştür. Bunlar; (1) tekrar, (2) çeşitlilik, (3) denge, (4) vurgu, (5) sıra, (6) ölçektir. Ancak alanda fotoğraf çekimleri sırasında sıra ögesinin Konyaaltı bölgesinde uygulanmış toplamda 5'e ulaşan örneği bulunamamıştır. Bunun yanında Konyaaltı bölgesinde tasarım yapılmamış doğal alanlarında bulunduğu aralıklı tekrar eden yapı ile birlikte, tasarım yapılmış ve bitkisel tasarımda renk ögesinin önemli bir bileşen olduğu alanlar göz önüne alınarak; bitkisel tasarımların biçimsel estetik açısından 8 kriterde incelenmesine karar verilmiştir. Bu kriterler sayılacak olursa; (1) Vurgu, (2) Tekrar, (3) Aralıklı Tekrar, (4) Renk, (5) Çeşitlilik, (6) Doğallık (7) Ölçek ve (8) Denge'dir.

Çalışmanın sonuçlarını genellemeden önce çalışmanın diğer sınırlamaları üzerinde durmak faydalı olacaktır. Çalışma Konyaaltı bölgesindeki kullanıcılarla, Konyaaltı bölgesinden çekilen fotoğraflarla gerçekleştirilmiştir. Antalya kentinin bütün sakinlerinin en çok kullandığı kent parkı olan Atatürk Kültür Park ve kullanıcıları bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır. Atatürk Kültür Parkı kentin bütün kesimleri tarafından beğenilerek kullanılan kozmopolit bir parktır. Konyaaltı bölgesinde parklar ise daha çok Konyaaltı bölgesi sakinlerine hitap etmektedir. Bu yüzden çalışmanın sonuçları yerel düzeydedir. Bunun yanında ankete katılan peyzaj mimarlarının büyük çoğunluğu Akdeniz üniversitesi mezunudur. Bu yüzden peyzaj mimarlarına ilişkin sonuçların genellemesi de buna göre yapılmalıdır. İleriki çalışmalarda, çalışılan kentin bütününe mekânsal ve kullanıcı bazında örneklemeyle, yani daha geniş bir örnekleme daha güvenilir sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır.

Bitkiler ile oluşturulmuş mekânda denge unsurunun varlığı mekâna ilişkin tercihleri olumlu yönde etkilemektedir. Bu durum hem kullanıcı hem de peyzaj mimarları için geçerlidir. Bunu yaratabilmek için tasarımcı ve plancılar zıt asimetrik tasarımlar yerine mekânda kullanılan objelerin birbirine göre dengesini koruyan dengeli tasarımlar gerçekleştirmelidir. Bu durum hem kullanıcılar için tasarlanan parklarda hem de jürisinde peyzaj mimarı bulunan yarışmalarda geçerlidir. Mekânda çok aşırıya kaçmadan kullanılan bir vurgu unsurunun varlığı mekâna ilişkin tercihleri olumlu yönde etkilemektedir. Vurgunun mekânda uygun şekilde kullanılması için tekdüze, tekrar eden tasarımlardan kaçınılmalı ve kullanıcıyı bir noktaya çeken vurgu noktalarında farklı bitkisel materyal kullanımına gidilmelidir.

Kullanıcılar ile peyzaj mimarlarının arasındaki en temel fark tasarımda doğallığa olan yaklaşımlarıdır. Peyzaj mimarlarının bitkisel tasarımları beğenmesinde o tasarımın doğallığı önemli bir unsur olarak karşımıza çıkarken kullanıcılarda vurgu ve denge gibi biçimsel özellikler tercihleri etkilemektedir. Vurgu ve denge peyzaj mimarlarının tercihlerini de etkileyen biçimsel özelliklerdir ancak peyzaj mimarları kullanıcılardan farklı olarak doğallığa ayrı bir önem vermektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde gerçekleştirilen "Bitkisel Peyzaj Tasarımlarının Değerlendirilmesinde Estetik: Antalya Konyaaltı Bölgesi" başlıklı tez çalışmasından üretilmiştir. Bu bağlamda başta tez izleme komitesinde katkılarına minnettar olduğumuz, Prof. Dr. Ebru ÇUBUKÇU ile Prof. Dr. Kemal Reha KAVAS hocalarımıza teşekkürü bir borç biliriz.

## Kaynaklar

- Appleton J (1975) The experience of landscape. Revised Edition, Wiley, England.
- Bell S (1999) Landscape: Pattern, perception and process. Routledge, England.
- Bourassa SC (1991) The aesthetics of landscape. Belhaven press, London, pp. 168.
- Cimprich BE (1992) Attentional fatigue following breast cancer Surgery. Research in Nursing & Health 15: 199-207.
- Çakıcı I (2007) Peyzaj planlama çalışmalarında görsel peyzaj değerlendirmesine yönelik bir yöntem araştırması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Diñer AA (2011) Görsel peyzaj kalitesinin "biçimsel estetik değerlendirme yaklaşımı" ile irdelenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekişioğlu G (2010) Çevre estetiğinin konut fiyatları üzerindeki etkisinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 9 Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Elinç H (2011) Görsel kalite değerlendirmesi yöntemi ile Antalya ili Alanya ilçesi Abdurrahman Alaettinoğlu ve Alanya Belediye Başkanları kent parklarının irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Hartig L, Mang M, Evans G W (1991) Restorative effects of natural environment experiences. Environment and Behavior 23(1): 3-26.
- Hersberger RG (1992) "A Study of Meaning and Architecture". Environmental Aesthetics: Theory, Research, Applications. Editör: Nasar, J. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 175-194.
- Kaplan S, Kaplan R, Wendt JS (1972) Rated preference and complexity for natural and urban visual material. Perception & Psychophysics 12(4): 354-356.
- Kaplan R, Kaplan S (1989) The experience of nature: a psychological Perspective. ABD Ann Arbor Michigan: Ulrich's Bookstore.
- Kaplan R, Kaplan S, Ryan RL (1998) With people in mind: Design and management of everyday nature. Washington ABD: Island Press.
- Meinig DW (1979) Introduction. In: D. W. Meinig (Editor), The Interpretation of Ordinary Landscapes, Geographical Essays, Oxford University Press, USA, pp. 1-7.
- Nasar JL (1992) Visual preferences in urban street scenes a cross-cultural comparison between Japan and the United States. Environmental Aesthetics: Theory, Research, Applications. Editör: Nasar J. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 260-274.
- Nassauer JI (1997) Cultural sustainability: Aligning aesthetics and ecology. In J. I. Nassauer (Ed.) Placing nature: Culture and landscape ecology, DC: Island Press. Washington, pp. 67-83.
- Orians GH (1980) Habitat Selection: General theory and applications to human behavior. In: J. S. Lockard (editör), The Evolution of Human Social Behavior, Elsevier, New York.
- Tennessen CM, Cimprich BE (1995) Views to nature: Effects on Attention. Journal of Environmental Psychology 15(1): 77-85.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2016) "Adrese dayalı nüfus sayım sistemi". www.tuik.gov.tr. Erişim 6 Mart 2016.
- Ulrich RS (1984) View through a window may influence recovery from surgery. Science 224: 420-422.
- Wilson EO (1984) Biophilia. Harvard University Press, USA, pp. 157.
- Zube EH, Simcox DE, Law CS (1987) Perceptual and scape simulations: History and Prospect. The Landscape Journal 6: 62-80.





## Akdeniz Bölgesi doğal *Celtis australis* genotiplerinin çimlenme özelliklerine ekim öncesi uygulamaların etkileri

### Effect of pre-sowing treatments on germination characteristics of *Celtis australis* genotypes native to Mediterranean Region

Ayşe DURAK<sup>id</sup>, Osman KARAGÜZEL<sup>id</sup>

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): A. Durak, e-posta (e-mail): aysedurak@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): okaraguzel@akdeniz.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Eylül 2019  
Düzeltilme tarihi 31 Ekim 2019  
Kabul tarihi 31 Ekim 2019

#### Anahtar Kelimeler:

*Celtis australis*  
Genotip  
Tohum özelliği  
Fizyolojik dormansi  
Stratifikasyon

#### ÖZ

Son yıllarda bitkisel peyzaj tasarımında doğal bitki türlerinin kullanımına yönelik talepler artmıştır. *Celtis australis* L. Akdeniz Bölgesi kıyı kesiminde bitkisel tasarım amaçlı kullanım potansiyeli yüksek olan ağaç türlerinden biridir. Bu çalışma Antalya'nın Serik ilçesinde bulunan *C. australis* genotiplerinin çimlenmesine ekim öncesi işlemlerin etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla beş genotipten alınan tohumlar üzerinde iki deneme yürütülmüştür. Birinci denemede meyve eti uzaklaştırılmış ve uzaklaştırılmamış tohumların çimlenme özelliklerine genotip ve oda sıcaklığında muhafaza sürelerinin (0, 15, 30, 45 ve 60 gün) etkisi incelenmiştir. İkinci denemede ise genotiplerin çimlenme özelliklerine ıslak katlama (stratifikasyon) süresi (+4°C'de 0, 60 ve 90 gün) ve çimlenme-testi ortamının (torf ve kağıt havlu) etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, birinci denemede hiçbir uygulama etkisinde çimlenmenin gerçekleşmediğini göstermiştir. İkinci deneme ile ilgili sonuçlar ise katlama süresi, genotip ve çimlenme-testi ortamı ile interaksiyon etkilerinin çimlenme özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklarla sonuçlandığını ortaya koymuştur. Katlama süresinin artışıyla çimlenme oranları artmış, bu oranlar genotiplere göre farklılık göstermiş ve en uygun çimlenme özellik değerleri torf çimlenme-testi ortamında kaydedilmiştir. En yüksek çimlenme oranı (%74.66), 90 gün süreyle +4°C'de katlamaya alınan ve torf çimlenme-testi ortamında çimlendirilen GT5 genotipine ait tohumlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlar Akdeniz kıyı kesimi *C. australis* genotipleri tohumlarında fizyolojik dormansinin kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 11 September 2019  
Received in revised form 31 October 2019  
Accepted 31 October 2019

#### Keywords:

*Celtis australis*  
Genotype  
Seed characteristics  
Physiological dormancy  
Stratification

#### ABSTRACT

In recent years, the demands for the use of native plant species in planting design have increased. *Celtis australis* L. is one of the species with high potential for use planting design in Mediterranean. This study was carried out to determine the effect of pre-sowing treatments on germination of *C. australis* genotypes native to Serik district of Antalya and two experiments were conducted on the seeds harvested from five genotypes. In the first experiment, the effects of genotype and storage time (0, 15, 30, 45 and 60 days) at room temperatures on germination characteristics of the seeds with or without fleshy pericarp tissues were determined. In the second experiment, the effects of stratification time (0, 60 and 90 days at +4°C) and germination-test medium (peat and paper towel) on germination characteristics of genotypes were investigated. Results from first experiment indicated that there was no germination in any of treatment used in the experiment. The results of the second experiment revealed that stratification time, genotype and germination-test medium, and interactions resulted in significant differences in germination characteristics of *C. australis*. Germination rates increased with increasing stratification time and differed according to genotypes, and the most adequate germination characteristics were recorded in peat germination-test medium. The highest germination rate (74.66%) was recorded for the seeds of GT5 genotype which were stratified for 90 days at +4°C and germinated in peat germination-test medium. Results were considered as verification of physiological dormancy in seeds of *C. australis* genotypes native to Mediterranean.

## 1. Giriş

Son yıllarda ekolojik avantajları ve bitkisel tasarımda sürdürülebilirliğin kilit unsurları olarak görülmesi doğal türlere olan ilgi ve talebi beklenenden büyük boyutlara ulaştırabilmiştir (Brzuszek ve Harkess 2009). Kullanım potansiyeli yüksek bazı türler, Baskin ve Baskin (2014)'in bildirdiği gibi var oldukları ekolojik koşullara uyum sağlamak için mükemmel biyolojik stratejiler geliştirmiş olabilmektedirler. Ancak tohum dormansisi gibi stratejiler, kültür koşullarında programlanmak zorunda olan işlemler için önemli bir engel haline gelebilmekte ve bu engellerin aşılması fidan üretiminde maliyetler ve ürün programlama açısından büyük önem taşıyabilmektedir (von Henting 1998).

*Celtis australis* L. Cannabaceae (eskiden Ulmaceae) familyasından, 20-25 m boyunda, yuvarlak tepeli, uzun boylu, seyrek dallı, kışın yaprağını döken bir ağaç türüdür (Kayacık 1977; Crivellaro ve Schwiengruber 2013). Bu tür Kuzey Afrika, Güney Avrupa, Batı Asya'da doğal yayılış göstermekte (Idzajt 2019) ve Türkiye'de Kuzey, Batı ve Güney Anadolu'nun pek yüksek olmayan (50-700 metre) kesimlerinde görülmektedir (Yaltrık ve Efe 2000). *C. australis*, Akdeniz kıyı kesimi için çınar, sığla ve dişbudak gibi yaprak döken türlere alternatif oluşturabilecek niteliklere sahiptir.

*C. australis* biyolojik ve endüstriyel özellikleri ile ilgi çekmiş ve çoğaltılması ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak uzun yıllardır bilinmektedir ki bitki türlerinin çimlenme özelliklerinde genetik ve çevresel faktörlere ve hatta çimlenme testi için kullanılan ortamlara bağlı olarak büyük farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Elias ve ark. 2012; Baskin ve Baskin 2014). Bazı odunsu bitki türlerinin çimlenme özelliklerinin yalnızca genotip ve temel çevresel faktörlere göre değil, bitki üzerinde tohum sağlanan meyvelerin bulunduğu konuma göre bile farklılaşabildiği ortaya konmuştur (Nielsen 1988; Copeland ve McDonald 2001).

Hartmann ve ark. (2002) *Celtis* türlerinin birçoğunda kullanılan tohumların sonbaharda ön işlemsiz ekildiğini, ilkbaharda yapılacak ekimlerde ise iki ya da üç ay katlama (+4°C) yapılması gerektiğini, Dirr ve Heuser (2006) ise *Celtis* türlerinin tohumlarında 3 ay katlama yapmanın faydalı olacağını belirtmişlerdir. Yücedağ ve Gültekin (2008), ekim zamanları ve katlama işlemlerinin çimlenme oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, uygun soğuk-ıslak katlama süresinin 30-90 gün, katlama uygulanmayan tohumlar için uygun ekim zamanının ise Kasım, Aralık ve Ocak ayları olduğunu bildirmişlerdir. Takos ve Efthimiou (2002), *C. australis* türünün tohumlarının fidanlık koşullarında yüksek oranda çimlendiğini (%76) laboratuvar koşullarında ise bu oranın çok düşük (%16) olduğunu belirtmişlerdir. Güney ve ark. (2018) ise Trabzon İlinde yetişen genotiplerle gerçekleştirdikleri çalışmada, 120 gün oda sıcaklığında muhafaza edilen *C. australis* tohumlarının Mart ayında ekilmesi ile ön işlemlere gerek kalmadan iyi sonuçlar elde edildiğini belirlemişlerdir. APAT (2003) *C. australis*'in çimlenme oranının %50-90 arasında değiştiğini bildirmekte ve ön işlem uygulanmayan tohumların sonbaharda, 8-12 hafta soğuk katlamada tutulan tohumların ise ilkbaharda ekilebileceğini önermektedir. Ballesteros ve ark. (2015)'de benzer önerilerde bulunmaktadır. Pipinis ve ark. (2018) ise *C. australis* türü tohumlarında dormansinin varlığından bahsederek kış koşullarına maruz kalan tohumların dormansi durumunun üstesinden gelebildiklerini belirtmişlerdir. Singh ve ark. (2009), taze tohumlardan 18 ay oda koşullarında muhafaza edilen tohumlara göre daha yüksek çimlenme oranları elde edildiğini

bildirmektedirler. Yine Singh ve ark. (2006), *C. australis* türünün tohum ve çimlenme özelliklerinin bulunduğu yükseltiyeye bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar *C. australis*'in farklı ekolojilerde yer alan genotiplerinin çimlenme özellikleri açısından farklı tepkiler verebileceğini göstermektedir. İngilizce adlarından birinin Akdeniz ile ilişkili olmasına karşın (Mediterranean hackberry) Akdeniz kıyı kesimindeki *C. australis* genotipleri tohumlarının çimlenme özellikleri ile ilgili çalışmalar son derece sınırlı ve kaynakların bir kısmı tavsiye niteliğindedir (Ballesteros ve ark. 2015).

Bu sebeple, Antalya ili Serik ilçesinde doğal olarak yetişmekte olan *C. australis* genotiplerinin çimlenme özelliklerine ekim öncesi işlemlerin etkisinin belirlenmesi bu çalışmanın temel amacını oluşturmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Antalya ili Serik ilçesi kırsal alanlarından 2013 yılı Ekim ayında *C. australis* türünün tipik form ve morfolojik özelliklerine uygun olarak seçilmiş olan 5 genotipten hasat edilen meyve ve tohumlar kullanılmıştır. Çalışma gözlem, ölçüm ve deneme düzenlenmeleri bakımından üç temel aşamadan oluşmuştur.

### 2.1. Tohum özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında; seçilmiş beş genotipin her birinin tohumlarından üç tekrür halinde 100 adet meyve eti tamamen ayıklanmış tohum tesadüf kurallarına uygun olarak ayrılmış ve tohumlarda çap ve ağırlık değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerin istatistiksel analizi, genotipten oluşan tek faktörlü tesadüf parselleri deneme deseni esas alınarak yapılmıştır.

### 2.2. Genotip, tohum muhafaza şekli ve süresinin çimlenme özelliklerine etkisinin belirlenmesi

Bu amaçla, deneme için 5 genotipten sağlanan tohumların yarısı meyve etli, diğer yarısı ise meyve etlerinden ayrılarak 0, 15, 30, 45, 60 gün süreyle karanlık, serin ve sıcaklığı ortalama 23.4±1.8°C olan bir ortamda muhafaza edilmiştir. Meyve etli muhafaza edilen tohumların meyve eti çimlenme testlerinden bir gün önce ayıklanmıştır. Çimlenme testleri için 12 cm çapında plastik petri kapları kullanılmış, kapların tabanına iki kat kağıt havlu yerleştirilmiş ve her bir kaba 25 adet tohum konarak 20 ml saf su ilave edilmiştir. Çimlenme testleri 20°C'ye ayarlanmış iklimlendirme dolabında gerçekleştirilmiş ve Elias ve ark. (2012)'nin bildirimleri dikkate alınarak 30 gün sürdürülmüştür. Deneme, genotip (GT1, GT2, GT3, GT4 ve GT5), muhafaza şekli (meyve etli, meyve eti ayıklanmış) ve muhafaza süresi (0, 15, 30, 45, 60 gün) uygulamalarından oluşan üç faktörlü ve üç tekrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve her yineleme 25 tohum konmuş bir petri kabından oluşmuştur.

### 2.3. Genotip, katlama (stratifikasyon) süresi ve çimlenme-testi ortamının çimlenme özelliklerine etkisinin belirlenmesi

Bu denemede 5 genotipten hasat edilerek 0, 60 ve 90 gün soğuk (+4°C)-ıslak katlamada tutulan tohumların, torf ve kağıt havlu olmak üzere iki farklı çimlenme-testi ortamında çimlenme özellikleri saptanmıştır. Ekim ayında hasat edilen tohumlar pamuklu torbalar içine konmuş, torbalar 5 cm kalınlığında torf doldurulmuş olan plastik kaba yerleştirilip üzeri yine 5 cm kalınlığında torf ile kapatılmış ve ortam su göllenmesi olmayacak şekilde ıslatılmıştır. Hazırlanan katlama kabı soğuk

ıslak katlama işlemi için +4°C'ye ayarlanmış buzdolabına yerleştirilmiştir.

Çimlenme-testi ortamı olarak 12 cm çapındaki plastik petri kaplarının tabanına iki kat kâğıt havlu veya 0.5 cm kalınlığında çimlenme torfu yerleştirildikten sonra 20 ml saf su eklenmiş ve her bir petri kabına 25 adet tohum konmuştur. Çimlenme testleri 20°C'ye ayarlanmış iklimlendirme dolabında gerçekleştirilmiş ve 27 gün sürdürülmüştür. Deneme, genotip (GT1, GT2, GT3, GT4, GT5), katlama süresi (0, 60 ve 90 gün) ve çimlenme-testi ortamı (kağıt havlu ve torf) uygulamalarından oluşan üç faktörlü ve üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve her yineleme 25 tohum konmuş bir petri kabından oluşmuştur.

Denemeler süresince kök ucu 2 mm uzunluğa ulaşmış tohumlar çimlenmiş kabul edilmiş ve her gün çimlenen tohum sayıları alınmış, sürgün ve kök kuru ağırlık değerleri ise test sürelerinin sonunda saptanmıştır. Karagüzel (2003)'in belirttiği şekilde çimlenme oranı test süresi sonunda ekilen ve çimlenen tohumlar oranlanarak, ortalama çimlenme süresi (MGT) ise  $(MGT) = \frac{\sum T_i N_i}{\sum N_i}$  formülü ile hesaplanmış, burada  $T_i$ : ekimden sonraki kaçınıcı günde gözlem yapıldığını,  $N_i$ : gözlemin yapıldığı günde çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir. Sürgün ve kök kuru ağırlıkları ise çimlenme denemesinin tamamlanmasından sonra alınan sürgün ve kök örnekleri kurutma dolabında 70°C'de 5 gün süreyle tutulduktan sonra saptanmıştır.

#### 2.4. Veri analizi

Veri elde edilebilen denemeler ve uygulamalar için grafik oluşturulması Microsoft Office Excel ortamında ve istatistiksel analizler SPSS 17 programında gerçekleştirilmiş, ortalamaların karşılaştırılması için ise %5 önem düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Tohum özellikleri

Saptanan tohum çapı ve tohum ağırlığı değerlerinin analiz sonuçları, her iki özelliğin de genotiplere göre istatistiksel anlamda önemli ( $P < 0.001$ ) farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (Çizelge 1). Genotiplerin ortalama tohum çapı değerleri 5.37-6.26 mm arasında, tohum ağırlığı değerleri ise 0.14-0.20 mg arasında değişim göstermiş, en yüksek tohum çapı (6.26 mm) ve ağırlığı (0.20 mg) değerleri GT4 genotipinde ölçülmüştür (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** *C. australis* genotiplerinde bazı temel tohum özellikleri.

**Table 1.** Certain basic seed characteristics of *C. australis* genotype.

Genotip	Tohum çapı (mm)	Tohum ağırlığı (mg)
GT1	5.44 cd <sup>e</sup>	0.14 c
GT2	5.74 b	0.17 b
GT3	5.37 d	0.14 c
GT4	6.26 a	0.20 a
GT5	5.57 c	0.16 b
Önemlilik (P değeri)		
Genotip (GT):	<0.001	<0.001

#### 3.2. Genotip, tohum muhafaza şekli ve süresinin çimlenme özelliklerine etkisi

Ekim ayında hasat edilip meyve etli ve meyve etsiz olarak 0, 15, 30, 45 ve 60 gün süre ile oda sıcaklığında (23.4±1.8°C) muhafaza edilerek çimlenme testi yapılan *C. australis* genotipleri tohumlarında meyve etlilik durumu ve muhafaza süresinin çimlenme üzerinde etkisinin olmadığı ve hiçbir uygulamada tohumların çimlenmediği belirlenmiştir.

#### 3.3 Genotip, katlama (stratifikasyon) süresi ve çimlenme-testi ortamının çimlenme özelliklerine etkisi

Varyans analizi sonuçları, katlama süresi ( $P \leq 0.001$ ), genotip ( $P \leq 0.001$ ) ve çimlenme-testi ortamının ( $P \leq 0.01$ ) çimlenme oranları üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 2). Çimlenme oranları ayrıca katlama süresi x genotip ( $P \leq 0.001$ ), genotip x çimlenme-testi ortamı ( $P \leq 0.01$ ) ve katlama süresi x genotip x çimlenme-testi ortamı interaksiyon etkilerine ( $P \leq 0.001$ ) bağlı olarak da önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 2). Çimlenme oranları ana etkiler düzeyinde incelendiğinde; ortalama en yüksek çimlenme oranının 90 gün süreyle katlamada kalan tohumlardan elde edildiği, çimlenme oranlarının katlama süresi kısaltıkça azaldığı ve katlama uygulaması yapılmayan tohumlarda çimlenmenin gerçekleşmediği görülmektedir (Şekil 1). Bunun yanı sıra ortalama çimlenme oranları genotiplere göre de önemli düzeyde farklılık göstermiş, en yüksek ortalama çimlenme oranları aralarında istatistiksel anlamda fark olmaksızın GT4 ve GT5 genotiplerinde, en düşük ortalama çimlenme oranı ise GT2 genotipinin tohumlarında belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 2). Şekil 3'de görüldüğü gibi ana etki düzeyinde ortalama çimlenme oranları çimlenme-testi ortamına göre de farklılık göstermiş, torf ortamından kağıt havlu çimlenme-testi ortamına göre daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir. Üçlü interaksiyon düzeyinde en yüksek çimlenme oranı (%74.67), 90 gün katlamada kalan ve torf çimlenme-testi ortamına konan GT5 genotipinin tohumlarından elde edilmiş, bu genotipi %73.33 çimlenme oranıyla aynı koşullarda bulunan GT4 genotipi tohumları izlemiştir (Çizelge 3).

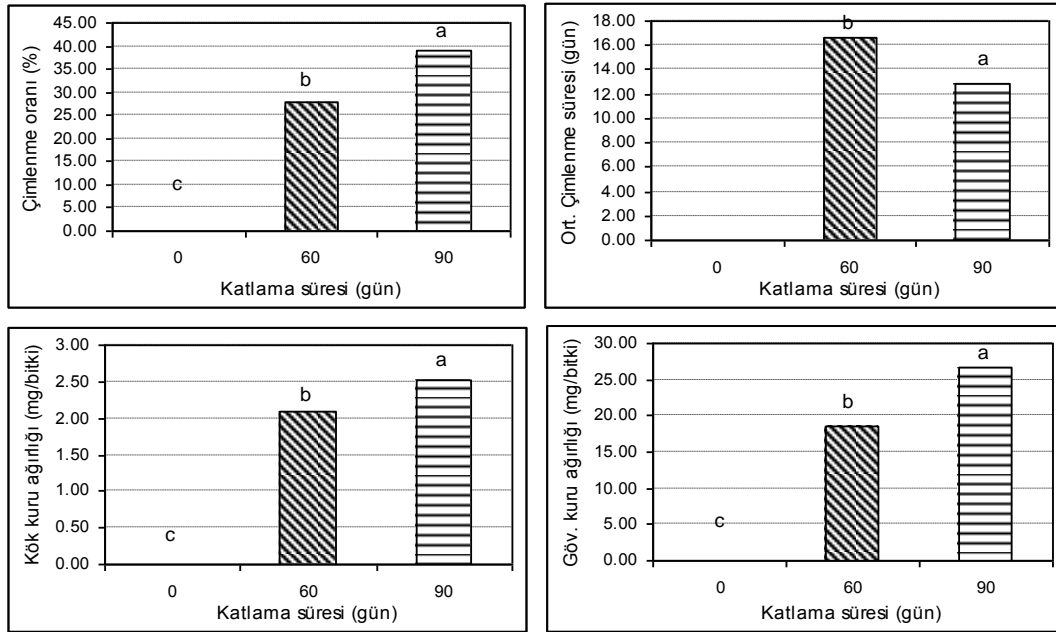
Çizelge 2'de görüldüğü gibi ortalama çimlenme süresi üzerine katlama süresi ( $P \leq 0.01$ ), genotip ( $P \leq 0.001$ ) ve çimlenme-testi ortamının ( $P \leq 0.001$ ) etkisinin istatistiksel anlamda önemli, bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksiyonlarının etkilerinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresine katlama süresinin ana etkisi incelendiğinde; en kısa ortalama çimlenme süresine sahip tohumların ise 90 gün süreyle +4°C'de katlamada kalan tohumlar olduğu görülmektedir (Şekil 1). Analizler ortalama çimlenme süreleri açısından genotipler arasında önemli farklar bulunduğunu ve GT4 genotipi tohumlarının en kısa sürede, GT1 genotipi tohumlarının ise en uzun sürede çimlenen tohumlar olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2). Çimlenme-testi ortamı bağlamında ise torf ortamında bulunan tohumların kağıt havlu ortamında bulunanlardan daha kısa sürede çimlendiği belirlenmiştir (Şekil 3). Sonuçlar üçlü interaksiyon düzeyinde incelendiğinde; uygulamalarda ortalama çimlenme sürelerinin 8.62 gün ile 23.50 gün arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3). 60 gün katlamada kalan torf çimlenme-testi ortamındaki GT1 genotipi tohumlarının diğerlerine kıyasla daha uzun sürede çimlendiği belirlenmiştir. En kısa ortalama çimlenme süresi ise 8.62 gün ile 90 gün katlamadan sonra torf çimlenme-testi ortamına ekilmiş olan GT4 genotipi tohumlarında saptanmıştır (Çizelge 3).

**Çizelge 2.** *C. australis* tohumlarının çimlenme özelliklerine katlama (stratifikasyon) süresi, genotip ve çimlenme-testi ortamının etkisine ilişkin varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

**Table 2.** ANOVA results on the effects of stratification time, genotype and germination-test medium on germination characteristics of *C. australis* seeds.

Varyasyon Kaynağı	SD	Hata Kareler Ortalaması			
		Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Kök kuru ağırlığı (mg/bitki)	Gövde kuru ağırlığı (mg/bitki)
Katlama süresi (KS)	2	12186.311 ***	162.951 **	55.025 ***	5586.593 ***
Genotip (G)	4	5785.156 ***	136.072 ***	12.796 ***	377.552 ***
Çimlenme-testi ortamı (ÇTO)	1	284.444 **	57.992 ***	59.146 ***	0.725 <sup>OD</sup>
KSxG	8	1530.756 ***	9.520 <sup>OD</sup>	5.510 ***	382.384 ***
KSxÇTO	2	105.244 <sup>OD</sup>	6.135 <sup>OD</sup>	15.821 ***	17.086 <sup>OD</sup>
GxÇTO	4	151.556 **	4.603 <sup>OD</sup>	8.673 ***	35.926 <sup>OD</sup>
KSxGxÇTO	8	185.689 ***	6.366 <sup>OD</sup>	5.335 ***	17.752 <sup>OD</sup>
Hata	60	39.289	3.309	0.258	23.156

OD, \*, \*\*, \*\*\*: Önemli değil, sırasıyla  $P \leq 0.05$ , 0.01 ve  $\leq 0.001$  düzeyinde önemli.



**Şekil 1.** *C. australis* tohumlarının çimlenme özelliklerine katlama (stratifikasyon) süresinin ana etkisi. Her bir özellik grafiğinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklıdır.

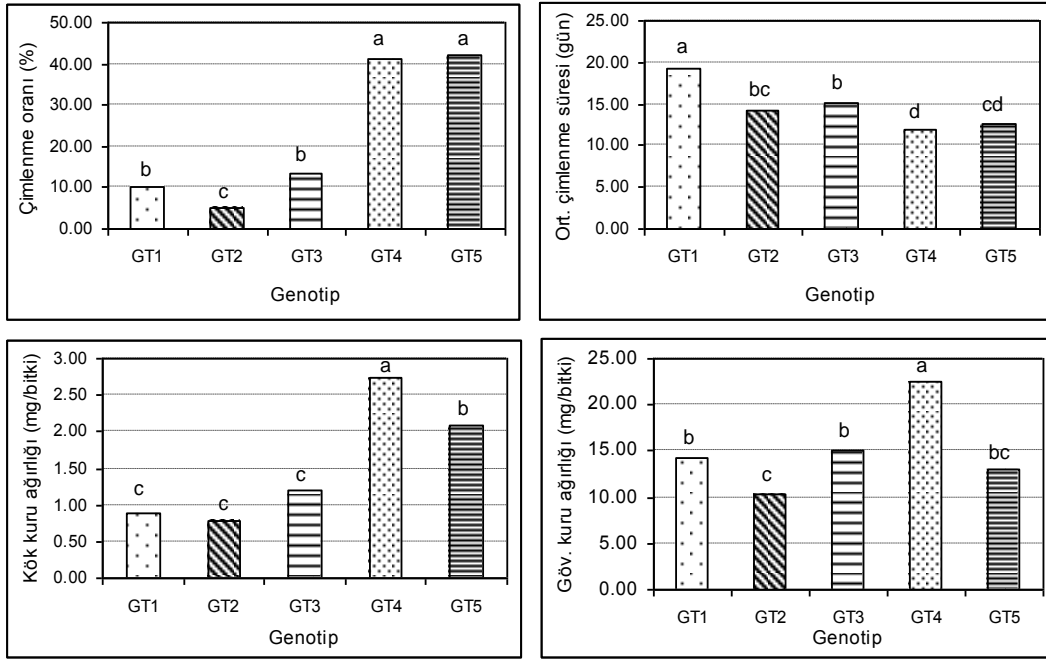
**Figure 1.** The main effect of stratification time on germination characteristics of *C. australis* seeds. Means indicated by different letters in each characteristic graph are significantly different at the 5% level according to Duncan's multiple range.

Kök kuru ağırlığı üzerinde katlama süresi ( $P \leq 0.001$ ), genotip ( $P \leq 0.001$ ) ve çimlenme-testi ortamı ( $P \leq 0.001$ ) ile bu faktörlerin ikili ve üçlü interaksiyonları etkilerinin ( $P \leq 0.001$ ) istatistiksel anlamda önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Katlama süresi ana etkisi bağlamında katlama süresi arttıkça ortalama kök kuru ağırlık değerlerinin arttığı belirlenmiş, en yüksek ortalama kök kuru ağırlık değerleri 90 gün süreyle  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de katlamaya alınan tohumlarda kaydedilmiştir (Şekil 1). Genotip ana etkisi düzeyinde ise en küçük ortalama kök kuru ağırlık değerleri aralarında istatistiksel anlamda fark olmaksızın GT1, GT2 ve GT3 genotiplerinde ölçülmüş, GT4 ve GT5 genotiplerinde bu değerler artmış ve en yüksek ortalama değerler GT4 genotipinde saptanmıştır (Şekil 2). Torf çimlenme-testi ortamının kök kuru ağırlığı bakımından kâğıt havlu çimlenme-testi ortamına kıyasla daha yüksek değere sahip olduğu Şekil 3'de görülmektedir. Üçlü interaksiyon düzeyinde; 6.21 ve 6.95 mg ile en yüksek kök kuru ağırlığı değerlerinin 60 ve 90 gün süreyle katlamada tutularak torf çimlenme-testi ortamına ekilen GT4 genotipi tohumlarında saptandığı görülmektedir (Çizelge 3). En küçük ortalama kök kuru ağırlığı

değeri ise 0.22 mg ile 60 gün süre ile katlamada tutularak kâğıt havlu çimlendirme-testi ortamına ekilen GT1 genotipi tohumlarında belirlenmiştir (Çizelge 3).

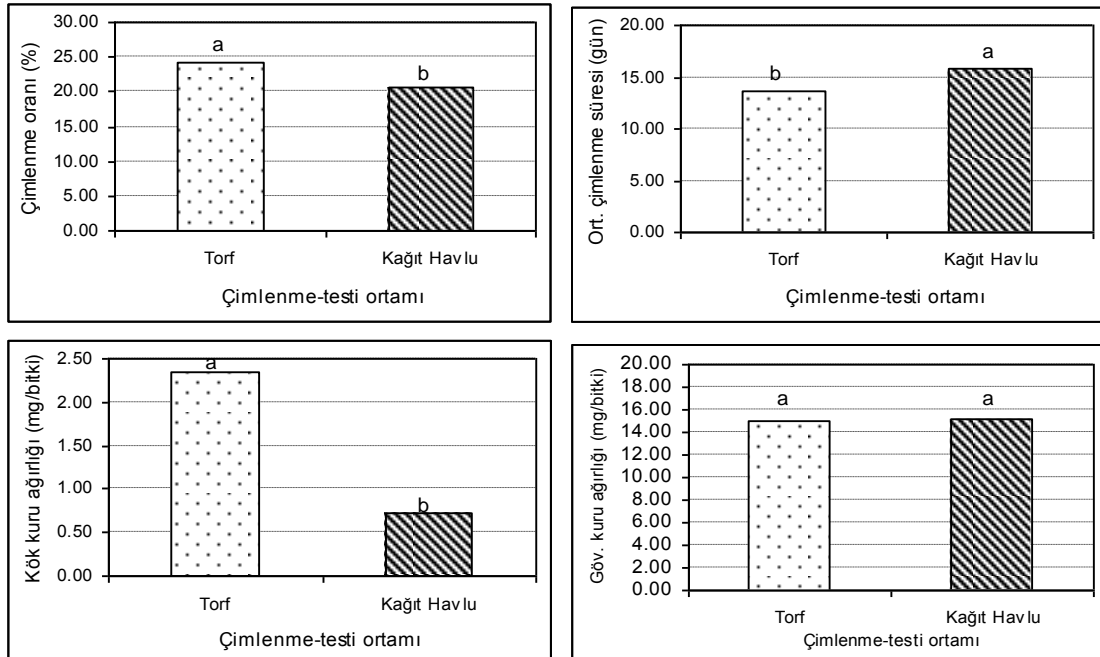
Gövde kuru ağırlığının, katlama süresi ( $P \leq 0.001$ ), genotip ( $P \leq 0.001$ ) ve bu iki faktörün interaksiyon ( $P \leq 0.001$ ) etkisiyle önemli farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 2). 90 gün katlamada kalan tohumların 60 gün katlamada kalanlara kıyasla daha yüksek ortalama gövde kuru ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Ortalama değerler GT4 genotipinin en yüksek, GT2 genotipinin ise en düşük ortalama gövde kuru ağırlığına sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Analiz sonuçları, ortalama gövde kuru ağırlığına çimlenme-testi ortamı ana etkisinin istatistiksel anlamda önemli olmadığını ortaya koymuştur (Şekil 3). Üçlü interaksiyonu düzeyinde, en yüksek gövde kuru ağırlık değeri 37.28 mg ile 60 gün katlamada kaldıktan sonra torf çimlenme-testi ortamına ekilen GT4 genotipi tohumlarında, en düşük gövde kuru ağırlık değeri ise 13.83 mg ile 60 gün katlamada kaldıktan sonra torf çimlenme testi ortamına ekilen GT1 tohumlarında tespit edilmiştir (Çizelge 3).





Şekil 2. *C. australis* tohumlarının çimlenme özelliklerine genotipin ana etkisi. Her bir özellik grafiğinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklıdır.

Figure 2. The main effect of genotype on germination characteristics of *C. australis* seeds. Means indicated by different letters in each characteristic graph are significantly different at the 5% level according to Duncan's multiple range.



Şekil 3. *C. australis* tohumlarının çimlenme özelliklerine çimlenme-testi ortamının ana etkisi. Her bir özellik grafiğinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklıdır.

Figure 3. The main effect of germination-test medium on germination characteristics of *C. australis* seeds. Means indicated by different letters in each characteristic graph are significantly different at the 5% level according to Duncan's multiple range.

*C. australis* tohumlarında temel tohum özellikleri ile çimlenme özellikleri arasındaki ilişkiler ve istatistiksel değerlendirmeleri Çizelge 4'de sunulmuştur. Korelasyon analizi, tohum çapı ile tohum ağırlığı, ortalama kök ve gövde kuru ağırlıkları arasında, tohum ağırlığı ile tohum çapı, ortalama çimlenme oranı, ortalama kök ve gövde kuru ağırlıkları arasında

istatistiksel anlamda önemli ve pozitif ilişkilerin olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4). Ortalama çimlenme oranı ile kök ve gövde kuru ağırlığı değerleri ve ortalama kök kuru ağırlığı ile gövde kuru ağırlığı arasında da önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiş, özellikler arasında önemli ve negatif ilişki görülmemiştir (Çizelge 4).



**Çizelge 3.** *C. australis* tohumlarının çimlenme özelliklerine katlama (stratifikasyon) süresi, genotip ve çimlenme-testi ortamı etkilerinin etkileri.**Table 3.** Effects of stratification time, genotype and germination-test medium interactions on germination characteristics of *C. australis* seeds.

Özellik	Genotip	Çimlenme-testi Ortamı	Katlama Süresi (gün)			
			0	60	90	
Çimlenme oranı (%)	GT1	Torf	0.00 A <sup>y</sup> b <sup>z</sup>	2.67 Bab	21.35 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	21.33 Aa	14.67 Bab	
	GT2	Torf	0.00 Ab	0.00 Ab	21.33 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	0.00 Ab	8.00 Ba	
	GT3	Torf	0.00 Ac	16.00 Ab	24.00 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ac	22.17 Aa	17.33 Ab	
	GT4	Torf	0.00 Ab	66.67 Aa	73.33 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ac	37.33 Bb	69.33 Aa	
	GT5	Torf	0.00 Ab	61.33 Aa	74.67 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	49.33 Aa	68.00 Aa	
	Ortalama çimlenme süresi (gün) <sup>x</sup>	GT1	Torf	-	23.50 Aa	14.78 Ab
			Kağıt Havlu	-	21.22 Aa	17.94 Aa
		GT2	Torf	-	-	13.37 A
			Kağıt Havlu	-	-	14.87 A
		GT3	Torf	-	15.53 Aa	12.27 Ba
Kağıt Havlu			-	17.34 Aa	15.29 Aa	
GT4		Torf	-	11.98 Ba	8.62 Ba	
		Kağıt Havlu	-	16.07 Aa	11.23 Ba	
GT5		Torf	-	12.36 Aa	10.11 Aa	
		Kağıt Havlu	-	14.67 Aa	12.97 Aa	
Kök kuru ağırlığı (mg)		GT1	Torf	0.00 Ab	1.60 Aa	3.15 Aa
			Kağıt Havlu	0.00 Aa	0.22 Aa	0.37 Ba
		GT2	Torf	0.00 Ab	0.00 Ab	3.73 Aa
			Kağıt Havlu	0.00 Aa	0.00 Aa	1.03 Ba
		GT3	Torf	0.00 Ab	3.01 Aa	0.35 Bb
	Kağıt Havlu		0.00 Ab	0.88 Bb	2.98 Aa	
	GT4	Torf	0.00 Ab	6.95 Aa	6.21 aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	1.03 Ba	2.00 Ba	
	GT5	Torf	0.00 Ab	5.94 Aa	4.36 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Aa	1.10 Ba	1.11 Ba	
	Gövde kuru ağırlığı (mg)	GT1	Torf	0.00 Ab	13.83 Aa	24.74 Aa
			Kağıt Havlu	0.00 Ab	19.80 Aa	27.69 Aa
		GT2	Torf	0.00 Ab	0.00 Ab	31.56 Aa
			Kağıt Havlu	0.00 Ab	0.00 Ab	29.82 Aa
		GT3	Torf	0.00 Ab	20.53 Aa	26.55 Aa
Kağıt Havlu			0.00 Ab	22.97 Aa	20.42 Aa	
GT4		Torf	0.00 Ab	37.28 Aa	36.10 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	36.45 Aa	25.52 Ba	
GT5		Torf	0.00 Ab	16.88 Aa	23.25 Aa	
		Kağıt Havlu	0.00 Ab	18.17 Aa	20.32 Aa	

<sup>x</sup>: Analizler çimlenme olmayan uygulamalar çıkarılarak gerçekleştirilmiştir.

<sup>y</sup>: Her çimlenme özelliği, genotip ve çimlenme-testi ortamı (sütun) içinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyinde Duncan testine göre birbirinden farklıdır.

<sup>z</sup>: Her çimlenme özelliği, genotip, çimlenme-testi ortamı ve katlama süresi (sıra) içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyinde Duncan testine göre birbirinden farklıdır.

**Çizelge 4.** *C. australis* tohumlarında tohum ve çimlenme özellikleri arasındaki ilişkiler (korelasyonlar).

**Table 4.** Correlations between seed and germination characteristics of *C. australis* seeds.

Özellik	TA	TÇ	OÇO	OÇS	OKKA
TÇ	<b>0.923</b> <i>&lt;0.001</i>				
OÇO	<b>0.546</b> <i>0.035</i>	0.507 <i>0.054</i>			
OÇS	-0.463 <i>0.082</i>	-0.350 <i>0.200</i>	-0.383 <i>0.159</i>		
OKKA	<b>0.673</b> <i>0.006</i>	<b>0.669</b> <i>0.006</i>	<b>0.933</b> <i>&lt;0.001</i>	-0.498 <i>0.059</i>	
OGKA	<b>0.542</b> <i>0.037</i>	<b>0.633</b> <i>0.011</i>	<b>0.561</b> <i>0.030</i>	-0.361 <i>0.187</i>	<b>0.715</b> <i>0.003</i>

TA: Tohum ağırlığı; TÇ: Tohum çapı; OÇO: Ortalama çimlenme oranı; OÇS: Ortalama çimlenme süresi; OKKA: Ortalama kök kuru ağırlığı; OGKA: Ortalama gövde kuru ağırlığı. İstatistiksel anlamda önemli olan ilişkiler (korelasyonlar) koyu, *P* değerleri ise italik yazılmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Antalya ili Serik ilçesindeki *C. australis* genotipleri tohumlarının soğuklama ihtiyacı niteliğindeki fizyolojik dormansiye sahip olduklarını, bu nedenle katlama (stratifikasyon) uygulanmadan nispeten yüksek toprak sıcaklığı şartlarına yapılan ekimlerden tatmin edici düzeyde çimlenme oranlarının elde edilmesinin çok güç olduğunu göstermiştir.

Çalışma ile belirlenen tohum çap ve ağırlık değerleri Juan ve ark. (2006)'nın çalışmalarında elde ettiği tohum çap (0.154 ± 0.038 mg) ve ağırlık (minimum 6.38 mg, maksimum 7.41 mg) değerleri ile benzerlik göstermektedir. Sonuçlar, tohum kaynağının *C. australis* tohumlarının morfolojik özelliklerini büyük ölçüde etkilediğini saptayan Singh ve ark. (2006)'nın çalışması ile de paralellik sergilemektedir. Öte yandan odunsu bitki türlerinde tohum morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin meyvelerin bitki üzerinde buldukları konuma bağlı olarak dahi farklılık gösterebildiği (Nielsen 1988) bilinmektedir.

Farklı sürelerdeki katlama uygulamaları *C. australis* tohumlarının çimlenme oranını arttırmıştır. Bu sonuç Hartmann ve ark. (2002), Takos ve Eftimiou (2002), APAT (2003), Dirr ve Heuser (2006) ve Ballesteros ve ark. (2015)'nin bulgu, yorum ve önerileriyle uyum göstermektedir. Bu önerilerin büyük çoğunluğunda *C. australis* tohumlarının soğuk mevsimde açığa ekilmeleri aksi halde katlama uygulamalarına ihtiyaç olduğu açıkça bildirilmektedir. Bu çalışmada kullanılan genotipler Akdeniz kıyı kesimi doğal bitkileri olmalarına rağmen aynı kesinlikle fizyolojik dormansiye sahip oldukları açık delilleriyle ortaya çıkmıştır. Öte yandan bazı deliller ve son yıllarda elde edilen araştırma sonuçları (Güney ve ark. 2018) aslında *C. australis* türünde dormansinin ortadan kalması için ihtiyaç duyulan düşük sıcaklığın derecesinin bilinen klasik +4-5°C civarında değil nispeten daha yüksek dereceler olabileceği ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Nitekim Hamada ve Tanaka (1988) benzer bir durumu *Prunus lannesiana* Wils. (Carr.) var. *speciosa*'da araştırmışlar ve en iyi çimlenme sonuçlarını 3-4°C'de 12-16 hafta, 8-9°C'de ise 12 hafta ıslak katlama yapılan tohumlardan elde etmişlerdir. Benzer bir biyolojik özelliğin *C. australis* tohumları için geçerliliğinin araştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada incelenen hemen tüm çimlenme özelliklerinde genotipten kaynaklanan önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Örneğin GT4 ve GT5 genotiplerinde Takos ve Eftimiou (2002)'nin bildirdiği çimlenme oranlarına benzer sonuçlar alınırken, GT1, GT2 ve GT3 genotiplerinde ise daha

düşük oranlarda çimlenme gerçekleşmiştir. Bu sonuç, çimlenme yetenekleri bakımından genotipler arasındaki genetik farkı işaret etmekte ve buna benzer çok sayıda çimlenme davranışının varlığı bilimsel bir gerçeklik olarak kabul görmektedir (Otho ve ark. 2007; Elias ve ark. 2012; Baskin ve Baskin 2014).

Çimlenme-testi ortamlarının daha çok laboratuvar teknik testleri ve tohumculuk teknolojisinin teknik araçlarından kabul edilmeleri yaygın bir durumdur (Elias ve ark. 2012). Baskin ve Baskin (2014) çimlenme denemelerinde birçok ortam kullanılabilirliğini ve türlerin bu ortamlara farklı tepkiler verebildiğini bildirmektedirler. Prasad ve ark. (1996) *Litchi chinensis* ve Lee ve Yang (1999) ise *Lilium formosanum*'un tohumlarında çimlenme oranlarının çimlenme-testi ortamına göre farklılaştığını kanıtlamışlardır. *C. australis* türünde de torf ortamında kağıt havlu ortamına kıyasla daha iyi çimlenme özelliği sonuçları alınmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Baskin ve Baskin (2004)'in dormansiye sınıflandırma kriterleri esas alındığında Akdeniz kıyı kesimi *C. australis* genotipleri tohumlarında fizyolojik dormansi varlığının kanıtı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca dormansinin ortadan kaldırılması için en uygun nispeten yüksek sıcaklık derecelerinin araştırılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma FYL-2014-173 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

#### Kaynaklar

- APAT (Agency for the protection of the environment and for technical services) (2003) Seed Propagation of Mediterranean Trees and Shrubs. IGER, Roma.
- Ballesteros D, Meloni F, Bachetta G (Eds) (2015) Manual for the Propagation of Selected Mediterranean Plants Species. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED, Cagliari.
- Baskin JM, Baskin CC (2004) A classification system for seed dormancy. Seed Science Research 14: 1-16.
- Baskin CC, Baskin JM (2014) Seeds Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination, Second Edition. Academic Press, San Diego.
- Brzuszek RF, Harkess RL (2009) Green industry survey of native plant marketing in the Southeastern United States. HortTechnology 19(1): 168-172.

- Copeland LO, McDonald MB (2001) Principles of Seed Science and Technology, 4<sup>th</sup> Edition. Springer Science+Business Media, New York.
- Crivellaro A, Schweingruber FH (2013) Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs- With a special focus on Cyprus. Springer, Berlin.
- Dirr MA, Heuser CW (2006) The Reference Manual of Woody Plant Propagation-From Seed to Tissue Culture. Varsity Press, North Carolina.
- Elias SG, Copeland LO, McDonald MB (2012) Seed Testing-Principles and Practices. Michigan State University Press, Michigan.
- Güney D, Turna İ, Atar F (2018) The effects of different pretreatments on germination of Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.) seeds. Biological Diversity and Conservation 11(1): 61-67.
- Hamada Y, Tanaka TO (1988) Effects of low temperature and storage periods for seed dormancy release on *Prunus lannesiana* Wils. (Carr.) var. *speciosa*. Acta Horticulturae 226: 541-548.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve, RL (2002) Hartmann and Kester's Plant Propagation, Principles and Practices. Prentice Hall, New Jersey.
- Idzajt M (2019) Dendrology-Cones, flowers, fruits and seeds. Academic Press (Elsevier), London.
- Juan T, Sagrario A, Jesus H, Cristina CM (2006) Red fox (*Vulpes vulpes* L.) favour seed dispersal, germination and seedling survival of Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.). Acta oecologica 30: 39-45.
- Karagüzel O (2003) Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının güney anadolu doğal *Lupinus varius*'larının çimlenme özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(2): 211-220.
- Kayacık H (1977) Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematığı, II. Cilt. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Lee YJ, Yang CM (1999) Effects of temperature and substrate medium on seed germination of *Lilium formosanum* Wall. Journal of Agricultural Association of China (New Series) 187: 10-18.
- Nielsen KK (1988) Dormancy in seeds from different positions on individual plants. Acta Horticulturae 226: 255-261.
- Otho M, Stone SL, Harada JJ (2007) Genetic control of seed development and seed mass. In: Bradford K, Nonogaki H (Eds), Seed Development, Dormancy and Germination, Annual Plant Reviews Volume 27, Blackwell Publishing, Iowa.
- Pipinis P, Miliotis E, Mavrokordopoulou O, Smiris P (2018) Effect of sowing date on seedling emergence of species with seeds enclosed in a stony endocarp. Journal of Sustainable Forestry 37(4): 375-388.
- Prasad JS, Kumar R, Mishra M, Kumar R, Singh AK, Prasad US (1996) Characteristics of litchi seed germination. HortScience 31: 1187-1189.
- Singh B, Bhatt BP, Prasad P (2006) Variation in seed and seedling traits of *Celtis australis*: A multipurpose tree in Central Himalaya, India. Agroforestry Systems 67: 115-122.
- Singh B, Bhatt BP, Prasad P (2009) Effects of storage period on seed germination of *Celtis australis* L. in Central Himalaya, India. Indian Journal of Agroforestry 11(2): 62-65.
- Takos IA, Efthimiou GSP (2002) Germination result on dormant seeds of fifteen tree species- Autumn sown in a Northern Greek nursery. Silvae Genetica 52(2): 67-71.
- von Henting WU (1998) Strategies of evaluation and introduction of new ornamental plants. Acta Horticulturae 454: 65-80.
- Yalçınk F, Efe A (2000) Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yücedağ C, Gültekin HC (2008) Adi çitlenbik (*Celtis australis* L.) ve doğu çitlenbiği (*Celtis tournefortii* Lam.) tohumlarının çimlenmesi üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12(3): 182-185.



## Antalya ilinde Genç Çiftçi Projesinin uygulaması ve sürdürülebilirliği üzerine bir araştırma

### A research on the application and sustainability of Young Farmers Project in the Antalya province

Ahmet ALKAN<sup>1</sup>, Burhan ÖZKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 07059, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 07059, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): B. Özkan, e-posta (e-mail): bozkan@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): ahmetalkan07@gmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 16 Eylül 2019  
Düzeltilme tarihi 29 Kasım 2019  
Kabul tarihi 28 Şubat 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Çiftçi  
Genç Çiftçi Projesi  
Kırsal kalkınma  
Sürdürülebilir tarımsal üretim  
Antalya

#### ÖZ

Bu araştırmanın amacı; Antalya ilinde Genç Çiftçi Projesi (GÇP) uygulamasının sürdürülebilirlik, kırsal nüfusun istihdamı, çiftçilerin gelir düzeyinin artırılması gibi hedeflerinin, gerçekleşme potansiyelini ve sürdürülebilirliğini değerlendirmektir. Araştırmanın ana materyalini, araştırma kapsamına alınan 10 ilçede GÇP'den yararlanan 127 genç çiftçi ile 2018 yılında yapılan yüz yüze anket verileri oluşturmuştur. Çalışmada çiftçilerden elde edilen veriler kullanılarak GÇP uygulamasının güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerine göre GZFT analizi yapılmıştır. Araştırma kapsamındaki çiftçilerin %15'i erkek ve %85'i kadın olup çiftçilerin yaklaşık %62'si hayvansal üretim, %38'i bitkisel üretim yapmaktadır. Görüşme yapılan çiftçilerin büyük çoğunluğu gelirini artırmak için GÇP'ye başvurdukları belirlenmiştir. Projeden yararlanan çiftçilerin %85 gibi büyük çoğunluğu projeyi yararlı görmektedir. Diğer yandan çiftçilerin %14.2'si GÇP ile tarımsal üretime başladığını belirtmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre çiftçiler tarafından GÇP uygulaması yararlı bir proje olarak kabul edilmektedir.

#### ARTICLE INFO

Received 16 September 2019  
Received in revised form 29 November 2019  
Accepted 28 February 2020

#### Keywords:

Farmer  
Young Farmers Project  
Rural development  
Sustainable agricultural production  
Antalya

#### ABSTRACT

This research aims to evaluate the realization potential and sustainability of the targets of Young Farmers Project (YFP) in Antalya in terms of such as sustainability, employment of rural population and increasing the income level of young farmers. The data was collected from 127 young farmers located in 10 counties of Antalya Province, by using face to face survey in 2018. In the study, SWOT analysis was conducted based on the strengths, weaknesses, opportunities and threats of YFP application by using data obtained from farmers who benefited from the YFP in 2016. The research results showed that 15% and 85% of the farmers were male and female respectively. It is about 62% of the farmers engaged in animal production and 38% of them produce the crop. It was found that the majority of the farmers interviewed applied to the YFP to increase their income. As many as 85% of the farmers benefiting from the project consider the project beneficial. On the other hand, 14.2% of farmers stated that they started agricultural production with YFP. According to the results of the research, YFP, the implementation is considered as a useful project by farmers.

## 1. Giriş

Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB); genç çiftçilerin girişimciliğinin desteklenmesi, alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması, gelir düzeyinin yükseltilmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve kırsalda yaşayan genç nüfusun istihdamına katkı sağlayacak tarımsal üretime yönelik projelerin desteklenmesi amacıyla Genç Çiftçi Projelerinin (GÇP) Desteklemesi için hibe destek programı başlatmıştır. Bu amaçla kırsal kalkınma destekleri kapsamında GÇP'lerinin

desteklenmesine ilişkin tebliğ 05 Nisan 2016 tarihinde yayımlanarak Resmi Gazete'de yürürlüğe girmiştir (TCRG 2016).

GÇP'ye başvurularda, hibe sözleşmesi imzalanarak belirlenen şartların gerçekleşmesi durumunda her çiftçiye en fazla 30.000 TL'ye kadar hibe yoluyla destek sağlanmaktadır. GÇP başvurularının değerlendirilmesinde gazi, şehit yakını,



engelli, kadın ve eğitim sertifikası sahibi olan genç çiftçilere pozitif ayrımcılık yapılmaktadır (TOB 2018a).

2016 yılı verilerine göre Antalya ilinde 18 ilçede GÇP'ye yönelik çeşitli üretim faaliyetlerine hibe desteği sağlanmıştır. Proje kapsamında hibe desteği alan 213 genç çiftçinin 146'sı hayvansal üretim, 67'si ise bitkisel üretime yönelik hibe desteğinden faydalanmıştır. Halen, GÇP uygulaması Antalya ilinde hayvansal üretim, bitkisel üretim, tıbbi ve aromatik bitki üretimi projelerinde uygulanmaktadır.

Bu araştırmada, GÇP'nin Antalya ilinde uygulaması ve sürdürülebilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak çalışmada, GÇP'nin sürdürülebilirlik, kırsal nüfusun istihdamı ve genç çiftçilerin gelir düzeyinin artırılması gibi hedeflerinin, projeden yararlanan çiftçilerin görüşleri esas alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini, Antalya ilinde 2016 yılı GÇP hibe desteklerinden faydalanan 127 genç çiftçi ile yapılan anketlerden elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Çalışmada GÇP'den yararlanan çiftçiler esas alınarak, Antalya ilindeki 10) ilçe belirlenmiş ve bu ilçelerdeki GÇP'den yararlanan çiftçilerin tamamı araştırma kapsamına alınmıştır. Dolayısıyla araştırma Aksu, Döşemealtı, Elmalı, Finike, Kemer, Kepez, Korkuteli, Kumluca, Manavgat ve Serik ilçelerinde yürütülmüştür. Görüşme yapılan çiftçiler ve iletişim adresleri Tarım ve Orman Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (TOB 2017).

Görüşme yapılan çiftçilerin seçiminde araştırma alanında uygulanan GÇP sayısı esas alınmıştır. Buna göre en çok hibe desteği alan büyükbaş hayvancılık, küçükbaş hayvancılık, arıcılık, örtü altı tesisi sebze yetiştiriciliği ve mantarcılık projeleri araştırma kapsamına alınmıştır.

Üreticilerden verilerin toplanmasında kullanılan anket formu beş bölümden oluşmuştur. İlk bölümde çiftçilerin demografik özellikleri, ikinci bölümde işletmenin özellikleri, üçüncü bölümde GÇP uygulaması ve etkileri, dördüncü bölümde GÇP uygulamasında karşılaşılan sorunlar ve son bölümde ise GÇP ile ilgili görüş ve düşüncelere yer verilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin SPSS programında frekans ve ortalamalar üzerinden betimsel analizi ve GZFT (SWOT) analizi yapılmıştır. Çiftçilere ait demografik ve tanımlayıcı verileri yorumlamada, yüzde ve frekans kullanılmıştır. GÇP'nin uygulaması ve sürdürülebilirliğine ilişkin GZFT analizi ile çiftçilerden elde edilen verilerden yararlanarak güçlü, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler belirlenmiştir.

GZFT analizi, bilimsel olarak durum analizi yapmaya imkan veren stratejik önemde bir analiz tekniğidir. Tekniğin uygulanması ile iç ve dış etkenleri esas alınarak, güçlü yönler ve fırsatlardan en üst seviyede yararlanmayı sağlayabilecek, tehditlerin ve zayıflıkların etkisini azaltacak strateji ve planlar geliştirilebilmektedir (Çoban ve Karakaya 2010).

Kuruluşun iç analizi yapılırken geçmiş ve mevcut durumu incelenerek sorunlarının tespiti ve potansiyelinin ortaya konulması sağlanmaktadır. İç değerlendirme, kuruluşun güçlü yönlerini belirleyerek ilerideki hedeflerine yönelmesi ve zayıf yönlerine karşı tedbirler için önemlidir. GZFT analizinde dış durum analizi ise kuruluşun bulunduğu çevreyi tanıması içindir. Dış çevre analizi, çevre ve bağlantıda bulunulması mümkün olan faktörler hakkında doğru ve tutarlı bilgi toplama işlemlerini de içine almaktadır. Fırsat, bir faaliyet

için en uygun zamanın meydana gelmesi demektir. Tehdit ise kuruluşun hedef ve amaçlarına ulaşmasını zorlaştıran, engel olan durumu ifade etmektedir (Çizelge 1). Kuruluşun gelecek hedeflerini belirlemede fırsatlar büyük öneme sahibi olurken, hedeflere engel olmaması için tehditleri takip ederek, tedbirler alması gerekmektedir (Çoban ve Karakaya 2010; Sav ve Sayın 2015).

Çizelge 1. GZFT matrisi.

Table 1. SWOT matrix.

İç ve Dış Kaynaklar	Faydalı	Zararlı
İç Kaynak (Kuruluşun nitelikleri)	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Dış Kaynak (Çevrenin nitelikleri)	Fırsatlar	Tehditler

## 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında görüşme yapılan 127 çiftçinin %85.0'i kadın, %97.6'sının evli ve %6.3'ünün ise şehit yakını/gazi/engelli olduğu belirlenmiştir. Kadınların çoğunlukta olmasında, kadınlara pozitif ayrımcılık yapılması ve GÇP değerlendirme kriterinde kadın girişimciye +5 puan verilmesinin önemli rol oynadığı söylenebilir. Benzer şekilde başvuru şartlarında evli ve şehit yakını/gazi/engelli olanlara da +5 puan verilmesinin de başvuruda etkili olduğu ifade edilebilir.

Adana ilinde yapılan bir araştırmaya göre GÇP'den faydalanan çiftçilerin %82.6'sı kadın ve %88.1'inin evli olduğu saptanmıştır (TOB 2018b). Buna göre GÇP projesi konusunda Antalya ve Adana'da yürütülen çalışmalarda cinsiyet dağılımı ve evlilik durumu açısından benzer sonuçlar bulunmuştur.

Kadın çiftçilerin tarımsal üretime işletme sahibi olarak katılması genç kadınların istihdamına katkı sağlamada önemlidir. Dolayısıyla projede kadın girişimcilerin daha çok desteklenmesi ve pozitif ayrımcılık yapılarak hibe desteğinden daha fazla yararlandırılması ile kırsaldaki kadın-erkek girişimci dengesinin sağlanması hedeflenmektedir.

Araştırma kapsamında görüşme yapılan çiftçilerin; %46.5'si ilkökul, %40.2'si ise ortaokul, mezunu olduğu belirlenmiştir. Buna göre projeden yararlanan çiftçilerin yaklaşık yarısı ilkökul mezunudur.

Unakitan ve Başaran (2018), tarafından yürütülen çalışmada, Tekirdağ ilinde GÇP'nden faydalanan çiftçilerin %48.3'ünün ilkökul mezunu olduğunu ifade edilmiştir.

Bu bulgulara göre; Antalya ve Tekirdağ ilinde GÇP'den faydalanan çiftçilerin yarısının eğitim düzeylerinin ilköğretim seviyesindedir. Dolayısıyla tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından; çiftçilere tarımsal üretim konularında eğitim verilmesinin gerekli olduğu söylenebilir. GÇP kapsamında böyle bir politikanın izlenmesi, çiftçilerin tarımsal üretime devam etmesi ve kırsalda kalması yönünden katkı yapabilecektir.

Araştırma kapsamında görüşülen çiftçilerin %21.3'ü 1-5 yıl süredir çiftçilik yaparken, %78.7'si ise 5 yıldan fazla süredir çiftçilik yapmaktadır. Çiftçilerin %33.1'i sosyal güvence kapsamındayken, %66.9'unun sosyal güvencesi bulunmamaktadır. Anket sonuçlarına göre çiftçilerin; %11.0'ünün 2.000 TL ve üstü aylık geliri, %89.0'u gibi büyük çoğunluğunun ise 2.000 TL altında aylık geliri olduğu belirlenmiştir.

Görüşme yapılan çiftçilerin %20.5'i tarımsal üretim faaliyeti ile ilgili eğitim aldıklarını belirtirken, çiftçilerin

yalnızca %2.4'ü GÇP ile ilgili eğitim almışlardır. Adana ilinde yürütülen çalışmada ise çiftçilerin %30.3'ünün tarımsal üretim ilgili eğitim aldıkları belirlenmiştir (TOB 2018c). Bu sonuçlara göre GÇP'den yararlanan çiftçilerin yaklaşık 1/3'ünün tarımsal eğitim alırken, çiftçilerin GÇP ile ilgili eğitim alma oranı ise oldukça düşüktür. Dolayısıyla, GÇP'nin amaçlarına ulaşabilmesi için projeden yararlanan çiftçilere yönelik tarımsal eğitim verilmesine ihtiyaç olduğu ifade edilebilir.

Araştırma sonuçlarına göre çiftçilerin %61.4'ünün hibe desteği almadan önce tarımsal işletmeye sahip oldukları belirlenmiştir. Görüşme yapılan çiftçilerin %44.1'i büyükbaş hayvancılık, %33.9'u örtü altı yetiştiriciliği, %12.6'sı ise küçükbaş hayvancılık, %5.5'i arıcılık ve %3.9'u mantar üretimi projesi desteği almıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Araştırma kapsamındaki uygulama GÇP'leri.

**Table 2.** Application YFPs within the scope of the research.

Projeler	Sayı	%
Örtü altı yetiştiriciliği	43	33.9
Arıcılık	7	5.5
Mantar üretimi	5	3.9
Büyükbaş hayvancılık	56	44.1
Küçükbaş hayvancılık	16	12.6
Toplam	127	100.0

Proje hibe desteği ile kurulan işletmelerde, arazilerin %50.4'ünün mülk, %48.0'i kiracılık ve %1.6'sı ise ortaklık yapan işletmelerdir. İşletmelerin %49.6'sı 3-5 dekar, %48.0'i 3 dekarından az, %2.4'ü ise 5-10 dekar arasında işletme büyüklüğüne sahiptir. Bu sonuçlara göre, projeden yararlanan işletmelerin küçük işletmeler olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma kapsamında çiftçilerin GÇP kapsamındaki tarımsal faaliyetlerinden elde ettikleri yıllık gelirleri de incelenmiştir.

**Çizelge 3.** GÇP'den haberdar olma ve başvuruya ilişkin genel bilgiler.

**Table 3.** Awareness of the YFP and general information for application.

GÇP'ne ilişkin bilgiler		Sayı	%
Projeden haberdar olma kaynağı	İl/İlçe Müdürlüğü	51	40.2
	İnternet/TV/Gazete vb.	68	53.5
	Projeden hibe alanlar	8	6.3
	Toplam	127	100.0
Hibe desteği almada etkili olan kişi	Kendisi	73	57.5
	Kendisi ve eşi	50	39.4
	Aile Büyükleri (Anne, baba, vs.)	3	2.3
	Diğer (Yakını)	1	0.8
	Toplam	127	100.0
Projeye başvurma nedeni	İşsizlik	18	14.2
	Ailenin teşviki	8	6.3
	Gelirini arttırmak için	95	74.8
	Çocuklarının geleceği için	6	4.7
	Toplam	127	100.0
Proje başvuru sürecinden önce hazırlık yapma durumu	Evet	108	85.0
	Hayır	17	13.4
	Kısmen	2	1.6
	Toplam	127	100.0
Destek almada karşılaşılan zorluklar	Başvuru şartları	39	30.7
	Maddi imkânsızlıklar	17	13.4
	Bürokratik engeller	71	55.9
	Toplam	127	100.0

Buna göre çiftçilerin %41.7'si 5.000 TL altında, %26.8'i 5.001-10.000 TL arası ve %5.5'i ise 10.000 TL üzeri gelir elde ettikleri belirlenmiştir. İşletmelerin % 26.0'sı ise üretim faaliyetine yeni geçtikleri için henüz gelir elde etmemektedirler.

Görüşme yapılan çiftçilerin üretimleri ile ilgili bilgi kaynakları farklılaşmaktadır. Buna göre çiftçilerin %41.7'si İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ve %41.7'si ise özel veterinerine başvurarak üretim ile ilgili bilgi almaktadır. Görüşme yapılan %53.5'i internet/TV/gazete ve %40.2'si İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinden GÇP konusunda haberdar olmuşlardır. Çiftçilerin hibe desteği alma başvurusuna çoğunlukla (%57.48) kendileri karar vermektedir. Bunu eşleri ile birlikte karar (%39.37) verme durumu izlemiştir. Çiftçiler tarafından GÇP'ye başvurma nedenini çoğunlukla (%74.8) gelir elde etmek ve geliri arttırmak amaçlıdır.

Hibe desteği alma sürecinde en sık karşılaşılan sorunlar, bürokratik engeller (%55.9) ve başvuru şartları (%30.72) olarak belirlenmiştir. Bu konuda en büyük sorun hayvancılık üretimi yapan çiftçilerden istenilen uygun ahır yapımı, bitkisel üretim yapanlardan ise plastik sera tesisinin önceden yapılmasının istenilmesi olarak ifade edilmiştir (Çizelge 3).

Genç çiftçilerin proje destekleme sürecine ilişkin genel görüşleri incelediğinde; çiftçilerin %85.8'i istenilen evrakları toplamanın zor olduğunu ve %8.7'si ise başvuru sürecinin uzun olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada çiftçilere GÇP sözleşmesi ile ilgili bilgi düzeyleri de sorulmuştur. Buna göre çiftçilerin %49.6'sı sözleşme yükümlülüğünü kısmen, %18.9'u tam olarak bildiklerini belirtirken %31.5'i ise hiç bilmediklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç, çiftçilerin 1/3'ünün yapmış oldukları sözleşme yükümlülükleri konusunda bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir. Bu durum projenin başarısı için olumsuz olup konuyla ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesi projenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Araştırma kapsamında görüşülen çiftçilerin %22.8'i GÇP programına dahil olmasa bile işletmeyi yinede kuracaklarını belirtirken, %62.2'si ise proje olmasa kuramayacaklarını belirtmişlerdir. Nitekim araştırma sonuçlarına göre çiftçiler sera tesisinin ancak 1000-1500 m<sup>2</sup>lik kısmını hibe desteği ile yaptıklarını ifade etmişlerdir. Adana ilinde yürütülen bir çalışmada ise çiftçilerin %95.4'ü GÇP olmasa işletme kuramayacaklarını ifade etmişlerdir (TOB 2018c). Bu sonuçlar, GÇP'nin yeni işletme kurulması açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum GÇP projesinin amaçlarına ulaşması ve sürdürülebilirliği açısından olumludur.

Araştırma kapsamındaki çiftçilerin %65.4'ü GÇP'yi kısmen yararlı, %18.9'u yararlı bulurken, %15.7'si ise projenin yararlı olmadığını düşünmektedirler. Bu kapsamda çiftçilerin yaklaşık %84'ü GÇP'nin üretime katkı sağladığını belirtirken %15.7'si ise üretime katkısının olmadığını düşüncesindedirler. Diğer yandan çiftçilerin %66.1'i hibe desteği sayesinde mevcut üretimini artırırken, %14.2'si ilk defa üretime başlamıştır. Bu sonuçlar, çiftçilerin büyük bir çoğunluğunun projeyi yararlı bulduklarını göstermektedir.

Dolayısıyla GÇP projesinin tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önemli bir proje olduğu söylenebilir. Ancak GÇP'nin yeni işletme kurmaktan ziyade mevcut üretim faaliyetinin büyütülmesine katkı yaptığı ifade edilebilir. Bu nedenle projeye verilen hibe miktarının artırılması ve günün koşullarına göre gerekli iyileştirmelerin yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Nitekim çiftçilerin %48.0'i hibe miktarının artırılmasını, %52.0'si ise destekleme verilen çiftçi sayısının artırılmasını ifade etmişlerdir.

Görüşme yapılan çiftçileri yaşadıkları yere (mahalle/köy) bağlayan en önemli nedenin (%95.3) doğduklarından beri aynı yerde yaşamalarıdır. Çiftçiler buna neden olarak büyük bir çoğunlukla (%71.9) köyde yaşamayı sevdiklerini belirtmişlerdir. Nitekim çiftçilerin sadece %13'ü şehire göç

etme düşüncesindedir. Şehire göç etmeyi düşünen çiftçiler bu durumun en büyük nedeni olarak üretim maliyetlerinin fazla olmasını göstermişlerdir.

GZFT tablosu oluşturulurken, GÇP'ye ilişkin ortalamanın üstünde pozitif düşünceler GÇP'nin güçlü yönler ve fırsatları olarak ortalamanın altındaki düşünceler; zayıf yönleri, tehditleri ve geliştirilmesi gereken noktaları işaret etmesi referans alınmıştır.

GÇP uygulaması ve etkilerine göre GZFT analizinde ise düşüncelerde güçlü yönlerden en yüksek ortalama sahip 4.65 ile "hibe alım sürecinin şeffaflığı" olduğu ifade edilmiştir. Bunu 4.08 ortalama ile "kırsal alan yaşanmasına çözüm olması" kriteri projenin güçlü yönlerinden birisi olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında fırsatlarda en yüksek 4.13 ortalama ile "ürün kalitesi markalaşması adına yapıcı adımlar atılması potansiyeli olması" kriteri olurken, bunu 4.05 ortalama ile "gençleri çiftçiliğe ve kırsala özendirme" ve gıda güvenliği, gıda güvenliği" ve "gıda bağımsızlığına olumlu katkı sunma potansiyeli" olması kriterleri fırsatlar olarak takip etmiştir (Çizelge 4).

GÇP uygulamasında karşılaşılan sorunlar ve risklere göre GFZT analizinde ise güçlü yönlerden en yüksek ortalama sahip olan unsur 3.27 ile "proje uygulama süresi yeterlidir" kriteridir. Bu kriteri 3.18 ile "işletme ve ürün sigortalama miktarı uygundur" ve 3.16 ile "danışmanlık hizmeti alınmaktadır" kriterleri izlemiştir. Zayıf yönlerde mevcut durum değerlendirmesinde en yüksek ortalama 4.89 ile "hibe alım sürecinde istenilen şartlar fazlalığı" olup bunu 4.72 ortalama ile "verilen hibe oranı yetersizliği" kriteri takip etmiştir (Çizelge 5). Çalışma kapsamında çiftçilerden elde edilen bulgulardan oluşturulan GZFT analizi Çizelge 6'da verilmiştir. Buna göre çiftçiler GÇP'nin güçlü yönlerini ve fırsatlarını, projenin zayıf yönleri ve tehditlerinden daha olumlu olarak değerlendirmektedir.

**Çizelge 4.** GÇP uygulaması ve etkileri hakkında (GZFT analizi).

**Table 4.** About YFP application and its effects (SWOT analysis).

Düşünceler	Ortalama	GZFT
Proje kapsamında hibe almanın kolaylığı	2.25	Z
Hibe alım sürecinin şeffaflığı	4.65	G
Hibelerin zamanında ödenmesi	2.67	Z
Proje hibesinin katkı yapması	3.94	G
Projenin etkin ve verimli olması	3.45	G
Hibe miktarının düşük bulunması	4.93	T
Gelir artışı, gelir istikrarı, gelir çeşitlenmesi sağlamaması	3.72	T
Bilinçli çiftçiliğe katkı sunması	3.92	F
Bilişim inovasyon teknoloji kullanımına yarar sağlaması	3.68	T
Sadece üretim sürdürülebilirliğine katkısının olması	4.02	Z
Kırsal alan yaşanmasına çözüm olması	4.08	G
İklim, çevre kalitesi, su yönetimi, mera yönetimi, ekolojik su-karbon ayak izine ilişkin etkiler gösterme potansiyeli olması	3.96	F
Ürün kalitesi markalaşması adına yapıcı adımlar atılması potansiyeli olması	4.13	F
Gıda güvenliği, gıda güvenliği ve gıda bağımsızlığına olumlu katkı sunma potansiyeli olması	4.05	F
Gençleri çiftçiliğe ve kırsala özendirme	4.05	F
Kırsalda hareketlilik yaratmaktadır ve kırsal yaşamı özendirilmektedir	3.69	F
Gençlerin girişimci olmasına katkı sağlaması	4.04	F
Üretime olumlu katkı sağlaması	3.85	F
<b>Genel Ortalama</b>	<b>3.83</b>	

**Çizelge 5.** GÇP uygulamasında karşılaşılan sorunlar ve riskler (GZFT analizi).

**Table 5.** Problems and risks encountered in YFP implementation (SWOT analysis).

Düşünceler	Ortalama	GZFT
Proje uygulama süresi yetersizliği	3.27	G
Verilen hibe oranı yetersizliği	4.72	Z
Hibe alım sürecinde istenilen şartlar fazlalığı	4.89	Z
İstenilen gider kalemlerinin maliyeti fazlalığı	4.98	T
İşletme ve ürün sigortalama miktarı fazlalığı	3.18	G
Danışmanlık hizmeti alınmaması	3.16	G
Ürün pazarlaması yetersizliği	3.22	G
İşçi ücretleri fazlalığı	3.19	G
Aile işgücü yetersizliği	2.43	G
Ürün fiyatları yetersizliği	4.21	T
Girdi maliyetleri yüksekliği	4.59	T
Tarım alet ve ekipmanları yetersizliği	3.20	G
Hastalıklardan dolayı ürün kaybı yaşanması	2.93	G
Doğal afetlerden dolayı ürün veya işletme zarar görmesi	1.90	G
Genel Ortalama	3.52	

**Çizelge 6.** GZFT analizi sonuçları.

**Table 6.** SWOT analysis results.

GÜÇLÜ YÖNLER (G)	ZAYIF YÖNLER (Z)
<ul style="list-style-type: none"> <li>G1. Hibe alım süreci şeffaf olması.</li> <li>G2. Kırsal alan yaşlanmasına çözüm olması.</li> <li>G3. Proje hibesinin katkı yapması.</li> <li>G4. Projenin etkin ve verimlidir.</li> <li>G5. Proje uygulama süresi yeterli olması.</li> <li>G6. Ürün pazarlamasının yeterli olması.</li> <li>G7. Tarım alet ve ekipmanları yeterli olması.</li> <li>G8. İşçi ücretleri uygun olması.</li> <li>G9. İşletme ve ürün sigortalama miktarı uygun olması.</li> <li>G10. Danışmanlık hizmeti alınması.</li> <li>G11. Hastalıklardan dolayı ürün kaybı yaşanmaması.</li> <li>G12. Aile işgücünün yeterli olması.</li> <li>G13. Doğal afetlerden dolayı ürün veya işletme zarar görmemesi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Z1. Hibe alım sürecinde istenilen şartların fazla olması.</li> <li>Z2. Verilen hibe oranı yetersiz olması.</li> <li>Z3. Sadece üretim sürdürülebilirliğine katkısı olması.</li> <li>Z4. Hibelerin zamanında ödenmesinde problem yaşanması.</li> <li>Z5. Proje kapsamında hibe almanın zor olması.</li> </ul>
FIRSATLAR (F)	TEHDİTLER (T)
<ul style="list-style-type: none"> <li>F1. Ürün kalitesi markalaşması adına yapıcı adımlar atılmasını sağlayabilir olması.</li> <li>F2. Gıda güvenliği, gıda güvencesi ve gıda bağımsızlığına olumlu katkı sunabilmesi.</li> <li>F3. Gençleri çiftçiliğe ve kırsala özendirmesi.</li> <li>F4. Gençlerin girişimci olmasına katkı sağlaması.</li> <li>F5. İklim, çevre kalitesi, su yönetimi, mera yönetimi, ekolojik su-karbon ayak izine ilişkin etkiler gösterme potansiyelinin olması.</li> <li>F6. Bilinçli çiftçiliğe katkı sunması.</li> <li>F7. Üretime olumlu katkı sağlaması.</li> <li>F8. Kırsalda hareketlilik yaratması ve kırsal yaşamı özendirmesi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T1. İstenilen gider kalemlerinin maliyetinin fazlalığı.</li> <li>T2. Hibe miktarının düşük bulunması</li> <li>T3. Girdi maliyetlerinin yüksekliği.</li> <li>T4. Ürün fiyatlarının yetersizliği.</li> <li>T5. Gelir artışı, gelir istikrarı, gelir çeşitlenmesi sağlamaması</li> <li>T6. Bilişim inovasyon teknoloji kullanımına yarar sağlanamaması</li> </ul>

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, Antalya ilinde Genç Çiftçi Projesi (GÇP) uygulaması ve projenin sürdürülebilirlik açısından bir değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında GÇP'nin çiftçilerin girişimciliğini desteklenmesi, gelir düzeyini yükseltmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ve kırsalda genç nüfusun istihdamına katkı sağlaması gibi amaçlara ulaşılabilme potansiyeli genç çiftçilerden elde edilen veriler ışığında incelenmiştir.

Görüşme yapılan çiftçilerin yaklaşık %85 gibi büyük bir çoğunluğu GÇP'ni yararlı görmektedir. Ancak hibe desteği sayesinde üretime başladığını söyleyen çiftçilerin oranı sadece %14.2 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, GÇP proje desteğinin

yeni bir işletme kurulması açısından yeterli olmadığını göstermektedir. Buna karşın proje desteği ile mevcut üretimini arttırdığını belirten çiftçilerin oranı %66.1 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla GÇP kapsamında verilen hibe desteğinin yeni bir işletme kurulmasından çok mevcut işletmeye destek olduğunu göstermektedir.

Araştırma sonuçlarına göre GÇP'nin yeni işletme kurulması açısından, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önemli ve gerekli bir proje olduğu söylenebilir. Bu nedenle GÇP'nin öngörülen amaçlarına ulaşma potansiyeli taşımaktadır. Bunun yanında araştırmadan elde edilen bulgulara göre projenin bazı yetersiz yönleri de bulunmaktadır.



GÇP hibe başvuru sürecinde istenilen şartların çok fazla olması, bürokratik işlemlerin uzun sürmesi ve proje kapsamındaki tesis yapım maliyetinin yüksek olması çiftçilerin önemli sorunları arasındadır.

Diğer yandan GÇP kapsamında çiftçi başına verilen 30.000 TL'lik hibe desteğinin, yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle GÇP kapsamında verilen hibe miktarının yükseltilmesi ve ekonomik koşullara göre güncellenmesi projenin amaçlarına ulaşabilmesi için önemli ve gereklidir. Nitekim çiftçilerin %52'si verilen giderler için verilen destekleme miktarının artırılmasını, %48'i ise hibe miktarının artırılmasını ifade etmişlerdir.

Çiftçilerin proje kapsamındaki tarımsal üretimi sürdürebilir ve kârlı bir şekilde yapması, tarımsal üretim faaliyetleri ile ilgili eğitim ve danışmanlık hizmeti almaları önemlidir. Bu nedenle üretim pazarlama konusunda danışmanlık hizmetinden faydalanması için proje kapsamında danışman desteği verilmesi tartışılmalıdır.

Sonuç olarak; GÇP'nin tarımda sürdürülebilirlik, gençlerin çiftçiliğe özendirilmesi ve ülke tarımının güvence altına alınması gibi amaçlarına ulaşabilmesi için hibe destek miktarının yeterli hale getirilmesi ve ekonomik koşullara göre güncellenmesi, desteklenen çiftçi sayısının artırılması, bilinçli tarım faaliyetleri için danışmanlık ve eğitim çalışmalarının etkin bir şekilde yapılması GÇP'nin başarıya ulaşması için büyük önem taşımaktadır.

## Kaynaklar

- Coban B, Karakaya E Y (2010) Geleceği Planlamada Stratejik Yönetim ve Swot Analizi: Kavramsal Yaklaşımlar. E-Journal of New World Sciences Academy 5(4): 342-352.
- Sav O, Sayın C (2015) Sebze Tohumculuk Sektörünün SWOT Analizi ile İncelenmesi: Antalya İli Örneği. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi 1(1): 17-28.
- TCRG (2016) Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Genç Çiftçi Projelerinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2016/16), 5 Nisan 2016 tarihli ve 29675 sayılı Resmi Gazete.
- TOB (2017) Genç Çiftçi Projesi Başvuru Detayları. Tarım ve Orman Bakanlığı Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Antalya.
- TOB (2018a) Genç çiftçi projesine 378 bin başvuru. <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/963/genc-ciftci-projesine-378-bin-basvuru->. Erişim 20 Ocak 2018.
- TOB (2018b) Genç Çiftçi Projesi. <https://gencciftci.tarim.gov.tr/>. Erişim 17 Eylül 2018.
- TOB (2018c) Genç Çiftçi Hibe Destekleri Etki Analizi. Adana İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Adana.
- Unakıtan G ve Başaran B (2018) Genç Çiftçi Projesinin Başarısı İçin Bir Öneri: Genç Çiftçi Kooperatifleri. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi 04(02): 149-157.



## Examining the functioning of public social assistance system: The case of Antalya

### Kamu sosyal yardım sistemi işleyişinin incelenmesi: Antalya örneği

Hamidou Taiffa ABDOUL-AZIZE<sup>ID</sup>, Cengiz SAYIN<sup>ID</sup>

Akdeniz University Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economy, Antalya, Turkey

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

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): hamidouta@gmail.com

#### ARTICLE INFO

Received 10 October 2019  
Received in revised form 12 February 2020  
Accepted 13 February 2020

#### Keywords:

Social assistances  
Social services  
Social assistance system  
Assistance and income ratio  
Antalya

#### ABSTRACT

Social assistance had become a key policy tool worldwide in alleviating poverty and reducing hunger. However, many authors highlighted that implementing social assistance programs has been facing many obstacles. This research examined Turkey's public social assistance system in the districts of Antalya. A face to face survey was conducted with 100 households functionally selected from Konyaaltı town Social Assistance and Solidarity Foundation (SASF) beneficiary list, and 10 administrators responsible for districts and municipalities' social assistance and services. Descriptive statistics were used to examine the perception of beneficiaries on the assistance system and varieties of assistance programs they benefited from. Due to the findings it was seen that the municipalities mostly provide in-kind assistance and use different criteria for evaluating social assistance applications. However, it was seen that municipalities do not have a common system in monitoring social assistance. In addition, it was seen that foundations provide cash and in-kind assistance and use a common criteria in evaluating the applications for social assistance within a common monitoring system. There is no common social assistance system where all public institutions are included, and all social assistance can be monitored country wide. Accordingly, "social assistance and income ratio of the households can not be determined accurately. The same household might receive different assistance from various resources and their level of need for social assistance is not known. Accordingly, the total value and amount of social assistance provided to beneficiaries cannot be calculated accurately. In addition, there are various types of social assistance and their follow-up is difficult. Accordingly, it is required to simplify the types of social assistance and an integrated "social assistance monitoring system" including all public and other relevant institutions should be developed country wide.

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Ekim 2019  
Düzeltilme tarihi 12 Şubat 2020  
Kabul tarihi 13 Şubat 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Sosyal yardımlar  
Sosyal hizmetler  
Sosyal yardım sistemi  
Yardım gelir oranı  
Antalya

#### ÖZ

Sosyal yardımlar, dünya çapında yoksulluğu ve açlığı azaltmada kilit politika araçları haline gelmiştir. Ancak, çoğu yazar sosyal yardım programı uygulamalarının pek çok engel ile karşı karşıya kaldığını belirtmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'de uygulanan kamu sosyal yardım sistemi, Antalya ili Konyaaltı İlçesi örneğinde incelenmiştir. Antalya ili Konyaaltı İlçesi Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı sosyal yardımlarından yararlananlar listesinden gayeli olarak seçilen 100 hane ile ve 10 ilçenin sosyal yardımlardan sorumlu olan vakıf ve belediye yöneticileriyle yüz yüze anket yapılmıştır. Yararlanıcıların; sosyal yardım sistemi algısını ve yararlananlar sosyal yardım çeşitlerini incelemek için tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; az sayıda belediyelerin sadece aynı yardım yaptığı ve sosyal yardım başvurularını değerlendirmede birbirlerinden farklı kriterler kullandığı görülmüştür. Dolayısıyla, belediyelerin kendi aralarında, sosyal yardımların izlendiği ortak bir sisteme sahip olmadıkları belirlenmiştir. Buna karşın, vakıfların çoğunun aynı yardım sağladığı, sosyal yardım başvurularının değerlendirmesinde ortak kriterler uyguladığı, ülke genelinde uygulanan tüm vakıf yardımlarının ortak bir sistemden izlenebildiği görülmüştür. Ülke genelinde tüm kamu kurumlarının dahil olduğu ve tüm sosyal yardımların izlenebildiği bütünlük bir ortak takip sistemi bulunmamaktadır. Bu nedenle, hanelerin "sosyal yardım ve gelir oranları" doğru olarak belirlenememektedir. Aynı hane, farklı kaynaklardan farklı yardımlar alabilmekte, sosyal yardım muhtaçlık düzeyi doğru olarak saptanamamaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'de sosyal yardımlardan yararlananlara yapılan toplam yardım değeri ve miktarı tam olarak hesaplanamamaktadır. Ayrıca, ülke genelinde uygulanan sosyal yardım çeşitleri çok fazla olup takibi zordur. Sosyal yardım çeşitlerinin sadeleştirilmesi, ülke genelinde tüm kamu ve ilgili diğer kurumların dâhil olduğu bütünlük bir "sosyal yardım izleme sisteminin" oluşturulması gerekmektedir.

## 1. Introduction

During the period 1990-2015 eradicating poverty and reducing the proportion of hungry people living with less than \$ 1 per day become one of the Sustainable Goals for Development. Accordingly, the implementation of social protection programs gained importance rapidly in many developing countries while about 2.1 billion people benefit at least from one of the social protection programs worldwide (Black and White 2003; Lowder et al. 2017).

In Turkey, several social protection and assistance policies have been pursued, and many organizations and legal adjustments have been implemented. Therefore, the most important institutions and legal structures are as follows:

- a. The Law No. 633 at 2011: Determining the functioning of the Ministry of Family and Social Policies (ASPB),
- b. The Law No. 5510 at 2006: Describing the attribution and the functioning of Regional Directorate of Social Assistance,
- c. The Law No. 3294: Describing the social assistance and solidarity foundations (SASF),
- d. The Law No. 5216 at 2004: Defining the municipalities 'social assistance and services.

In fact, Turkey's social assistance programs are implemented within SASF under the supervision of regional General Directorates of Social Assistance and Solidarity (GDSAS) since 2011. Also, the GDSAS is under the responsibility of ASPB (World Bank 2018).

During the last decades, Turkey's public expenditure allocated to the social assistance programs raised from 25.8 billion Turkish Lira (TL) in 2015 (1.33% GDP) to 32 billion TL in 2016 (1.45% GDP) (ASPB 2014, 2016). Besides, in Turkey the number beneficiaries of social protection programs accounted about 13766000 people with an expenditure of 435.910 million TL in 2018. For instance, in 2018 Turkey accounted about 12.913 million beneficiaries of retired/elderly, widows and orphan assistance programs executed within the scope of social protection (TÜİK 2019).

Up until now social assistance programs have been used as tools to alleviate the country poverty and income inequality. Though, in Turkey rural populations are likely to be low educated while most of them are not registered under health insurance (Dansuk 1997; Saatci and Akpınar 2007). Therefore, during the year 2017, in Turkey the poverty rate was 28.1%, the poverty gap 27.2% and about 0.13% of rural population lived with less than \$ 1.25 per day (TÜİK 2019).

Thus, the main aim of this study is to determine how the social assistance system works in Turkey. Therefore, the study seeks to:

- a. Explore the main social assistance programs executed in the districts of Antalya,
- b. Examine the functioning of the social assistance system in the districts of Antalya,
- c. Evaluate the beneficiaries' perception of the social assistance system.

## 2. Material and Method

### 2.1. Material

The main material of this research consists of primary data obtained from face to face surveys of two groups. First group primary data were collected from 100 households, who are beneficiaries of social assistance in the district of Konyaaltı. The questionnaire applied to the beneficiary households includes the sources of information about the existence of social assistance, the channels used for and the obstacles encountered in application for social assistance. In addition, the questionnaire comprised of the delivery mechanisms and types of received social assistance, the beneficiary household's satisfaction level about received social assistance benefits and their perception on the behavior of officers in charge of social assistance programs.

Second group primary was collected from 5 Directors of Social Assistance and Solidarity Foundation and 5 municipal Directors (Konyaaltı, Muratpaşa, Kepez, Aksu, and Döşemaltı) responsible for social assistance programs and services. The information included in the questionnaire comprised the institutional channels in announcing the existence of social assistance programs, the main executed social assistance programs executed within the foundations and the municipalities, the institutional sources of social funding, the management system of social assistance and the relationships between the public institutions executing social assistance.

### 2.2. Method

With the help of the Direction of SASF of Konyaaltı, a list of households' that are beneficiaries of social assistance programs during the year 2018 was purposely selected. Data were collected only from 100 households from the selected list according to their availability and their willingness to participate in the survey. Additionally, descriptive statistics were used to evaluate the main indicators of the social assistance system and the social assistance system was schematized.

## 3. Results

### 3.1. Findings obtained from municipalities and foundations in the districts of Antalya

These findings consist of the types of social assistance programs executed within the districts and by the municipalities and how does the social assistance system work in provinces of Antalya.

#### 3.1.1. Overview of social assistance and type of executed social programs

These findings explored the executed social assistance programs. The main criteria for evaluating the applications, the main strategies and encountered obstacles in executing the assistance were in the scope. Besides management of the social assistance data amongst the institutions and the follow-up of the beneficiaries were investigated.

The findings shown in Table 1 revealed that within the province of Antalya 40% of the SASF executed cash and in-kind assistance and 60% of them executed only in-kind

**Table 1.** Overview of the Directors responsible for social assistance programs.

The main indicators for social assistance	Public institutions	
	Social assistance and solidarity foundations	Municipalities
a. Executing social assistance programs	40% of the foundation executed cash and in-kind assistance  60% of the foundations executed only in-kind assistance	80% of the municipalities executed cash and in-kind assistance  20% of the municipalities executed only in-kind assistance
b. Income level in selecting the beneficiaries of social assistance programs	Less than one-third of national minimum income (609 TL)	Income level, number of working persons per household, disabilities
c. Delivering more than one social assistance programs to a beneficiary within the household	Yes	Yes
d. Delivering more than one social assistance program to more than one person within the household	Yes	Yes
e. Follow-up of the beneficiaries	Social services and villages counselors	Social assistance and social services
f. Application assessment process	The integrated social assistance system	Villages' counselors and the neighbors of the applicant
g. Sharing data with other institutions situated at the same level	Yes	No
h. The occurrence of fake applications	Yes	Yes
i. The efficiency of the social assistance system in controlling wrong applications	No	No
j. Type of complaints from the beneficiaries	Cutting social assistance, insufficiency of social benefits	Late delivery of social benefits, reject of application
k. Funding sources of social assistance	Intuitions budgets, penalties funding, and charity	Institution's funding
l. Following strategies in determining annual social assistance funding	Determined by the Ministry of Family and Social Assistance Policies	Institution's funding and assistance budget of the previous year
m. Prioritizing criteria in executing social assistance	The density of demand, poverty index	Institution's budgets
n. Common obstacles in executing social assistance	Insufficiency of personals and social funding	

Source; Research data obtained from the directors of social assistance programs.

assistance, whilst 80% of the municipalities executed cash and in-kind assistance and, 20% of them executed only in-kind assistance. In addition, the SASF evaluated the application for social assistance according to the income level of the applicants and the municipalities focused on income level, disability situation and belonging to needy soldiers' families. Moreover, the foundations and the municipalities provided more than one social assistance programs to more than one individual beneficiary and more than one social benefit within the same household.

In fact, within the SASF the applications for social assistance are evaluated through an integrated system (E-Devlet) and the beneficiaries are followed by social services and village counselors.

On the other hand, the applications for social assistance within the municipalities are examined with the help of the village counselors and the neighbors of the applicants and the beneficiaries are followed by municipal social assistance and social services.

Indeed, the foundations follow each other through a common integrated system, while the municipalities lacked an integrated social assistance system. So, it is evidently clear that

the corresponding social assistance system is managed individually.

It was also noted that the SASF and the municipalities encountered misleading applications for social assistance and didn't possess any appropriate mechanism in detecting the fraud.

Most complaints received from the beneficiaries through system were stopped assistance provision, insufficiency of the social benefits in the SASF, the late delivery of social benefits and rejection of applications by the municipalities.

Currently, the annual budget of the social assistance in the municipalities was determined according to the institutional funding and previous year's assistance budget. The assistance funding is determined by the ASPB for SASF.

In executing the social assistance, the SASF mostly focused on the density of demand and districts' poverty index, and the municipalities focused on the institutional budgets. In this regard, the SASF and the municipalities challenged the insufficiency of personals and assistance funding. Furthermore, the perception of Directors responsible for social assistance in the SASF and municipalities was shown in [Table 1](#).

3.1.2. The functioning of the social assistance system

Turkey's social assistance is executed by the SASF and the Municipalities. The criteria applied in evaluating the applications for social assistance (income test, the threshold of income, inspecting visit) differed between the Social assistance and Solidarity Foundations and the Municipalities up until now. In fact, SASF social assistance system is the main social assistance system for the country. It is executed within an integrated system around all districts of Turkey whilst the municipal social assistance system, even electronic one, is not integrated with the country.

Commonly, the social assistance system consisted of 5 steps containing various sub-steps. Firstly, the applicants for social assistance programs are informed about the existence of the assistance programs through various channels. These channels comprised of the living environments, parents and relatives of the applicants, private schools and hospitals, radio and television, village counselors and the social assistance institutions.

After that, the applications for social programs are submitted by the applicants themselves, their parents or relatives, the villages' counselors, and the social assistance institutions.

Then the applications are evaluated by the audit committee of foundations according to monthly income per capita and the average income of the household. Occasionally, the audit committee of foundations led inspecting visits to the applicants' living area to testify the correctness of submitted information.

Accordingly, the applications for social assistance are accepted or rejected and the retained delivery channels of social benefits declared to the selected beneficiaries. These delivery channels encompassed of the post office (PPT), home delivery, bank accounts and prepaid bank cards and differ according to the types of social assistance programs and the institutions.

Finally, the beneficiaries are sometimes visited by the public institution executing social assistance to investigate the evolution of their conditions. Therefore, the social assistance system of the districts of Antalya is outlined in Figure 1.

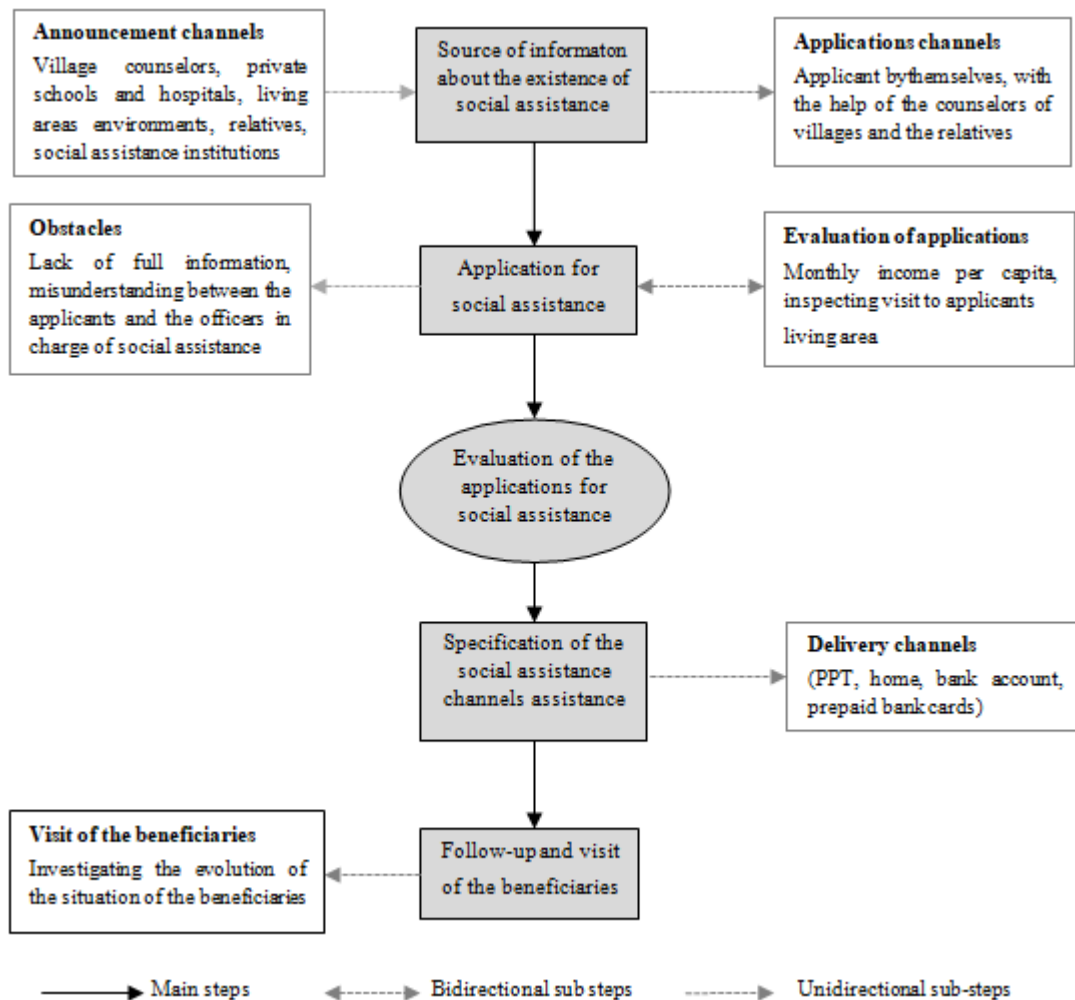


Figure 1. The functioning of the social assistance system. Source; Research data obtained from beneficiaries (n= 100) and directors (n= 10).



### 3.2. Findings obtained from beneficiaries

In this section, the findings were obtained from 100 beneficiary households and the most important indicators are shown in Table 2. In fact, understanding the main indicators of the social assistance system is important to determine its functioning pattern.

- The findings showed that 48% of the beneficiaries were informed on the existence of social assistance within their living environments, 15% by the villages' counselors, 14% by television, 9% by SASF, 8% by their relatives and 6% by the hospitals.

- Additionally, 64% of the beneficiaries applied for social assistance by themselves, 21% with the support of their relatives, 12% with the help of the village counselors and 3% with the support of SASF.

- Then, 88% of the beneficiaries applied for assistance programs without any obstacles and 12% amongst them faced some difficulties such a lack of full information and misunderstanding with the officers responsible of social assistance.

- On the other hand, 22% of the beneficiaries were visited during evaluation of their application, 32% during some social events and 46% amongst them were not visited.

- Definitely, 71% of social assistance was delivered in cash though PTT, 12% in cash at home, 13% was delivered in cash through bank accounts and 3% by prepaid bank card.

- Finally, 99% of social assistance was delivered at an accurate time while 70% of the beneficiaries of SASF social assistance were satisfied.

## 4. Discussion and conclusion

The SASF and the municipalities are the main public institutions executing the social assistance through cash and in-kind assistance. But, according to the data of TÜİK (2019) in during the year 2018 Turkey the amount of cash social

assistance accounts two time (2.06) the expenditure of in-kind assistance.

In addition, the findings showed that most of the beneficiaries of social assistance were informed about the existence of social assistance through informal channels (neighbors, private schools). Accordingly, Nilüfer (2011) indicated that the shortage of official channels on the existence of social assistance could limit the use of social benefits and, therefore a restricted group of people could benefit from many social assistance programs. The findings indicated that most of the applications for social assistance were self-targeted so that the applicants applied to social assistance themselves. This could be to reduce the occurrence of fake applications and increase the efficient use of social funding. Previously Leite (2014) mentioned that the allocation of social benefits to selected population groups ensured the governments that the poor access to social programs and services.

The results showed that most of the beneficiaries were not followed neither during the evaluation of their applications for social assistance nor in the follow-up of their social conditions. This could favor the beneficiaries to profit from many social assistance programs and sustain their beneficiary status. Within the SASF the evaluation of applications for social assistance is based on monthly income per capita or a monthly income of the applicants' household. For this, the socio-economic situation of the applicants is verified through an integrated system (E-Devlet). In addition, the application is examined through an integrated social assistance system that encompasses all the country's SASF.

Though, in the municipalities, the evaluations of the applications for social assistance are based on income per capita, the disability status and the number of working people in the applicant household. This evaluation is conducted with the help of the neighbors of the applicant and the village's counselors. The municipalities lack reliable criteria in evaluating the application for social assistance and are not integrated within a social assistance system.

**Table 2.** Main indicators of the social assistance system.

Main Indicators (%) <sup>*</sup>			
<b>a. Institutional sources providing social assistance</b>	<b>e. Behaviors of the officers responsible for social assistance</b>		
Districts	89	Good	93
Municipalities	11	Bad	7
<b>b. Main channels informing the existence of social assistance</b>	<b>f. Timely delivery of social assistance programs</b>		
Village counselors	15	Accurate time delivered	99
Hospital	6	Late delivered	1
Environment (neighbors, private schools)	48	<b>g. Types of delivery of social assistance</b>	
Social assistance and solidarity foundation	9	Cash at the Post office	74
Televisions	14	Cash delivered at home	12
	8	Bank account	13
Relatives (Father, children)		Prepaid bank card delivered at home	1
<b>c. Channels in applying for social assistance</b>		<b>h. Follow-up of the beneficiaries</b>	
Village counselor	12	Evaluation of the application	22
Themselves	64	Social visit	32
Relatives	21	Never	46
Social assistance and solidarity foundation	3	<b>i. Satisfaction level of the beneficiaries</b>	
<b>d. Obstacles in applying for social assistance</b>		Satisfied	70
Never face any obstacles	88	Not Satisfied	30
Facing obstacles	12		

Source; Research data obtained from beneficiaries (n= 100). <sup>\*</sup>Total number of households is 100, so the frequency and the percentage are the same.

This lack of inter-institutional integrated social assistance system (between the municipalities) and inter-institutional (municipalities-SASF) could allow individuals to benefit from more than many social benefits.

Likewise, Gough et al. (1997) and Göçmen (2014) highlighted that the variety of Turkish institutions executing social assistance complicated the management of the assistance system and beneficiary data. Additionally, Zengin and Öztaş (2009), and ASPB (2016) reported there is a lack of social assistance that is shared data between public institutions and non-governmental organizations.

According to the research findings, the country lacks an integrated social assistance system to follow-up all the beneficiaries and types of executing public social assistance programs. This could allow the household or individual to benefit from many social assistance programs. Yet, until now there is a lack of researches that estimated the total of social assistance per beneficiary so that there is an urgent need to simplify the country's social assistance system.

### Acknowledgment

The authors would like to thank the Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University for the financial support to the Project No 4038.

### References

- ASPB (2014) Yıllık İdare Faaliyet Raporu. <https://www.ailevecalisma.gov.tr/raporlar/yillik-faaliyet-raporlari/>. Accessed 10 September 2019.
- ASPB (2016) Yıllık İdare Faaliyet Raporu. <https://www.ailevecalisma.gov.tr/raporlar/yillik-faaliyet-raporlari/>. Accessed 10 September 2019.
- Black R, White H (2003) Targeting development: critical perspectives on the Millennium Development Goals. 1<sup>st</sup> Edition, Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9780203403235>. Accessed 20 October 2019.
- Dansuk E (1997) Measuring poverty in Turkey and the relationship with socioeconomic structures [dissertation in Turkish]. Published Thesis, State Planning Organization, Ankara.
- Gough I, Bradshaw J, Ditch J, Eardley T, Whiteford P (1997) Social assistance in OECD countries. *Journal of European Social Policy* 7(1): 17-43.
- Göçmen I (2014) Religion, politics and social assistance in Turkey: The rise of religiously motivated associations. *Journal of European Social Policy* 24(1): 92-103.
- Leite P (2014) Effective targeting for the poor and vulnerable. Safety Nets, Technical Note, 6.
- Lowder SK, Bertini R, Croppenstedt A (2017) Poverty, social protection and agriculture: Levels and trends in data. *Global food security* 15: 94-107.
- Nilüfer N (2011) Sosyal yardım ve sosyal hizmet faaliyetleri açısından Isparta belediyesi: Farkındalık, yararlanma ve değerlendirme açısından bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 16(2): 323-341.
- Saatci E, Akpınar E (2007) Assessing poverty and related factors in Turkey. *Croatian Medical Journal* 48(5): 628-635.
- Zengin E, Öztaş C (2009) Yerel yönetimler ve sosyal yardımlar: Üsküdar Belediyesi örneği. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi* 16(16): 19-36.
- TÜİK (2019) Ayni ve nakdi sosyal koruma yardımlarının risk/ihtiyaç gruplarına göre dağılımı. [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1040](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1040). Accessed 25 September 2019.

World Bank (2018) Turkey's integrated social assistance system (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/515231530005107572/Turkey-s-integrated-social-assistance-system>. Accessed 25 August 2019.

## Antalya ilinde tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi

### Analysis of factors affecting the preferences of consumers for retailers branded milk and milk products in the Antalya province

Yeşim KARAKAYA<sup>1</sup>, Burhan ÖZKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 07059, Antalya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 07059, Antalya

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): B. Özkan, e-posta (*e-mail*): bozkan@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): yesimkarakaya03@gmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Ekim 2019  
Düzeltilme tarihi 04 Mart 2020  
Kabul tarihi 04 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Süt tüketimi  
Süt ürünleri tüketimi  
Market markalı gıda  
Perakendeci  
Antalya

#### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Antalya ilinde tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizinin yapılmasıdır. Bu amaçla Antalya ili kentsel alanda basit tesadüfi olasılıklı örnekleme yöntemine göre seçilen 245 tüketici ile anket yapılmıştır. Araştırmada, tüketicilerin demografik ve ekonomik özellikleri ile perakendeci markalı süt ve süt ürünlerinde tüketici tutum ve satın alma davranışı incelenmiştir. Görüşme yapılan tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizinde binary lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Model sonuçlarına göre; tüketicilerin eğitim durumu yükseldikçe perakendeci markalı süt ve süt ürünlerini tüketme etme olasılığı azalmaktadır. Ailedeki birey sayısı arttıkça perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketim olasılığı artmaktadır. Kadın tüketici sayısı arttıkça, perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketiminde perakendeci markalı ürünleri tercih etme eğiliminde oldukları söylenebilir.

#### ARTICLE INFO

Received 22 October 2019  
Received in revised form 04 March 2020  
Accepted 04 March 2020

#### Keywords:

Milk consumption  
Milk products consumption  
Market branded food  
Retailer  
Antalya

#### ABSTRACT

The objective of this study was to analyse factors affecting preferences of consumers for retailer branded milk and milk products' in Antalya province, Turkey. In order to achieve this objective, a survey was conducted with 245 consumers selected by using simple random sampling technique in urban area of Antalya. Binary logistic regression analysis was used to examine the demographic and economic characteristics of consumers and consumer attitudes and purchasing behaviors in retailer branded milk and milk products for the study area. In the model, it was obtained that educational level of the consumers, number of individuals in the family and numbers of female consumers had significantly affected the probability of consumption of retailer branded milk and milk products. Among the significant variables, number of individuals in the family and numbers of female consumers had positive effect while the educational level was obtained affecting the probability of consumption negatively. Based on the research results, it can be concluded that consumers tend to prefer retailer branded products in their consumption of milk and milk products.

## 1. Giriş

Marka konusu pazarlama disiplininde önemli bir çalışma alanı olup günümüze kadar marka konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Pazarlama biliminde, perakendeci markaları ve market markaları, markaya göre daha sonra araştırılmaya başlanmış ve bu konuda bazı araştırmalar yapılmışsa da süt ve süt ürünlerine yönelik özel bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Kuşkusuz bunun nedenlerinden biri perakendeci markalarının, markaya göre daha yeni bir kavram olmasıdır. Özel markalı ya

da perakendeci markalı ürünler hem üretici hem tüketici açısından çeşitli yararlar sağlamaktadır. Özel etiketli markalı ürünler perakendeciye düşük üretim maliyeti, pahalı olmayan ambalajlama, minimum reklam ve düşük genel üretim masrafları gibi nedenlerle tüketiciye daha ucuz fiyatlarla ürünlerini sunma imkânı yaratmaktadır (Migros Araştırması 2018).

Perakendeci markalı ürünler tüketici, perakendeci ve üretici açısından son derece yararlıdır. Tüketiciler markalı ürünler tüketmekle; düşük fiyatlı kaliteli ürün satın almak, ürüne kolayca ulaşmak ve satış sonrası güvencesine sahip olmak gibi avantajlar elde etmektedir. Diğer yandan özellikle küçük ve orta ölçekli üretici de sistemli bir şekilde büyüme fırsatına ve kendi markasını yaratma şansına sahip olabilmektedir. Perakendecilerin market markalı ürünleri tercih etme nedenleri ise, satış ve kârlarını yükseltmek, müşterileriyle ilişkilerini güçlendirmek ve rakiplerinden daha ucuz ve daha kaliteli ürünler sunarak tercih edilir hale gelmekle birlikte perakendeci imajını geliştirmektir (Demirci Orel 2004).

Perakendeci markalı ürünler, başlangıçta gelişmiş bir teknoloji gerektirmeyen ürünler üzerinde gelişme göstermiştir. Bu ürünlerin başında meyve-sebze, tahıllar ve raf ömrü uzun ürünler yer almaktadır. Ancak, ilerleyen zaman ve teknolojik gelişmeler marka oluşumunun tamamlanması ile diğer ürün gruplarında da hızlı bir gelişme yaşanmasına neden olmuştur. Bu ürün grupları, alkollü içecekler, ev eşyaları, evcil hayvan gıdaları ve malzemeleri ile kişisel bakım ürünlerine kadar geniş bir hatta yayılmıştır. Bu çeşitlenmeye rağmen, gıdalar halen en büyük payı almaya devam etmektedir (Albayrak ve Dölekoğlu 2006).

Perakendeci markaları yoğun olarak gıda ürünlerinde artış göstermektedir. Ürünler kategoriksel olarak incelendiğinde süt ve süt ürünlerinde büyük artış görülmektedir. Süt; doğrudan tüketilebildiği gibi, süttten elde edilen yoğurt, ayran, peynir, tereyağı şeklinde de tüketilen ve günlük hayatta ihtiyaç duyulan en önemli besin maddelerindedir. Tüketiciler günlük besin ihtiyaçlarının önemli bir kısmını süt ve süt ürünlerinden karşılamaktadırlar. Bu nedenlerden dolayı, insan hayatının her evresinde süt ve süt ürünleri tüketimi önemli yer tutmaktadır (Gündüz 2013).

Araştırmada Antalya ilindeki tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma konusu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar genellikle perakendeci markalı tüm ürünleri ya da temizlik ürünlerini kapsamıştır. Dolayısıyla bu durum bu çalışmanın yapılmasının gerekliliğini ve özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca araştırma konusu ile ilgili Antalya ilinde yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamış olması da çalışmanın gerekliliğini arttırıcı bir niteliktedir. Diğer yandan perakendeci markalı ürünlerin satışı ve pazarlanması gün geçtikçe artmakta ve market raflarında daha fazla yer almaktadır. Bu nedenlerle Antalya ili kentsel alanda yaşayan tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesinin araştırmacılar, politika belirleyiciler ve ilgili sektör için önemli ve yararlı bulgular sunabilecektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini oluşturan veriler, Antalya kentsel alanda yaşayan tüketiciler ile 2018 yılında yapılan yüz yüze anket yöntemi ile elde edilmiştir. İkincil veriler ise bu alanda daha önce yapılmış ilgili bilimsel çalışmalar, raporlar ve istatistiksel verilerden oluşmaktadır. Araştırmada, örnek hacminin belirlenmesinde tüketici araştırmalarında en çok kullanılan yöntem olan ‘‘Basit Tesadüfi Olasılıklı Örneklem Yöntemi’’ kullanılmıştır (Kurtuluş 1998). Ana kütle nicelik itibarıyla iki gruba bölündüğü durumlarda ve ana kütle büyüklüğünün 500000 den fazla (Antalya merkez ilçeleri nüfusu toplamı: 1158863) olması koşulunda %95 güven sınırları

ve 0.25(0.5\*0.5) varyans için hesaplanan örnek büyüklüğü hesaplanmaktadır. Bu kapsamda görüşme yapılan örnek hacmine ulaşmak için yürütülen ön anket çalışmasında, Antalya ili kentsel alan (Muratpaşa, Konyaaltı, Kepez) hane halkının %80’inin perakendeci markalı ürün satın aldığı, bu ortalama %50 oranının + 0.05 yanılabilceği ve bu sınırların %95 güvenilir olması varsayımıyla görüşme yapılan tüketici sayısı (hane halkı) 245 olarak belirlenmiştir.

$$n = \left( \frac{zx^2}{d} \right) P * Q$$

Formülde;

n: Örneklem hacmi,

P: İncelenen birimin kitle içinde gerçekleşme olasılığını (perakendeci markalı süt ve süt ürünü satın alan tüketicilerin oranı %80),

Q: 1-P (perakendeci markalı gıda ürünleri satın almayan tüketicilerin oranı %20),

Zx<sup>2</sup>: Güven aralığını (%95, tablo değeri 1.96),

d: Hata terimini (%5) ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılacak örnek büyüklüğünün N kütle içindeki oranının %5 en büyük olup olmadığı ise test edilmiştir (n/N≥0.5). Buna göre Antalya ili kentsel alanda = 245/1.158.863= 00021<0.05 küçük ve anlamlı olduğu bulunmuştur.

### 2.1. Verilerin analizi aşamasında izlenen yöntem

Araştırma kapsamında derlenen veriler lojistik regresyon model kullanılarak analiz edilmiştir. Lojistik modelinde bağımlı değişken binominal olup tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılacak yöntemlerden birisi de Probit modeli olmakla birlikte, lojistik modelinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni daha iyi açıkladığı kabul edildiği kabul edilmektedir (Amemiya 1985). Ayrıca, temel verilerin hane halklarından anket yolu ile elde edilen veriler olması nedeniyle en yüksek olabilirlik metodunun kullanılmasının daha iyi sonuç vereceği düşünülmüştür (Gujarati 1995). En yüksek olabilirlik metodu kullanılması en önemli avantajlarından birisi bu metodu kullanılmasıyla elde edilen parametrelerin tutarlı ve etkin olmasıdır (Pindyck ve Rubinfeld 1991).

Kümülatif logistik dağılım fonksiyonuna bağlı olan lojistik modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Gujarati 1995).

$$P_i = \frac{1}{(1 + \exp^{-z_i})}$$

P<sub>i</sub>: kişinin i’nci seçeneği seçme olasılığı,

$$z_i = a + \beta x_i$$

Formülde;

a: sabit katsayı z<sub>i</sub> = log

β: tahmin edilen parametreler

x<sub>n</sub>: n’inci bağımsız değişken

Yukarıdaki denklemin yeniden düzenlenmesi ve eşitliğin iki tarafının logaritmasının alınması ile aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$\frac{pi}{(1 - pi)} = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + e$$

Bu regresyon modelinde bağımlı değişken Zi, ‘‘e’’ hata terimini ifade etmektedir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Görüşme yapılan tüketicilerin yaş, cinsiyet, eğitim durumu, hanedeki birey sayısı, hane geliri gibi demografik değişkenler pazarlama araştırmalarında önem taşımaktadır. Peterson (2005)’e göre tüketim eğilimlerinde ve satın alınacak marka veya ürün tercihlerinde cinsiyetin oynadığı rol ve yaptığı etki son derece önemlidir. Bir malın satın alınması hususunda erkeklerin karar verici olduğu veya kadınların söz sahibi olduğu durumlar bulunmaktadır (Kocabaş ve ark. 1999).

Araştırma kapsamında görüşme yapılan 245 tüketicinin yaş ortalaması 38,1 olup tüketicilerin %35.1’i 21-31 yaş aralığındadır. Görüşme yapılan tüketicilerin %80.4’ü kadın, %19.6’sı erkektir. Tüketicilerin eğitim seviyesine bakıldığında ise %10.2’sinin ilköğretim mezunu, %20’si lise mezunu, %29.4’ü lisans mezunu olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin %56.7’si evli (çocuklu) ve %29.4’ü bekârdır (Çizelge 1).

Tüketici kararlarını etkileyen faktörler incelendiğinde, ailedeki birey sayısı, çalışan sayısı ve çocuk sayısının büyük ölçüde etkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda görüşme yapılan hanelerin %7.8’i tek kişi, %13.5’i iki kişi olup, %35.9’u dört kişi ve %27.8’i üç kişilik bir aileden oluştuğu belirlenmiştir. Görüşme yapılan tüketici hanelerinde 5 ve üzeri aile bireyine sahip olanların oranı ise %15’tir. Hanede yaşayan 18 yaşın altındaki çocuk sayısı incelendiğinde; %29.8’inin iki çocuğu bulunmaktadır. Ayrıca hanelerin %53.1’inde sadece bir kişi çalışırken, %39.6’sında ise iki kişi çalışmaktadır (Çizelge 1).

Tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizinde binary lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Uygulanan lojistik regresyon modelinde bağımlı değişkeni, araştırmaya katılan tüketicilerin ‘‘Perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketiyor musunuz?’’ sorusuna verdikleri ‘‘Evet’’, ‘‘Hayır’’ cevaplarından oluşmaktadır. Perakendeci markalı gıda ürünü tüketenler için bağımlı değişken 1, tüketmeyenler için 0’dır. Modelin değişkenleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Lojistik regresyon analiz sonuçları Çizelge 3’de sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre; cinsiyet değişkeni istatistiksel olarak anlamlı olup kadın tüketicilerin erkek tüketicilere göre perakendeci markalı süt ve süt ürünlerini tüketme olasılığı 5.84 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Eğitim durumu ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Buna göre kişilerin eğitim düzeyi arttıkça perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketme oranı azalmaktadır. Hatipoğlu (1993)’na göre eğitim düzeyi yükseldikçe tüketiciler alışveriş tercihlerinde daha fazla seçici olmakta, seçebileceği daha fazla ürün çeşidini aramak ve daha kaliteli ürünler satın almak istemektedirler. Tek (1999)’e göre de kişilerin eğitim seviyeleri, meslekleri ve çalışma alanları satın alacakları ürün ve hizmetlerde büyük ölçüde etkilidir.

**Çizelge 1.** Tüketicilerin demografik özelliklerine göre dağılımı.

**Table 1.** Distribution of consumers by demographic characteristics.

Demografik Özellikler				
Yaş Grupları	Sayı	%		
21-31	86	35.1		
32-41	73	29.8		
42-51	64	26.1		
52-61	16	6.5		
62 ve üzeri	6	2.4		
Cinsiyet	Sayı	%		
Kadın	197	80.4		
Erkek	48	19.6		
Eğitim Durumu	Sayı	%		
İlkokul	25	10.2		
Ortaokul	45	18.4		
Lise	49	20.0		
Ön lisans	30	12.2		
Lisans	72	29.4		
Lisansüstü	24	9.8		
Medeni Durumu	Sayı	%		
Bekâr	72	29.4		
Evli (çocuklu)	139	56.7		
Evli (çocuksuz)	34	13.9		
Hanedeki Birey Sayısı	Sayı	%		
1	19	7.8		
2	33	13.5		
3	68	27.8		
4	88	35.9		
5 ve üzeri	37	15.0		
Hanedeki Çalışan Sayısı	Sayı	%		
1	130	53.1		
2	97	39.6		
3	11	4.5		
4 ve üzeri	7	2.8		
Hanedeki Çocuk Sayısı	Sayı	%		
0	88	35.9		
1	71	29.0		
2	73	29.8		
3 ve üzeri	13	5.3		
Ortalama Standart Minimum Maksimum Sapma				
Yaş	38.13	10.59	21	86

Ailedeki birey sayısı incelendiğinde %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla ailedeki birey sayısındaki her bir kişilik artış perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketme olasılığını 1.64 kat arttırmaktadır.

Perakende markaları, özel markaların ucuz bir taklidi olarak ortaya çıkan ve daha çok satın alma gücü düşük tüketici kesiminin ihtiyacını karşılamak amacıyla üretilen ürünlerdir. (Özgül 2004) ve yapılan diğer çalışmalarda genellikle perakendeci markalı ürün tercihinin gelir ile negatif yönlü bir ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir. Akpınar (2004) Antalya ilinde yaptığı çalışmasında market markalı gıda ürünleri tüketici kesiminin orta ve orta-alt gelir grubunun oluşturduğunu



**Çizelge 2.** Lojistik model için bağımlı ve bağımsız değişkenler.

**Table 2.** Dependent and independent variables for logistic model

Değişken Türü	Değişken Adı	Tanımlar ve Kodlar
Bağımlı Değişken	Perakendeci Markalı Süt ve Süt Ürünleri Tüketen	1= Tüketen, 0= Tüketmeyen,
Bağımsız Değişkenler	Cinsiyet	1= Erkek, 2= Kadın
	Eğitim Durumu	1= İlkokul, 2= Ortaokul, 3= Lise, 4= Ön Lisans, 5= Lisans, 6= Lisansüstü
	Ailedeki Birey Sayısı	Kişi
	Aylık Gelir	TL/ay
	Süt ve Süt Ürünleri Fiyat Durumu	0= Çok pahalı, 1= Pahalı, 2= Normal, 3= Ucuz

**Çizelge 3.** Lojistik regresyon analizi sonuçları.

**Table 3.** Logistic regression analysis results.

Bağımlı Değişken: Perakendeci Markalı Süt ve Süt Ürünleri Tüketen						
Bağımsız Değişkenler	Kat Sayı	Standart Hata	Wald Değeri	P	Olasılık Oranı	
Cinsiyet	Erkek (referans)	-	-	-	-	-
	Kadın	1.765	0.460	14.711	0.001***	5.844
Eğitim Durumu	İlkokul (referans)	-	-	-	-	-
	Ortaokul	-2.254	1.108	4.134	0.042**	0.105
	Lise	-2.599	1.113	5.451	0.020**	0.074
	Önlisans	-2.967	1.177	6.359	0.011**	0.051
	Lisans	-1.509	1.185	1.623	0.203	0.221
Lisansüstü	-2.792	1.309	4.546	0.032**	0.061	
Birey	Ailedeki Birey Sayısı	0.492	0.237	4.315	0.038**	1.636
Gelir	Aylık Gelir	-0.001	0.000	6.145	0.013**	1.004
Süt Ürünleri Fiyatlarının Değerlendirilmesi	Çok Pahalı(ref)	-	-	-	-	-
	Pahalı	-0.304	0.518	0.343	0.558	0.738
	Normal	-1.103	0.514	4.608	0.031**	0.332
	Ucuz	0.107	0.794	0.018	0.893	1.113
	Sabit Terim	-0.723	1.799	0.161	0.688	0.485
<b>Model Özeti:</b> -2 Log olabirlik= 247.882, Cox&Snell R <sup>2</sup> = 0.310						
Nagelkerke R <sup>2</sup> = 0.414, $\chi^2= 91.070$ , Anlamlılık Düzeyi= 0.001						
p<**0.05 p<***0.01						

belirtmiştir. Bu sonuçları göre gelir seviyesi arttıkça tüketicilerin perakendeci markalı ürünlere yönelimi azaltmaktadır. Hanelerin aylık gelirleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Hanede ki kişilerin aylık gelirlerindeki her bir birimlik artış perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketme olasılığını 1.01 kat azaltmaktadır. (p<0.05). Süt ve süt ürünlerine ilişkin fiyat değerlendirmesi değişkeni incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Bu sonuç, süt ve süt ürünlerini çok pahalı bulanlara oranla normal bulanların perakendeci marka süt ve süt ürünlerini tüketme olasılığının 0.33 kat daha az olduğunu belirtmektedir.

Modelin -2log olabirlik değeri 247.882 olduğu saptanmıştır. Model için uyum iyiliği ölçüsü olarak kullanılan R<sup>2</sup> değerlerinden Nagelkerke indeksi Cox-Snell indekse maksimum değere göre bir düzeltme yapmakta ve daha büyük değer çıkmaktadır. Buna göre modelin perakendeci marka süt ve süt ürünleri tüketme durumlarını açıklama oranı %41.4'tür (Çizelge 3).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı Antalya ilinde tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizinin yapılmasıdır. Bu amaçla Antalya ili kentsel alanda basit tesadüfi olasılıklı örnekleme yöntemine göre seçilen 245 tüketici ile 2018 yılında yüz yüze anket

yapılmıştır. Görüşme yapılan tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizinde binary lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırma kapsamında tüketicilerin demografik ve ekonomik özellikleri ile perakendeci markalı süt ve süt ürünlerinde tüketici tutum ve satın alma davranışları da incelenmiştir.

Araştırmaya katılan 245 tüketicinin yaş ortalaması 38.1 olup tüketicilerin %80.4'ü kadın, %19.6'sı erkek olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin süt ve süt ürünlerini satın alırken tercihlerini etkileyen nedenler incelendiğinde; %25'i kişisel isteklerine göre tercih ettiklerini, %32'si kendi deneyimlerinin önemli olduğunu ve %19'u ise aile üyelerinin istekleri doğrultusunda tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Görüşme yapılan tüketicilerin %52.3'ünün perakendeci markalı süt ve süt ürünü satın aldığı, %47.7'sinin ise satın almadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma bölgesinde ve perakendeci markalı ürünlere talebin fazla olduğu ifade edilebilir. Araştırma sonuçlarına göre kadın tüketicilerin erkek tüketicilere oranla perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketme ve satın alma oranları daha yüksektir. Buna göre süt ve süt ürünleri satın alma aşamasında kadınların karar vermede daha aktif rol oynadıkları görülmektedir.

Tüketicilerin perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tercihlerini etkileyen faktörlerin analizi için kullanılan lojistik regresyon analizinde perakendeci markalı süt ve süt ürünlerini tüketenler/tüketmeyenler bağımlı değişken olarak alınmıştır. Tüketme olasılığını etkileyen faktörleri belirleyebilmek için

modele on iki değişken katılarak istatistiki olarak test edilmiştir. Uygulanan lojistik regresyon analiz sonuçlarına göre beş değişken istatistiki olarak anlamlı bulunup yorumlanmıştır. Model sonuçlarına göre; tüketicilerin eğitim durumu yükseldikçe perakendeci markalı süt ve süt ürünlerini tüketme olasılığı azalmaktadır. Ailedeki birey sayısı arttıkça perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketim olasılığı artmaktadır. Kadın tüketici sayısı arttıkça, perakendeci markalı süt ve süt ürünlerinin tüketim olasılığı artmaktadır. Sonuç olarak; tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketiminde perakendeci markalı ürünleri tercih etme eğiliminde oldukları söylenebilir. Perakendeci markalı süt ve süt ürünleri tüketiciler için ucuz birer alternatif oluştururken, diğer taraftan marketlere kâr ve müşteri sağlamaktadır. Üreticiler için perakendeci markalı süt ve süt ürünü üretmek avantaj sağladığı gibi dezavantaj da sağlayabilmektedir. Üreticilerin üretim kapasitelerini, piyasa şartlarını ve perakendeci markası üretmekle elde edecekleri tüm avantaj ve dezavantajları iyi belirlemesi ve değerlendirmesi gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Akpınar MG (2004) Market (süpermarket-hipermarket) markalı gıda ürünleri tüketici pazarının analizi: Antalya ili uygulaması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Albayrak M, Dölekoğlu C (2006) Gıda perakendeciliğinde market markalı ürün stratejisi. Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 11: 204-218.
- Amemiya T (1985) Advanced econometrics. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Demirci Orel F (2004) Market markaları ve üretici markalarına yönelik tüketici algılamaları. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 13(2).
- Gujarati DN (1995) Basic econometrics. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Gündüz O (2013) Süt ve süt ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Samsun ili örneği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 8(1): 45-52.
- Hatipoğlu Z (1993) Temel pazarlama. Beta Yayın Dağıtım, İstanbul, s. 38.
- Kurtuluş K (1998) Pazarlama araştırmaları. Avcıol Basım Yayın, Genişletilmiş Altıncı Baskı, İstanbul.
- Kocabaş F ve ark. (1999) Reklam ve halkla ilişkilerde hedef kitle. İletişim Yayınları, İstanbul, s. 214.
- Migros araştırması (2018) <http://slideplayer.biz.tr> Erişim 30 Aralık 2018.
- Özgül E (2004) Özel marka üretiminde üretici perakendeci ve bağımlılığının işbirliği süreç ve performans etkileri. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü. Ege Akademik Değerlendirme Dergisi 4(1): 144-155.
- Peterson RA (2005) Response construction in consumer behavior research. Journal of Business Research 58(1): 348-353.
- Pindyck R, Rubinfeld D (1991) Econometric models and economic forecasts. McGraw-Hill, Inc, New York, USA
- Tek ÖB (1999) Pazarlama ilkeleri. Beta Yayınları, 8. Baskı, İstanbul.



# Meyve ve sebze üretiminde ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörler: İzmir ili örneği\*

## Factors affecting losses in fruit and vegetable production: The case of İzmir province

Ruşan ÖZDEMİR ÇİFÇİ<sup>1</sup>, Nevin DEMİRBAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bornova Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, İzmir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir

Sorumlu yazar (Corresponding author): N. Demirbaş, e-posta (e-mail): nevin.demirbas@ege.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): bornova@tarimormman.gov.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Aralık 2019  
Düzeltilme tarihi 03 Mart 2020  
Kabul tarihi 04 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Gıda kayıpları  
Meyve  
Sebze  
İyi Tarım Uygulamaları (İTU)  
İzmir

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, meyve ve sebze üretiminde ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesidir. Bu amaçla, İzmir ilinde üretim değeri açısından görece öneme sahip meyvelerden üzüm, kiraz ve incir ile sebzelerden domates, hıyar ve biber araştırmanın ürün kapsamına seçilmiştir. Bu ürünlerin üreticileri ile yüz yüze 146 anket yapılmıştır. Üretim aşaması; hasat öncesi, hasat aşaması ve hasat sonrası olmak üzere ürünlerin satışına kadar olan süreçleri kapsamaktadır. Araştırmada, her aşamaya ilişkin kayıplar üzerinde etkili olan faktörler ayrı ayrı incelenmiş ve birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, meyve ve sebzelerde ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörler mevcut literatürle uyumludur. Mevsimsel faktörler, teknik bilgi eksikliği, soğuk muhafaza olanaklarının sağlanamaması ve ekonomik faktörler belli başlı kayıp nedenleridir. Araştırmada kayıpların azaltılması için alınabilecek önlemler hem genel olarak ve hem de yeri geldikçe ürün özelinde değerlendirilmiştir.

### ARTICLE INFO

Received 13 December 2019  
Received in revised form 03 March 2020  
Accepted 04 March 2020

#### Keywords:

Food losses  
Fruit  
Vegetable  
Good Agriculture Practices (GAP)  
İzmir

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine the factors affecting the losses in fruit and vegetable production. For this purpose, grapes, cherries and figs and tomatoes, cucumbers and peppers, which are of relative importance in terms of production value, were selected to the product scope of the research. 146 face-to-face surveys were conducted with farmers of these products. The production phase includes the farm processes from pre-harvest, harvest and post-harvest to the sale of products. In the study, the factors that affect the losses at each stage were examined separately and evaluated together. According to the results of the research, the factors affecting the losses in fruits and vegetables are consistent with the current literature. Seasonal factors, lack of technical knowledge, lack of cold storage facilities and economic factors are the main causes of loss. Measures that can be taken to reduce losses in the research were evaluated both in general and, where appropriate, in the specific product.

\*Bu araştırma makalesi, "Meyve ve sebze üretiminde ortaya çıkan kayıpların değerlendirilmesi: İzmir ili örneği" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## 1. Giriş

Dünya üzerinde her yıl insan tüketimi için üretilen gıdaların yaklaşık üçte birine karşılık gelen gıda, israf edilmekte veya kayba uğramaktadır. Meyve ve sebze ürün grubu özellikleri gereği kayıp ve israfın yüksek oranlarda yaşandığı tarım ürünleridir. Bu ürünlerde yıllık üretimin yaklaşık yarısının tüketiciye ulaşmadığı belirtilmektedir (Gustavsson ve ark. 2011a; Demirbaş 2018a). Avrupa ülkelerinde arz zinciri boyunca ortaya çıkan meyve ve sebze kayıpları; birincil üretimde %20, hasat sonrası %5, işleme ve paketleme aşamasında %2, dağıtım ve satış aşamasında %10 ve tüketici aşamasında ise %19 seviyelerindedir (Gustavsson ve ark.

2011b; Capone ve ark. 2016). ABD'deki gıda kayıplarının %32.9'u meyve ve sebzelerden oluşmaktadır (Buzby ve ark. 2014). Yakın Doğu ve Kuzey Afrika bölgesinde ise çok düşük soğuk zincir kapasitesi nedeniyle, meyve ve sebzelerin miktar olarak %45'i kayıp olmaktadır (FAO 2014; FAO 2017; Bilali 2018; Berjan ve ark. 2018). Meyve ve sebze %55 ile kayıpların en çok yaşandığı ülkeler Kuzey Afrika, Batı ve Orta Asya Ülkeleri iken, %35 ile en az yaşandığı ülkeler ise sanayileşmiş Asya ülkeleridir (Gustavsson ve ark. 2011b). Hindistan'da genellikle soğuk zincirin eksikliği, uygun olmayan hasat teknikleri ve uzun arz zincirleri nedeniyle meyve ve

sebzelelerinin %35-40'ının kayba uğradığı belirtilmektedir (Escaler ve Teng 2011).

2017 yılı FAO verilerine göre, Türkiye 30.8 milyon ton yaş sebze üretimi ile dünya üretiminde dördüncü sırada olup; dünya yaş sebze üretiminden %2.8 oranında pay almaktadır. Dünya meyve üretiminde yaklaşık olarak 23.1 milyon ton yaş meyve üretimi ile beşinci sıradadır. Dünya üretiminden aldığı pay ise %2.7'dir (FAO 2019). Türkiye'de gıda arz zincirinin tarımsal üretim aşamasındaki toplam kayıp miktarı yaklaşık olarak 13.7 milyon ton olarak belirtilmiştir. Bu miktar toplam üretim miktarının yaklaşık %12'sine karşılık gelmektedir. Meyve sebze üretiminin de yaklaşık 9.48 milyon tonunun yine tarımsal üretim aşamasında kayba uğradığı belirtilmektedir (Salihoglu ve ark. 2018).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de gıda kayıplarının en büyük kısmını oluşturan meyve ve sebze ürün grubu için üretim aşamasında (tarım işletmelerinde) ortaya çıkan kayıpların ve kayıpları etkileyen faktörlerin belirlenmesidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

İzmir ilinde meyve ve sebze ürün grubunu temsil edecek ürünlerin seçimi için 2015/2017 yılları ortalama üretim değerlerinden hareket edilmiştir. Meyve üretiminde İzmir ili toplam üretim değerinin %40'ını oluşturan üzüm, kiraz ve incir; sebze üretimini temsilen ise il toplam üretim değerinin ortalama %52'sini oluşturan domates, hıyar ve biber seçilmiştir (TOB 2019a). Seçilen ürünlerin her birinde en az 20 anket ile toplam anket sayısının minimum 120 olması hedeflenmiştir. Anketler için, İzmir ili üretim miktarının, seçilen ürünlerde toplamda %65 ve üzerini temsil eden ilçeler belirlenmiştir. Buna göre 14 ayrı ilçede her ürün için ortalama 24 ankettan toplam 146 üretici anketi yapılmıştır (Çizelge 1).

Anket yapılan mahallelerin belirlenmesinde seçilen üründe ÇKS'de kayıtlı ekili alan verileri dikkate alınmıştır (İTOİM 2018). Ayrıca İzmir Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlükleri'nde görevli personelin görüşlerine de

başvurulmuştur. Her mahalleye düşen anket sayısının belirlenmesinde mahallelerin meyve/sebze üretim miktarının ilçe toplam üretim miktarına oransal katkısı dikkate alınmıştır. Anketler toplam 72 mahallede gerçekleştirilmiştir. Yapılan anketlerin ilçeleri temsil etmesi açısından seçilen her ilçede minimum beş anket yapılmasına azami özen gösterilmiştir. İlçelerde anket yapılan mahallelerin dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

Üretim aşamasında meydana gelen kayıplar üzerinde etkili faktörler, Beşli Likert Ölçeği (Gürüş ve Astar 2014) kullanılarak oluşturulan yargılar ile değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin yorumu için sıklık, yüzde ve ortalama gibi temel istatistik yöntemlerden yararlanılmış ve Khi-kare analizi (Güngör ve Bulut 2008) ile meyve ve sebze üretimindeki kayıplar ile kayıp düzeyleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Meyve sebze üreticilerinin ve işletmelerin genel özellikleri

Görüşülen işletmecilerin yaş ortalaması 52.29 yıl, tarımsal üretimdeki deneyim ortalaması 28.66 yıl ve meyve-sebze üretimindeki deneyim ortalaması ise 26.18 yıldır.

Üreticilerin ağırlıklı olarak ilkökul mezunu oldukları (%77.4), bunu sırasıyla ortaokul (%8.9), lise (%7.5) ve üniversite (%5.5) mezunlarının izlediği belirlenmiştir. Sadece okuryazar olan üreticilerin oranı ise %0.7'dir.

Üreticilerin %56.3'ü sadece tarımsal faaliyet ile geçinmekte iken, %43.7'sinin tarım dışı gelir kaynakları bulunmaktadır.

Üreticilerin genel olarak mülk arazilerinde meyve ve sebze üretimi yaptıkları (%64.5) bunu kira (%25.7) ve ortaklığın (%5.5) izlediği belirlenmiştir. Ortalama arazi büyüklüğü 33.94 da olan işletmeler arazi büyüklüklerine göre sınıflandırıldığında; %31.5'inin 10 dekarın altında ve %54.9'unun ise 20 dekarın altında araziye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Anketlerin ilçeler itibarıyla dağılımı.

Table 1. Distribution of surveys by districts.

İlçeler	Meyve ve Sebzeler						Toplam
	Üzüm	Kiraz	İncir	Domates	Hıyar	Biber	
Bayındır		5			5		10
Bergama	5			6		4	15
Beydağ			5				5
Bornova		5					5
Kemalpaşa	5	10					15
Kınık				5		5	10
Kiraz		5	5		5		15
Menderes	5					5	10
Menemen	5			5			10
Ödemiş			5		5		10
Seferihisar	5						5
Selçuk			5				5
Tire			6	5		5	16
Torbalı				5	5	5	15
Toplam	25	25	26	26	20	24	146

**Çizelge 2.** Anketlerin mahallelere göre dağılımı.**Table 2.** Distribution of surveys by villages.

İlçe	Mahalle	Sayı	İlçe	Mahalle	Sayı	İlçe	Mahalle	Sayı		
Bayındır	Balcılar	2	Kınık	Değirmencieli	3	Ödemiş	Birgi	5		
	Buruncuk	1		Fatih	2		Kaymakçı	1		
	Çınardibi	2		Poyracık	3		Kuvvetli	1		
	Osmanlar	2		Yayakent	2		Ocaklı	1		
Bergama	Pınarlı	3	Kiraz	Aydoğdu	2	Seferihisar	Üzümlü	2		
	Alibeyli	2		Başaran	2		Çamtepe	2		
	Aşağıbey	5		Cevizli	2		Gödençe	2		
	Aziziye	2		Haliller	4		Orhanlı	1		
	Bölcek	2		Sırmalı	1		Selçuk	Belevi	2	
	Dağıstan	1		Solaklar	2			Gökçealan	2	
	Göçbeyli	1		Tumbullar	1		Tire	Havuççulu	1	
	Kadıköy	1		Umurlu	1			Akkoyunlu	2	
	Zağnos	1		Menderes	Ataköy			2	Alacalı	4
	Beydağ	Aktepe			1			Çatalca	1	İhsaniye
Halıköy		2	Develi	2	Kurşak	1				
Yeşiltepe		2	Efemçukuru	2	Musalar	1				
Bornova	Beşyol	1	Menemen	Gölcükler	1	Torbali	Somak	3		
	Karaçam	2		Yeniköy	2		Topalak	2		
	Yaka	2		Buruncuk	1		Yeniçiftlik	2		
Kemalpaşa	Aşağıkızılca	2		Çavuş	2		Çaybaşı	2		
	Bağyurdu	2		Doğa	2		Ertuğrul	3		
	Dereköy	3		Haykıran	3		Özbey	7		
	Halilbeyli	1		Musabey	2		Şehitler	3		
	Ören	3								
	Sütçüler	1								
	Yiğitler	3								

Meyve ve sebze işletmelerinde en fazla yevmiye usulü dışarıdan kadın işçilerin çalıştırıldığı, yetiştirme döneminde çocuklar da dahil tüm aile bireylerinin üretimde yer aldığı, aile üyelerinin çalışılan gün sayısının ortalama 120.55 gün/yıl olduğu, hasat döneminde ise dışarıdan ortalama 44.57 gün işçi çalıştırıldığı belirlenmiştir.

İşgücü niteliğinin hasat öncesi, hasat aşaması ve hasat sonrası ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkisi nedeniyle, üreticilerin işçi seçiminde dikkat ettikleri hususlar; 5'li Likert Ölçeği ile değerlendirilmiştir. Buna göre, ortalama 4.77 ölçek ortalaması ile işçilerin meyve-sebze tarımı ve hasadı konusunda deneyimli olmasının işçi seçimini etkileyen en önemli faktör olduğu; bunu 4.31 ölçek ortalaması ile işçi ücret taleplerinin takip ettiği, çalışan personelin hijyen gerekliliklerine uyumunun ise 3.76 ölçek ortalaması ile en az etkili faktör olduğu belirlenmiştir.

Kayıplar ile ilgisi nedeniyle, üreticilerin Bitki Koruma Ürünü tavsiyelerini aldıkları kaynaklar belirlenmiş ve buna göre, %43.5 ile ilaç bayilerinin ilk sırada yer aldığı, bunu %25 ile İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde görevli personelin takip ettiği, toplamda %19.2'lik kısmın ise diğer çiftçilerden tavsiye aldığı tespit edilmiştir.

### 3.2. Meyve ve sebzelerde kayıp düzeyi

Meyve ve sebze üreticileri ile yapılan anketlerde 2015/2017 yıllarına ait üretim verileri ve aynı yıllara ait kayıp miktarları sorulmuştur. Üreticilerden alınan bilgilere göre üretim aşamasında meydana gelen kayıpların yüzde (%) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Buna göre üretim (hasat öncesi, hasat, hasat sonrası oluşan ve üreticiden satış aşamasına kadar bahçede/tarlada geçen süre) aşamasında; üzümde yaklaşık %23.3; incirde yaklaşık %18.3 ve kirazda %17.54 oranında kayıp olduğu tespit edilmiştir. Sebzelerde ise hıyarda %20.70, domateste yaklaşık %9.7, biberde ise %9.42'lik kayıp olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamına alınan meyve ve sebzeler için tarımsal üretim aşamasında ortalama kayıp ise yaklaşık %16.48 olarak belirlenmiştir.

Meyvelerde kayıpların (%19.70) sebzelere oranla (%13.27) daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim araştırmada seçilen meyveler ve sebzeler ile belirlenen kayıp oranları arasında anlamlı bir ilişki olduğu da belirlenmiştir (Çizelge 4). Araştırma kapsamındaki ilçelerde özellikle kurutmalık ve salçalık olarak domates ve biber üretildiği, kurutmalık ürünler elle toplandıktan sonra kalan ürünlerin, salça sanayii için hammadde olarak toplandığı ancak bu toplamada kurutmalık ve sofralık kadar



hassas işlemlerin yürütülmediği belirlenmiştir. Dolayısıyla ezilen, darbe alan ürünler ile renk, şekil, boyut özellikleri ile kalite kriterlerini karşılamayan ürünler, diğer ürünlere işlenerek bu ürünlerdeki kayıpların daha az olmasına katkı sağlamaktadır.

### 3.3 Ürün kayıpları üzerinde etkili olan faktörler

#### 3.3.1. Hasat öncesi kayıplar üzerinde etkili olan faktörler

Hasat öncesi yoğun yağış gibi elverişsiz hava koşulları hastalıkların yanı sıra, kırılğan sebzelere, düşük kuru maddeli meyvelere neden olurken, yüksek sıcaklıklar güneş yanığı gibi fizyolojik bozukluklara neden olabilmektedir. Hasat öncesi böcek istilası ise, meyvelerdeki hasat sonrası kayıpları önemli oranda artırmaktadır, çünkü bitki hastalıklarının bazıları sadece hasat sonrası kendilerini göstermektedir (HLPE 2014). Son yıllarda sözleşmeli üretimin yapıldığı büyük alanlarda, üretici dikim alanlarının bir kısmının üzerini kapatarak (sigorta alanı olarak) dolu, don, yağmur gibi hava koşullarından kaynaklanabilecek kayıplar azaltılmaya çalışılmaktadır.

Üreticilerin hasat öncesi ürün kayıpları üzerinde etkili olan faktörler konusundaki görüşleri 5'li Likert Ölçeği ile oluşturulan yargılarla değerlendirilmiştir. Buna göre; 4.66 ölçek ortalaması ile dolu, don, kar, yağmur, kuraklık gibi mevsimsel faktörlerin ilk sırada yer aldığı, bunu 4.41 ölçek ortalaması ile bitki hastalık ve zararlıları, 3.25 ölçek ortalaması ile yanlış kullanılan pestisit ve bitki gelişim düzenleyicilerinin izlediği belirlenmiştir (Çizelge 5). Bulgular mevcut literatürü destekler niteliktedir (Thompson 2007; IFPRI 2012; Meyer ve ark. 2017; Johnson ve ark. 2018a, 2018b; Oluk 2018; Salihoğlu ve ark. 2018; Demirbaş 2019; T.C. Dışişleri Bakanlığı 2019).

#### 3.3.2. Hasattaki kayıplar üzerinde etkili olan faktörler

Üreticiler ürün kayıpları üzerinde, hasat esnasında etkili olan faktörlerden ilk üçünü; 5'li Likert Ölçek ortalamaları itibarıyla, hasat zamanının doğru belirlenmemesi (gün olarak) (erken hasat/geç hasat) (3.59), üretimde bilgi ve tecrübe eksikliği (3.38), hasatta kullanılan alet, ekipman ve muhafaza

kaplarının yetersizliği (3.04) olarak sıralamaktadır Bunları sırasıyla uygun olmayan hasat yönetimi (3.02) ve hasat saatinin doğru belirlenmemesi (2.89) takip etmektedir (Çizelge 6).

Hasatta kayıplara etki eden üç ana faktör hasat olgunluğu, hasat zamanı ve hasat yöntemi olarak belirtilmektedir. Hasat olgunluğu, depolama ömrünün ve nihai üretim kalitesinin en önemli belirleyicisidir. Ürün kalitesini belirleyen boyut, şekil, lezzet, doku ve renk hasat zamanına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Meyve ve sebzelerin büyük çoğunluğu elle hasat edilmektedir. Bununla birlikte, hasadın elle veya mekanik olarak gerçekleştirilmesi meyve ve sebzelerin bileşimi ve hasat sonrası kalitesi üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu da belirtilmektedir (Ramjan ve Ansari 2018). Ancak her ürünün mekanik hasada elverişli olmadığı da bilinmektedir.

#### 3.3.3. Hasat sonrası kayıpları üzerinde etkili olan faktörler

Hasattan sonra ortaya çıkan kayıpları etkileyen ilk üç faktör sırasıyla; 4.33 ölçek ortalaması ile aracı, tüccar ve şirketlerin fiyat politikası, 4.13 ölçek ortalaması ile hasat sonrası muhafaza koşulları ve 4.06 ölçek ortalaması ile arz/talep dengesizliğidir (ürünün tarlada kalması, satılmaması). Bunları uygun olmayan istifleme şekli (3.42), uygun olmayan muhafaza kapları (3.35) ve bilgi, tecrübe eksikliği (3.20) takip etmektedir (Çizelge 7).

#### 3.4. Kayıpların azaltılmasında etkili olabilecek faktörler hakkında üretici görüşleri

Ürün kayıplarının azaltılmasında etkili olabilecek faktörlerden, üretici kooperatiflerinin kurulması 4.39 ölçek ortalaması ile birinci sırayı, 4.19 ölçek ortalaması ile üreticilerin parsellerini birleştirmek suretiyle birlikte üretim gerçekleştirmesi ikinci sırayı, 4.17 ölçek ortalaması ile eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması ise üçüncü sırayı almıştır. Kırsal kalkınma desteklerinin artırılması (4.15) ve tarımsal danışmanlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması (4.07) ise sırasıyla diğer etkili faktörler olarak belirlenmiştir (Çizelge 8).

**Çizelge 3.** Üretim aşamasındaki meyve ve sebze kayıpları (%).

**Table 3.** Fruit and vegetable losses in production (%).

Ürün	Sayı	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart sapma
Üzüm	25	0.49	68.32	23.28	18.06
İncir	25	0.00	58.33	18.28	15.19
Kiraz	24	0.86	50.00	17.54	14.29
Hıyar	15	2.54	46.67	20.70	14.31
Domates	26	0.22	30.26	9.68	8.28
Biber	22	0.20	29.76	9.42	9.90
Toplam	146			16.48	

**Çizelge 4.** Meyve ve sebze grupları ile kayıp oranları ilişkisi.

**Table 4.** The relationship between fruit and vegetable groups and loss rates.

Kayıp Oranları (%)	Üretilen ürün Grubu		Değeri	Ki-Kare	P*
	Meyveler	Sebzeler			
0-10 arası	24	34	11.274	4	0.024
10-20 arası	23	19			
20-30 arası	9	4			
30-40 arası	8	5			
50 üzeri	10	1			

\*p<0.05 için anlamlıdır.

**Çizelge 5.** Hasat öncesi kayıplar üzerinde etkili olan faktörler.

**Table 5.** Factors affecting pre-harvest losses.

Faktörler	Sayı	Ortalama*	Standart Sapma
Dolu, don, yağmur, kuraklık gibi mevsimsel faktörler	142	4.66	0.557
Bitki hastalık ve zararlıları	145	4.41	1.077
Yanlış kullanılan pestisit.(herbisit, fungusit vb.) ve bitki gelişim düzenleyicileri	133	3.25	1.406
Bitki besleme uygulamalarındaki hatalar	129	3.14	1.285
Kültürel işlemlerin uygulanmaması (toprak işleme, yabancı ot temizliği, hastalıklı meyve toplanmaması gibi)	135	3.11	1.279
Toprak verimliliğini artırmak için aşırı gübreleme	132	2.89	1.297

\* 1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum.

**Çizelge 6.** Hasat sırasında ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörler.

**Table 6.** Factors affecting losses during harvest.

Faktörler	Sayı	Ortalama*	Standart Sapma
Hasat zamanının doğru belirlenmemesi (erken hasat/geç hasat)	145	3.59	1.484
Üretimde bilgi, tecrübe eksikliği	125	3.38	1.480
Hasatta kullanılan alet, ekipman, muhafaza kaplarının yetersizliği	135	3.04	1.395
Uygun olmayan hasat yöntemi	133	3.02	1.368
Hasat saatinin doğru belirlenmemesi	133	2.89	1.383

\*1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum.

**Çizelge 7.** Hasattan sonra ortaya çıkan kayıpları etkileyen faktörler.

**Table 7.** Factors affecting post-harvest losses.

Faktörler	Sayı	Ortalama*	Standart Sapma
Aracı, tüccar ve şirketlerin fiyat politikası	136	4.33	1.033
Hasat sonrası muhafaza şartları (sıcaklık)	142	4.13	1.228
Arz/talep dengesizliği (ürünün tarlada kalması, satılmaması gibi )	137	4.06	1.229
Uygun olmayan istifleme şekli (yığın halinde, üst üste çuvalları atma vb.)	130	3.42	1.408
Uygun olmayan muhafaza kapları	129	3.35	1.423
Bilgi, tecrübe eksikliği	123	3.20	1.465

\* 1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum.

**Çizelge 8.** Kayıpların azaltılmasında etkili olabilecek faktörler konusunda üretici görüşleri.

**Table 8.** Farmer views on factors that may be effective in reducing the losses.

Faktörler	Sayı	Ortalama*	Standart Sapma
Üretici kooperatiflerinin kurulması	141	4.39	0.876
Birlikte üretim projelerinin yaygınlaştırılmasının sağlanması	138	4.19	1.036
Eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması	136	4.17	0.970
Tarımsal kırsal kalkınma desteklerinin artırılması	142	4.15	1.100
Tarımsal danışmanlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması	137	4.07	1.072

\*1) Hiç katılmıyorum 2) Katılmıyorum 3) Kararsızım 4) Katılıyorum 5) Tamamen katılıyorum.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada meyve ve sebze üreten tarım işletmelerinde ortaya çıkan kayıplar ve bunların üzerinde etkili olan faktörler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar büyük ölçüde literatürle tutarlıdır ve üreticilerin alınabilecek önlemler konusundaki farkındalığı yüksek bulunmuştur. Kayıpların azaltılması için alınabilecek bazı teknik önlemler üründen ürüne değişmekle birlikte, çoğu önlem tüm meyve ve sebze grubu için geçerlidir. Nitekim, mevsimsel faktörler nedeniyle oluşan kayıplar tüm ürünleri etkilemekte ve son yıllarda ekonomik değeri yüksek olan bazı ürünlerin üretiminde farklı uygulamalara gidilmektedir. Örneğin, üzüm yetiştiriciliğinde bağların üzerinin polietilen örtülerle kapatılarak, yağmurun etkisi azaltılmakta ve bitki hastalıklarına karşı korunma sağlanabilmektedir (TOB 2019b). Yine kiraz çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklara dayanıksız bir meyvedir. Çiçeklenmeye yakın dönemde olan yağışlar döllenmeye engel olurken, meyvenin olgunlaşma

dönemine yakın olan yağışlar meyve çatlaması yaparak kayıplara neden olabilmektedir (TOB 2019c). Son yıllarda İyi Tarım Uygulamalarına (İTU) yer verilen büyük kiraz bahçelerinde uygulanan örtü sistemi, yağmur, dolu vb. etkilere karşı bahçeleri koruyarak kayıpları azaltmaktadır.

Tarımsal üretim aşamasında meydana gelen kayıpların bir diğer nedeni ise bitki hastalık ve zararlılarıdır. Araştırmada mevsimsel faktörlerden sonraki hasat öncesi kayıp nedeni, bitki hastalık ve zararlıları (4.41) olarak tespit edilmiştir. Hastalık ve zararlılara karşı öncelikle kültürel önlemler alınmalı (hastalıklı bitki artıkları ve meyvelerin bahçe/tarlalardan uzaklaştırılması gibi) sonrasında ise biyolojik ve son çare olarak gerekirse kimyasal mücadele yapılmalıdır. Araştırmada yanlış kullanılan pestisitler hasat öncesi kayıp nedenleri arasında üçüncü sırada bulunmuştur. Üreticilerin bitki hastalık ve zararlıları konusunda yeterli bilgi sahibi olması ve zamanında alacakları uygun tedbirler ile kayıpların önüne geçilmesi mümkündür. Özellikle

kiraz, incir, üzüm gibi çok yıllık bitkilerde gerek hastalık gerekse diğer sebeplerle toplanmayan ve ağaçta kalan ürünler zamanla toprağa düşmektedir. Düşen meyvenin toprağa fungal, bakteriyel hastalıkları bulaştırması, böcekler için besin kaynağı olması, toprağın PH değerini bozması yanı sıra hastalıklar yayılmakta ve sonraki yıllarda da hastalığın görülmesine ve dolayısıyla ürün kayıplarının oluşmasına neden olmaktadır. Domates, salatalık, biber gibi tek yıllık bitkilerde ise ürünler hastalık ve diğer sebeplerle tarlada kalsa bile sürülerek uzaklaştırılması çok yıllık bitkilere nazaran daha kolaydır. İTU'nun yaygınlaştırılması, tarımsal üretimde yapılan işlemlerin kayıt altına alınmasını, toprak, su, yaprak analizlerinin düzenli yaptırılarak bitki besleme hatalarından kaynaklanan kayıpları azaltacağı, hatalı bitki koruma ürünü kullanımının önüne geçeceği, taşıma ve muhafazada uygun ekipman kullanımını sağlayacağı gibi olumlu etkiler nedeniyle önerilmektedir (Demirbaş 2019). İTU'nun yaygınlaştırılması için ise dekar başına verilen İTU destekleme ödemelerinin artırılmasının teşvik edici olacağı değerlendirilmektedir.

Ayrıca, üreticilerin bu kayıplardan en az etkilenmesi için meteoroloji ile ilgili kritik uyarıları takip etmelerini sağlayacak uygulamaların (akıllı telefon uygulamaları gibi) yaygınlaştırılması, meteorolojik zararlara karşı bahçelerde yeni uygulamalara yatırım yapılması da kayıpların azaltılmasında etkili olabilecektir (Demirbaş 2018b).

Araştırmada hasatta meydana gelen kayıpların en önemli sebebinin hasat zamanının doğru belirlenememesi olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, kirazda, çeşide özgü renk ve iriliğe ulaştıklarında, yeme olumu döneminde elle hasat edilmesi önerilmektedir (TOB 2016a). İncirde hasat zamanı meyvenin taze veya kurutulmuş olarak değerlendirilmesine bağlı olarak değişmektedir. Kuru incir üretiminde, ağaç üzerinde kendi halinde buruklaşarak toprağa düşen kuru meyveler toplanarak kurutulmaya bırakılmaktadır (Şahin ve ark. 2012). Taze incirde ise neredeyse tamamen olgunlaşmış incirlerin hasat edilmesi gerekmektedir. Taze incirde kabuk rengi ve et sıklığı olgunluk endeksleridir (Muhammed Asif 2010). Domatesin hasat zamanı; pazara olan uzaklığa, yol durumuna ve tüketici istekleri ile işleneceği ürün gibi faktörlere bağlı olmakla birlikte yeşilden kırmızıya kadar oluşan renk değişimi dikkate alınarak hasat zamanı belirlenmektedir (TOB 2016b). Biber, uygun büyüklüğe geldiğinde hasat edilmelidir. Salçalık ve kırmızı toz biber üretiminde ise meyveler tamamen kızarıncaya kadar beklenmelidir. Hıyarda ise ilk hasat için en uygun zaman meyvelerin normal çeşit iriliğinin (sofralık, turşuluk) 1/3'ü veya en fazla 1/2'sine ulaştığı zamandır. Hasadın gecikmesiyle meyveler fazla irileşmekte, şekli bozulmakta ve pazar değerini yitirmektedir (Tarm Kütüphanesi 2019).

Görüldüğü gibi, kayıplar üzerinde etkili olan faktörlerin bir çoğu deneyim kadar teknik bilgi de gerektirmektedir. Nitekim, araştırmada da kayıplar üzerinde üreticilerin bilgi ve tecrübe eksikliği ikinci en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Yine araştırmada üreticilerin %50.7'si Bakanlığın veya diğer kamu kurum ve kuruluşlarının tarımsal faaliyetler ile ilgili eğitimlerine katılmadığını belirtmiştir. Üreticilere kayıpların azaltılması için önerileri sorulduğunda ise eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması öne çıkarılmıştır. Bu nedenle üreticilere yönelik eğitimlerle, yetiştirme ve hasat teknikleri konusundaki bilgi eksikliği giderilerek ürünlerin doğru zamanda ve doğru şekilde hasat edilmesi sağlanabilir (GYKMAEM 2018).

Araştırmada hasat sonrası ürün kayıplarının en önemli nedeni fiyat belirsizlikleri olarak değerlendirilmiştir

(Adanacioğlu 2016). Bu durumda genellikle üretici ürününü hasat etmekten veya hasada devam etmekten vazgeçmekte ve mahsul tarlada/bağ/bahçede kalmaktadır. Bu durum özellikle domates ve biber gibi pazar değeri düşük ancak işçilik ve toplama masrafları yüksek olan ürünlerde ortaya çıkmaktadır. Nitekim, araştırmada da arz talep dengesizliği sonucu veya ekonomik olmaması nedeniyle ürünün tarlada kalması hasat sonrası kayıplarda bir diğer önemli faktör olarak tespit edilmiştir.

Hasat sonrası kayıpların diğer önemli bir nedeni ise hasattan sonra ürüne özgü uygun hasat sonrası teknolojilerin kullanılmamasıdır. Hasat sonrası teknolojiler arasında en önemlisi ürünlerin soğukta, modifiye ve kontrollü atmosferde muhafazasıdır. Özellikle kiraz, üzüm, incir gibi bahçe ürünlerinin kalitelerinin korunması, raf ömrünün uzaması ve bozulmalarının önlenmesi için hasat sonrası soğukta muhafaza son derece önemlidir (Doğan ve Erkan 2014). Nitekim, araştırmada hasat sonrası muhafaza şartlarının sağlanamaması hasat sonrası kayıp nedenleri arasında ikinci en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Üretici örgütlenmesinin etkin düzeyde sağlanması ile soğuk hava depo yatırımı gibi koşulların daha kolay sağlanabileceği düşünülmektedir. Nitekim üretici önerileri de bu doğrultudadır.

## Kaynaklar

- Adanacioğlu H (2016) Factors affecting farmers' decisions to participate in direct marketing: A case study of cherry growers in the Kemalpaşa District of Izmir, Turkey. *Renewable Agriculture and Food Systems* 32(4): 291-305.
- Berjan S, Capone R, Debs P, Bilali H (2018) Food losses and waste: A global overview with a focus on Near East and North Africa region. *IJAMAD*. <http://www.ijamad.iaurasht.ac.ir>. Erişim 31 Ağustos 2019.
- Bilali H (2018) Research on food losses and waste in North Africa. *The North African Journal of Food and Nutrition Research* 2(3): 51-57.
- Buzby JC, Wells HF, Hyman J (2014) The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States. *USDA Economic Research Service: Washington, DC, USA, EIB-121*.
- Capone R, Bennett A, Deps P, Bucatariu CA, Bilali HE, Smolak J, Lee WTK, Bottalico F, Diei-Ouadi Y, Toppe J (2016) Zero waste in the Mediterranean Natural resources, food and knowledge. *FAO and CIHEAM*.
- Demirbaş N (2018a) Dünyada ve Türkiye'de gıda israfını önleme çalışmalarının değerlendirilmesi. VIII. IBANESS Congress Series, Plovdiv, Bulgaria, s. 521-526.
- Demirbaş N (2018b) Precision agriculture in terms of food security: Needs for the future. X. IBANESS Congress Series, Ohrid, Macedonia, pp. 308-313.
- Demirbaş N (2019) İyi tarım uygulamaları ile meyve bahçelerinde ortaya çıkan üretim, hasat ve hasat sonrası kayıpları azaltılabilir mi?. XII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreleri Serisi, Plovdiv, Bulgaristan, s. 289-296.
- Doğan A, Erkan M (2014) Bahçe ürünlerinin muhafazasında yeni bir teknoloji: Palistore (palliflex) ortamında depolama. *Meyve Bilimi* 1(2): 1-6.
- Escaler M, Teng P (2011) Mind the gap: Reducing waste and losses in the food supply chain. *Centre for Non Traditional Security Studies INSIGHT*.
- FAO (2014) Food losses and waste in Latin America and the Caribbean.
- FAO (2017) Policy measures for managing quality and reducing post-harvest losses in fresh produce supply chains in South Asian countries, Rome.

- FAO (2019) Key facts on food loss and waste you should know!. <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>. Erişim 17 Temmuz 2019.
- Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, Van Otterdijk R, Meybeck A (2011a) Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. FAO and SIC, Dusseldorf, Germany.
- Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U (2011b) Global food losses and food waste, save food congress. FAO and SIC, Düsseldorf.
- Güngör M, Bulut Y (2008) Khi-kare testi üzerine. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi: 84-89.
- Güriş S, Astar M (2014) Bilimsel araştırmalarda SPSS ile istatistik. Der Kitabevi, ISBN: 978-975-353-418-5, İstanbul.
- GyKMAEM (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü) (2018) Gıda zincirindeki hasat sonrası kayıpları azaltmak için yenilikçi yaklaşımlar.
- HLPE (The High Level Panel of Experts) (2014) Food losses and waste in the context of sustainable food systems; A report by the high level panel of experts on food security and nutrition of the committee on world food security, Rome.
- Johnson LK, Dunninga RD, Bloomb JD, Gunter CC, Boyettec MD, Creamera NG (2018a) Estimating on-farm food loss at the field level: A methodology and applied case study on a North Carolina farm. Resources, Conservation & Recycling 137: 243-250.
- Johnson LK, Dunninga RD, Gunter CC, Bloomb JD, Boyettec MD, Creamera NG (2018b) Field measurement in vegetable crops indicates need for reevaluation of on farm food loss estimates in North America. Agricultural Systems 167: 136-142.
- IFPRI (International Food Policy Research Institute) (2012) A changing global harvest. Global Food Policy Report. <http://www.ifpri.org/gfpr/2012/agricultural-productivity>. Erişim 27 Aralık 2019.
- İTOİM (2018) İstatistik veri tabanı. <http://izmir.tarimorman.gov.tr>. Erişim 12 Kasım 2018.
- Meyer HC, Frieling D, Hamer M, Oertzen G (2017) Food losses in supply chains for fruits, vegetables and potatoes between field and retail shelf in North-Rhine Westphalia, Germany. International Journal on Food System Dynamics, p. 24-30. (available online at [www.centmapress.org](http://www.centmapress.org)). Erişim 27 Aralık 2019.
- Muhammed Asif CC (2010) Effect of fruit hardening treatments on postharvest quality maintenance and shelf life extension of fig (*Ficus carica* L.) fruits at low temperature storage condition. Central Food Technological Research Institute, Mysore, India.
- Oluk CA (2018) Yarı işlenmiş meyve ve sebzelerin muhafaza yöntemleri. Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 1(1): 96-130.
- Ramjan MD, Ansari MH (2018) Factors affecting quality of fruits and vegetables. Journal of Medicinal Plants Studies 6(6): 16-18.
- Salihoğlu G, Salihoğlu NK, Uçaroğlu S, Banar M (2018) Food loss and waste management in Turkey. Bioresource Technology 248: 88-99.
- Şahin B, Özen M, Köseoğlu İ, Konak R, Doğan Ö, Tutmuş E (2012) Kuru incir yetiştiriciliği ve aflatoxin yönetimi el kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, İzmir, s. 70.
- Tarım Kütüphanesi (2019) Hıyar yetiştiriciliği. [http://www.tarimkutuphanesi.com/HIYAR\\_YETISTIRICILIGI\\_00\\_028.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/HIYAR_YETISTIRICILIGI_00_028.html). Erişim 31 Temmuz 2019.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı (2019) Bazı meyveler için hasat sonrası kayıpların ekonomik analiz raporu. <http://www.postharvestproject.com/uploads/outputs/d3270dfd-9d15-4b65-a2b9-9d13567be7e9.PDF>. Erişim 12 Aralık 2019.
- Thompson AK (2007) Preharvest factors on postharvest life. [https://pub.epsilon.slu.se/9029/1/Ali\\_L\\_120906.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/9029/1/Ali_L_120906.pdf). Erişim 09 Şubat 2019.
- TOB (2016a) Kiraz vişne hastalık ve zararlıları ile mücadele. [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik\\_zararlılari\\_ile\\_mucadele\\_dokumanlari/kiraz.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik_zararlılari_ile_mucadele_dokumanlari/kiraz.pdf). Erişim 31 Temmuz 2019.
- TOB (2016b) Domates hastalık ve zararlıları ile mücadele. [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik\\_zararlılari\\_ile\\_mucadele\\_dokumanlari/domates.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik_zararlılari_ile_mucadele_dokumanlari/domates.pdf). Erişim 31 Temmuz 2019.
- TOB (2019a) Yıllara göre meyve ve sebze üretim miktarı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-bitkileri/urunler-ve-uretim>. Erişim 21 Temmuz 2019.
- TOB (2019b) Bağ hastalık ve zararlıları ile mücadele. [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik\\_zararlılari\\_ile\\_mucadele\\_dokumanlari/bag.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/BitkiHizmetleri/hastalik_zararlılari_ile_mucadele_dokumanlari/bag.pdf). Erişim 31 Temmuz 2019.
- TOB (2019c) Kiraz yetiştiriciliği. <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/kirazyetistirciligi.pdf>. Erişim 29 Temmuz 2019.



## Evaluation of different mechanical harvesting systems of table olive (*Olea europaea* cv. Gemlik)

Sofralık zeytinde farklı mekanik hasat sistemlerinin değerlendirilmesi (*Olea europaea* cv. Gemlik)

Muammer YALÇIN<sup>1</sup>, Fazilet N. ALAYUNT<sup>2</sup>, Bülent ÇAKMAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Turkey

<sup>2</sup>Department of Agricultural Engineering and Technologies, Agricultural Faculty, Ege University, Izmir,

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Yalçın, e-mail (e-posta): muammeryalcin1@hotmail.com

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): fazilet.alayunt@ege.edu.tr, bulent.cakmak@ege.edu.tr

### ARTICLE INFO

Received 18 September 2019  
Received in revised form 19 March 2020  
Accepted 19 March 2020

#### Keywords:

Trunk shaker  
Vibration  
Olive harvesting with machine  
Harvest performance

### ABSTRACT

The experiments were conducted in Gemlik olive variety (*Olea europaea* cv. Gemlik)'s orchard to determinate the harvesting performance of different harvesting methods namely hand, branch shaker and trunk shaker at different frequencies and compare the harvesting methods. Trunk shaker with eight different frequencies were operated. In the first and second year of the experiments at the optimum harvest time, fruit volume, fruit detachment force, fruit weight, the ratio of fruit detachment force to fruit weight were found to be 3.9-4.0 cm<sup>3</sup>, 3.27-3.99 N, 4.23-4.28 g, 0.77-0.94 N g<sup>-1</sup> respectively. Best results were obtained by using the trunk shaker with low frequencies as trunk shaker machine (TSM) 22 Hz. Fruit damage, tree damage levels, harvesting efficiency, duration of operation per tree and work productivity of trunk shaker with 22 Hz were found as less than 1.5%, 2.86%-7.24%, 93.93%-92.92%, 2.51-2.81 min tree<sup>-1</sup> and 286.22-355.72 kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> respectively in two-years (2012 and 2013) trials.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Eylül 2019  
Düzeltilme tarihi 19 Mart 2020  
Kabul tarihi 19 Mart 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Gövde sarsıcı  
Titreşim  
Makinalı zeytin hasadı  
Hasat performansı

### ÖZ

Denemeler, Gemlik çeşidi zeytin bahçelerinde farklı zeytin hasat yöntemleri; elle toplama dal sarsıcı ve gövde sarsıcının farklı frekanslarındaki hasat performanslarının belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Gövde sarsıcı sekiz farklı frekansta çalıştırılmıştır. Denemelerin birinci ve ikinci yılında optimum hasat zamanında, meyve hacmi, meyve kopma kuvveti, meyve ağırlığı, meyve kopma kuvvetinin meyve ağırlığına oranı sırasıyla 3.9-4.0 cm<sup>3</sup>, 3.27-3.99 N, 4.23-4.28 g, 0.77-0.94 N g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Genel performans kriterleri incelendiğinde, en olumlu sonuçlar gövde sarsıcının 22 Hz. Frekans değerinde alınmıştır. İki yıllık çalışmalar sonucunda, meyve hasarı, ağaç hasar seviyeleri, hasat etkinliği, ağaç başına hasat süresi iş başarısı 2012 ve 2013 yılları için sırasıyla, %1.5'den az, %2.86-%7.24, %93.93-%92.92, 2.51-2.81 min ağaç<sup>-1</sup> ve 286.22-355.72 kg işçi<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

## 1. Introduction

Providing more than 95% of global olive production, the Mediterranean basin countries include Spain, Italy, Greece, Portugal, France, Turkey, Tunisia, Syria and Morocco (FAO 2016). Turkey has been one of the major producers of olives among Mediterranean countries and ranks the fourth among olive producer countries.

Harvesting is one of the most important operations in olive growing. High quality olives need careful supervision of the operators in each step of the production and processing. Spain and Italy are the main olive producers and have developed new technologies in harvesting.

The most common harvest method for table olive is hand picking that is traditional method. In this method, work productivity is low and harvesting cost is high. If the product quality is protected properly, and suitable techniques are implemented at each step of production and processing, the costs of production and environmental degradation will reduce. Beside these the long harvest poles are widely used in traditional olive harvesting method and causing major problems. This method damages both fruit and the yearly shoots carrying buds that provide the following year's product. This situation lowers the quality of the fruit and increases of periodicity much



more. Also, both the difficulty of finding laborers and the high prices make mechanical harvesting unavoidable (Saraçoğlu 2008). Çiçek et al. (2010) expressed that time and management size are two most important factors in olive harvesting and machinery harvesting methods over traditional methods should be preferred.
















The total labor time for harvest of fruit is 40-80% of total production time, forming 30-60% of total production costs (Saraçoğlu 2006). Saraçoğlu and Özarslan (2003) reported that harvesting with mechanical limb shakers provided least harvest damage and highest productivity. Jiménez-Jiménez et al (2013) expressed that the olives harvested with trunk shakers and dropped to the ground had 12 times higher than handpicked fruits. Gezer and Güner (2000) determined that apricot fruit weight, strength of fruit hold to branch, bending force of stalk, stalk length, amplitude, frequency, location of bracket and link points, spring rigidity of branches and so on are factors affecting the detachment of fruit from the branch. Tombesi et al. (2017) determined that sucker such as vegetative, unproductive shoots borne on the main branches, removal prior to mechanical harvesting increases trunk and branch acceleration especially at low frequencies. Hoshyarmanesh et al. (2017) expressed that best harvesting efficiency was obtained when the trunk shaker mounted on 1.1 m above the ground at 20 Hz in warm condition for 10 s. Testing of new methods and machines that will be an alternative to traditional harvesting methods and determination of the best working conditions is of great importance for increasing productivity and quality in olive production.

The aim of this study is to determine the harvest performance of hand picking, limb shaker machine (LSM) and TSM with different frequencies which include shock frequencies for Gemlik olive variety.

## 2. Materials and Methods

The research was conducted at the trial area of Atatürk Horticultural Central Research Institute in the south of the Marmara region of Turkey. Characteristics of orchard and olive trees are given in Table 1.

**Table 2.** Maturity index (Saraçoğlu and Ulusoy 2008).

Group number	Skin color	Fruit flesh	Fruit's Outside appearances	Fruit's Inside appearances
0	Deep green	Hard		-
1	Yellow green	Starting to soften		
2	<Half the fruit surface turning red, purple or black			
3	>Half the fruit surface turning red, purple or black			
4	All purple or black	All white or green flesh		
5	All purple or black	< Half the flesh turning purple		
6	All purple or black	> Half the flesh turning purple		
7	All purple or all black	All flesh purple to the pith		

**Table 1.** Characteristics of orchard and trees.

Orchard Tree Characteristics	Gemlik (black, table)
Planting interval (m)	7 x 7
Planting density (tree ha <sup>-1</sup> )	204
Slope	0%
Year planted	1989
Pruning style	Free
Mean tree crown height (m)	4.05±0.38
Mean crown diameter (m)	4.21±0.10
Mean trunk height (m)	0.88±0.35
Mean trunk diameter (m)	0.19±0.04
Mean productivity (kg tree <sup>-1</sup> )	16.0±4.50

Trials were conducted for two years except for the preliminary trials. In the second year, the method given high performance in the first year trials was repeated.

Studies related to olive fruit before harvest was carried out in orchard and laboratory. In order to identify color differences of fruits; L, C\*, h° coordinates were determined by using Minolta CR 300 Chroma Meter at harvest time.

To determine fruit maturity index ( $I_z$ ) (Table 2), 100 olives were cut and color intensity was evaluated (Boskou 1996, Saraçoğlu 2008). The maturity index was calculated by the equation below;

$$I_z = \frac{[(n_0 \cdot 0) + (n_1 \cdot 1) + (n_2 \cdot 2) + \dots + (n_n \cdot n)]}{100} \quad (1)$$

In the formula above;

$I_z$ : Olive maturity index (0...7),

$n_n$ : Sample number in the characteristic group.

When maturity index ( $I_z$ )  $\cong$  5-6 the decision to harvest is made (Qabatty 2010). For fruit oil measurement, Soxhlet extractor was used (Cemeroğlu 2013). Fruit volume was determined by the water displacement method and Kavalier

Stabil brand Simax glass measuring cylinder was used. All of these analyses were carried out to determine the level of fruit maturity.

In order to determine the optimum harvest time, fruit detachment force (N) was measured by using a push-pull Chatillon brand analog force gauge within 0.1 N accuracy, with 3 repetitions using 10 fruits from the four different sides of the tree. The ratio of fruit detachment force to fruit weight (FDF/FW) was determined.

Table olive varieties can be damaged easily. For that reason, table olive is harvested by hand. Hand harvest method consists of hand picking of fruit, putting to baskets, using ladder to reach high branch of tree (Figure 1c). Consequently it takes more time than other harvesting methods and hand or traditional harvesting is not satisfactory in terms of time and cost. Accordingly, it is inevitable that the machines will be used for harvesting. In this study three different harvesting methods such as, trunk shaker at different frequencies (Figure 1a), limb shaker (Figure 1b) and harvesting by hand (Figure 1c) were tested and compared. The

technical characteristics of limb shaker and mobile trunk shaker used in this study are given in Table 3.

In preharvest trials, in order to determine the limit of tree by the usage of shakers, the spring rigidity of tree was measured. As previous studies used intervals from 5-15 s, duration of vibration for harvesting was chosen as 8 s (Güner and Gezer 2001; Saraçoğlu 2008; Keçecioglu 1975; Hoshyarmanesh et al. 2017; Leone et al. 2015). Mayo (1994) determined that the effect of instant shock frequencies was to ease fruit fatigue and falls. Three different shock frequencies were determined as 18+22 Hz, 22+25 Hz, 22+28 Hz. Harvest studies were carried out with hand picking (three laborers) and LSM (one laborer/operator) and TSM (one laborer/operator) 18 Hz, 20 Hz, 22 Hz, 25 Hz, 28 Hz frequencies and 18+22 Hz, 22+25 Hz, 22+28 Hz frequency combinations) (one laborer/operator) with 8 s vibration duration within 5 repetitions. During the operation of shock frequencies; for example shock frequency such as 22+25 Hz was carried out uninterrupted and continually 4 s for 22 Hz and 4 s for 25 Hz in total 8 s. Trials were done on 5 trees

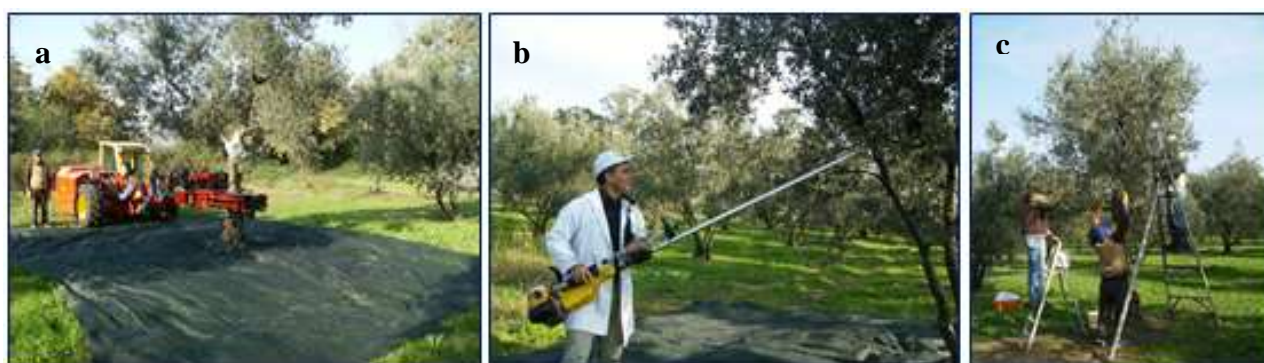


Figure 1. a; Harvest by trunk shaker, b; Harvest by limb shaker, c; Harvest by hand.

Table 3. Technical characteristics of mechanical limb shaker and trunk shaker.

Limb Shaker		Numbers/Measures
Weight (kg)		12
Maximum length (m)		6
Frequency (Hz)		20
Amplitude (mm)		6.2
Cylinder volume (cm <sup>3</sup> )		50
Fuel tank capacity (L)		1.5
Power (kW)		2.5
Mobile Trunk Shaker		
Movement	Hydrostatic, 360 degree, joystick and steering wheel	
Fuel	Diesel	
Motor Power	Motor: 99 kW (135 HP) diesel	
Amplitude	20-60 mm (catalogue value)	
Vibration frequency	20-58 Hz (catalogue value)	
Boom (telescopic)	4.5 m	
Rotational motion	360°	
Controls (Joystick)	2	
Arm length	2.8 m - 6 m	
Measurements of shaking head	45-75-110 cm	
Weight	5200 kg	
Gripping tongs	0-80 cm opening, 30° with ability to grip sloped branches and trunk. Also head can be directed up and down and be raised and lowered.	

on Gemlik table olive cultivar for each variable. TSM harvesting was completed by one laborer (operator) operates the trunk shaker. The following variables were investigated for all harvest methods in the trials;

- Work productivity kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>
- Harvest efficiency (%)
- Duration of operation per tree (min tree<sup>-1</sup>)
- Damage levels (%)

The variable of work productivity (kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) were measured for LSM and TSM for each tree separately and work productivity value was calculated using the equation given below;

$$\text{Work Productivity (kg worker}^{-1}\text{h}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Amount of produce harvested}) \cdot 60}{\text{Time spent on harvest (min)}} \quad (2)$$

During the harvesting by hand, duration of operation per tree (min tree<sup>-1</sup>) was measured. The handling and idle time of them were excluded while the actual duration of operation per tree of the trunk shaker and limb shaker were determined. Duration of operation per tree for limb shaker and trunk shaker included approaching- grasping of trunk/limb-shaking of trunk for trunk shaker (8 s)/shaking of each limb of tree. Fruit remaining on the tree were also collected by hand.

$$HY = \left( \frac{K_1}{K_1 + K_2} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

In the formula above;

HY: Harvest efficiency (%),

K<sub>1</sub>: Amount of fruit harvested (kg tree<sup>-1</sup>),

K<sub>2</sub>: Amount of fruit remaining on the tree (kg tree<sup>-1</sup>).

To obtaining variable of damage levels; The leaf+branch+shoots amount was determined as a percentage of the total material shed by the tree at the end of the harvest (Saraçoğlu and Ulusoy 2009);

$$\text{Damage} = \frac{(\text{Leaf+Branch+Shoots}) \text{kg tree}^{-1}}{(\text{fruit+leaf+Branch+Shoots}) \text{kg tree}^{-1}} \cdot 100 \quad (4)$$

The detection of tree damage caused by trunk shaking and limb shaking; Visual inspection was carried out to identify the presence of any damage to tree trunk and branches due to mechanized harvesting. In first year experiments, fruit damage was determined by visual inspection.

The results of TSM, LSM and hand harvesting variables were statistically analyzed and compared. According to the first year results obtained from all methods, the best results were achieved by using of trunk shaker with 22 Hz frequency for Gemlik variety olive harvesting. In the second year, harvesting by trunk shaker with 22 Hz frequency was repeated in the same area. In the second year trials, once again harvest performance values such as harvest efficiency, work productivity, duration of operation per tree, and damage level for TSM 22 Hz were determined. The values of variables were analyzed using the MSTAT-C statistical program. The significance levels of

variation values of the methods were investigated with variance analysis (p<0.05) and differences in means of factor levels were compared with the Duncan multiple range test. Obtained two years results were compared with each other.

### 3. Results and Discussion

At the harvest time, I<sub>z</sub>, L, C\*, h° were determined as 5.67, 60, 20, 50 respectively. Maturity index increased over time. In one and a half month duration I<sub>z</sub> value reached 7 and indicated over-ripening. At the harvest time, mean dry material was 48.76 % with mean oil in dry material found as 39.23%. The obtained results clearly show the importance of harvesting at the best time. The FDF/FW ratio at olive harvest time is an important parameter for mechanization. When Gemlik variety olive get ripe, the fruit detachment force reduces and fruit weight increases slightly and it may be said that a reduction occurred in the ratio of detachment force to fruit weight (FDW/FW). Farinelli et al. (2012), determined that FDF/ FW ratio must be equal to or lower than 2.3 to ensure mechanical harvesting yield equal to or higher than 85%. At harvest time, the mean fruit detachment force (FDF), mean fruit weight (FW) and FDF/FW ratio were found as 3.27N ± 0.21, 4.23 g ± 0.28, 0.77 N g<sup>-1</sup> ± 0.01 respectively. Mean fruit volume was measured as 4.02 cm<sup>3</sup> ± 0.11. At harvest time in the second year with appropriate harvest time supported by the FDF/FW ratio found as 0.94 N g<sup>-1</sup> ± 0.5. In second year the mean volume of fruit was calculated 3.90 cm<sup>3</sup> ± 0.18.

Due to preliminary studies to identify the spring rigidity value of the tree providing a tree spring constant below 50 mm, amplitude was not taken as a separate factor but this value measured as 25 mm from previous study result. It was assumed that this value would not damage the tree.

The results of first year experiments show that fruit damage was less than 1.5%. The fruit damage was not affected by harvesting methods.

According to the randomized block design with 95% confidence interval, harvest efficiency found that hand picking variable was first rank with 99.88% ± 0.05 harvest efficiency, followed by TSM at 22 Hz with 93.93% ± 3.45 harvest efficiency (Table 4). LSM was in last place (64%) (Figure 2).

As it is shown Figure 3, the greatest amount of time as 54.96 min worker<sup>-1</sup> tree<sup>-1</sup> was determined for harvesting by hand. There were not any statistical differences between other harvesting methods (Table 4).

The lowest damage level (1.79%) was obtained with hand picking method. This was followed by LSM and TSM 22-18-20 Hz respectively. However, LSM values may not be considered because they have high standard deviation value. In this case, the TSM 22 Hz method can be regarded as the second rank in terms of the low level of fruit damage (2.86%) (Figure 4).

The level of frequency of trunk shaker is a very important parameter to get high level work productivity. As shown in the Figure 5, TSM 20 Hz, TSM 22 Hz, TSM 18+22 Hz methods gave the best work productivity results with 344.96 kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, 286.22 kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> and 286.79 kg worker<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> respectively.

However, it is noteworthy that the standard deviation of work productivity is high when working with TSM 18+22 Hz. As it is known, hand picking has many difficulties such as external factors and low work productivity. The exclusively TSM 22 Hz method was used in the second year trials because

of the results of first year trials and the other external factors (labor, climate condition, orchard etc.). The values of harvesting performance of TSM 22 Hz for both years were obtained, compared and evaluated.

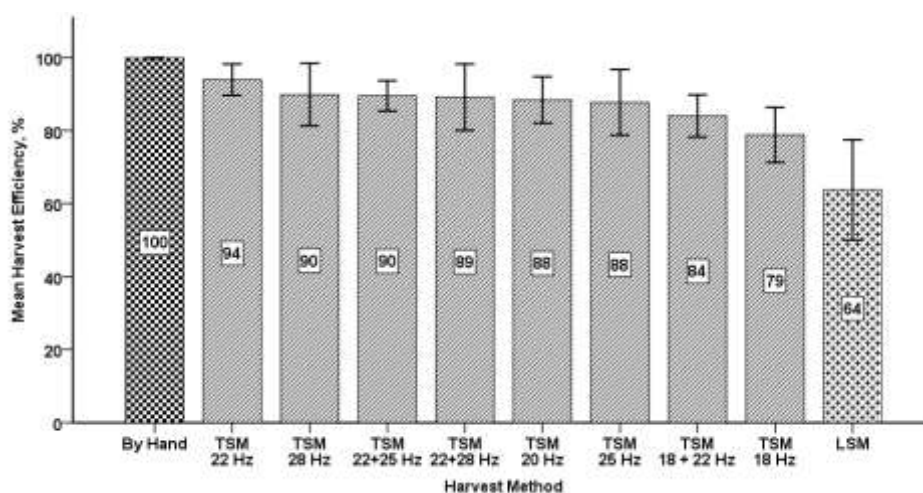
levels of two years almost the same. For this reason, it is understood that Gemlik variety table olive can be harvested by TSM 22 Hz method (Figure 6).

Compared two-year variables of harvest trials made by TSM 22 Hz method. The used method's harvest efficiency

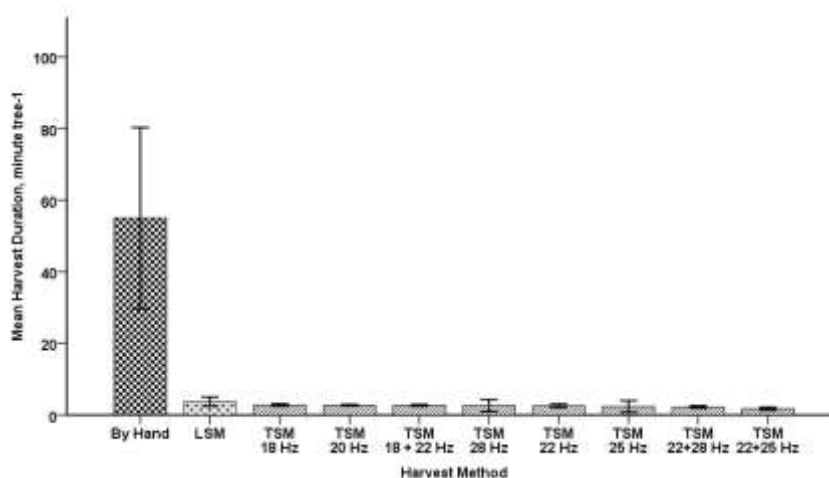
**Table 4.** Damage level, duration of operation per tree, harvest efficiency and work productivity of harvesting methods.

Harvest Methods	Damage Level			Duration of Operation			Harvest Efficiency			Work Productivity		
	Mean	SEM	$\sigma$	Mean	SEM	$\sigma$	Mean	SEM	$\sigma$	Mean	SEM*	$\sigma$
TSM 22 Hz	2.86 <sup>abc</sup>	0.38	0.85	2.51 <sup>a</sup>	0.18	0.40	93.93 <sup>d</sup>	1.55	3.45	286.22 <sup>de</sup>	43.22	96.65
TSM 25 Hz	5.48 <sup>bcd</sup>	0.97	2.18	2.33 <sup>a</sup>	0.60	1.33	87.71 <sup>cd</sup>	3.24	7.24	189.15 <sup>bcd</sup>	30.69	68.62
TSM 28 Hz	5.69 <sup>cd</sup>	1.02	2.28	2.60 <sup>a</sup>	0.60	1.35	89.85 <sup>cd</sup>	3.08	6.89	231.21 <sup>cd</sup>	21.50	48.07
TSM 22+25 Hz	5.93 <sup>d</sup>	0.97	2.18	1.74 <sup>a</sup>	0.16	0.36	89.50 <sup>cd</sup>	1.50	3.35	252.67 <sup>cde</sup>	33.82	75.62
TSM 22+28 Hz	14.76 <sup>e</sup>	0.98	2.20	2.22 <sup>a</sup>	0.12	0.27	89.10 <sup>cd</sup>	3.27	7.32	159.18 <sup>bc</sup>	25.08	56.08
TSM 18 Hz	3.65 <sup>abcd</sup>	0.39	0.96	2.77 <sup>a</sup>	0.12	0.29	78.81 <sup>b</sup>	2.93	7.18	266.50 <sup>cde</sup>	27.21	66.64
TSM 18+22 Hz	5.75 <sup>cd</sup>	0.81	1.98	2.67 <sup>a</sup>	0.09	0.21	84.00 <sup>bc</sup>	2.25	5.52	286.79 <sup>de</sup>	51.82	126.94
TSM 20 Hz	4.45 <sup>abcd</sup>	1.31	3.20	2.71 <sup>a</sup>	0.07	0.16	88.37 <sup>cd</sup>	2.48	6.07	344.86 <sup>e</sup>	44.38	108.71
LSM	2.67 <sup>ab</sup>	0.98	2.20	3.70 <sup>a</sup>	0.46	1.03	63.75 <sup>a</sup>	4.93	11.03	94.83 <sup>ab</sup>	16.67	37.27
By Hand	1.79 <sup>a</sup>	0.73	1.64	54.96 <sup>b</sup>	9.11	20.38	99.88 <sup>e</sup>	0.05	0.02	25.60 <sup>a</sup>	0.30	0.68

TSM, LSM p<0.00, \*: Standars Error of Means.



**Figure 2.** Harvest efficiency of methods and standard deviations.



**Figure 3.** Duration of operation per tree and standard deviations.



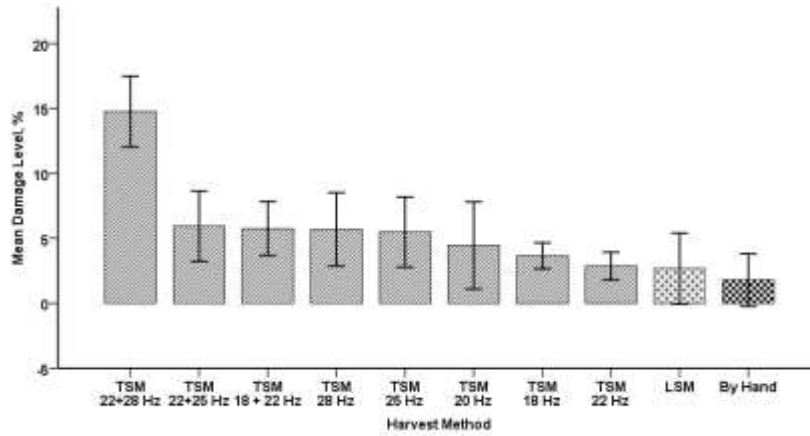


Figure 4. Damage levels (percentage of leaf, branch and shoots mass) of harvest methods and standard deviation.

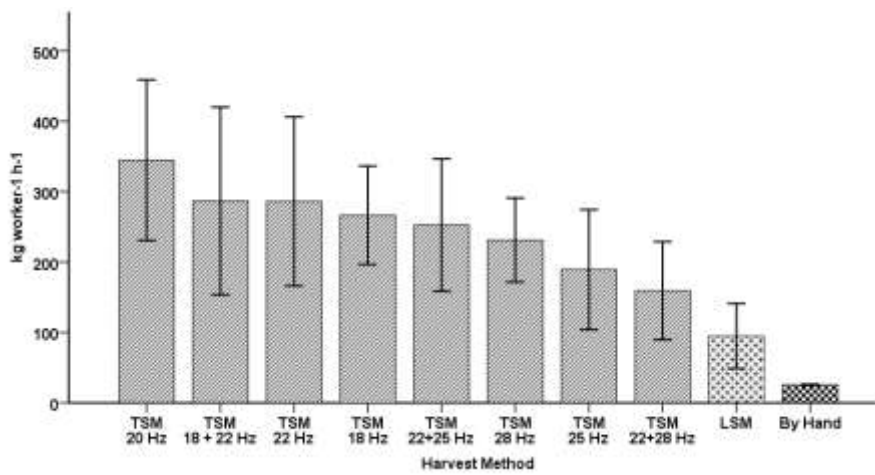


Figure 5. Work productivity of methods and standard deviation.

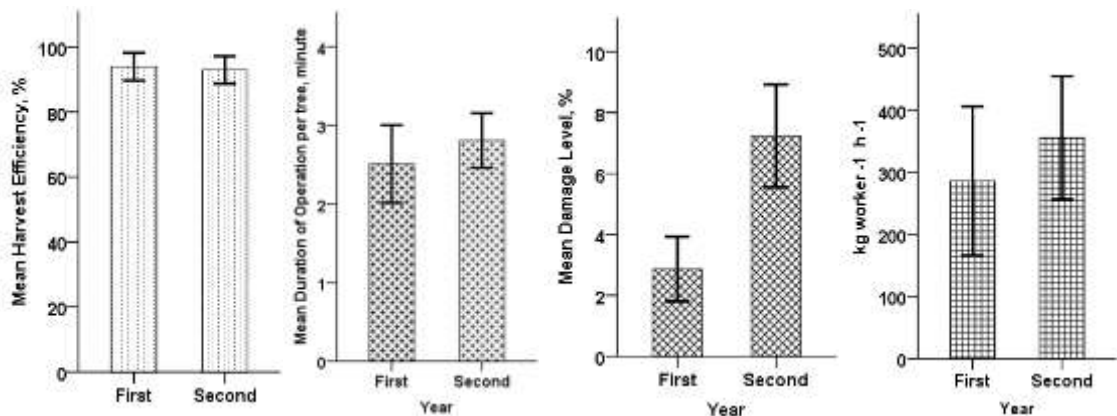


Figure 6. The comparison of first and second year harvest variables values of TSM 22 Hz method.

#### 4. Conclusion

Comparing olive harvest with TSM, LSM and traditional hand-picking, in each situation trunk shaking should be chosen. However, sloped fields where trunk shakers cannot be operated, or for young trees or trees with structure inappropriate for trunk shakers, limb shakers may be used.

According to the result obtained in first year trials, shock vibration use caused the problem of greater leaf shedding and in

situations such as when the operator is not confident in transitioning from one frequency to another and/or machine design does not allow this, it may not be practical under current conditions. Plantation should be suitable designed for mechanical harvesting. It is considered that design development studies are recommended to make this transition applicable. [Castro-Garcia \(2015\)](#) also expressed that trunk shakers with high acceleration improve harvesting efficiency, but it causes more damage to the harvested fruit. During the operation, it is



very important to have minimum fruit and tree damage as much as high harvesting efficiency. According to results of harvesting trials, trunk shakers with low frequencies such as TSM 20 Hz and TSM 22 Hz for 8 s may be recommended.

In harvest time, while TSM includes approach, vibration and retreat from the tree, with LSM all branches were easily reached using the hook on the end of the branch pole extension and quickly vibrated. However, as all sides of the tree were not reached with LSM, some branches could not be gripped and thin branches may be broken. The harvest efficiency may be decreased in this situation. The operator of the LSM carries the machine by hand and may experience problems and difficulties due to the weight of the machine and vibration during working. The extension pole of the machine and the controls must be continuously held tightly causing discomfort. Due to misuse of mechanical limb shakers during harvest, severe peeling of bark and detachment of branches and shoots may occur.

Another criterion in the choice of harvest machine is the number of trees. Rather than large-scale production facilities using hand - held harvest machines, using TSM for harvesting assisted by hand- held harvest machines will be the correct choice. Also, time, tree numbers are so important for mechanical harvesting system (Çiçek 2011). If we have more than 100 hectares plantation, mechanical system would be economic. Otherwise cooperative system may be suggested.

### Acknowledgment

Authors thank their family for their patience, thank for their director and office friends and also for financial support of General Directorate of Agricultural Research and Policies-Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forest. In this trial, some parts of subjects were taken from my PhD thesis "The Effects of Vibration Characteristics of Different Types of Shakers on The Harvesting Performance of Gemlik Olive Variety".

### References

- Boskou D (1996) Olive Oil: Chemistry and technology. Mountain, (Champaign, IL). USA: AOCS Press, pp. 52-83.
- Castro-Garcia S, Castillo-Ruiz FJ, Jimenez-Jimenez F, Gil-Ribes JA, Blanco-Roldan GL (2015) Suitability of Spanish 'Manzanilla' table olive orchards for trunk shaker harvesting. *Biosystems Engineering* 129: 388-395.
- Cemeroğlu BS (2013) Basic operations in food engineering. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, pp. 872.
- Çiçek G, Sümer SK, Kocabıyık H (2010) Farklı hasat yöntemlerinin iş başarıları ve zeytin verimine etkisi üzerine bir araştırma (2. Yıl Sonuçları). 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Hatay, s. 23.
- Çiçek G (2011) Determination of harvesting costs and cost analysis for different olive harvesting methods. *International Journal of Food, Agriculture & Environment* 9(3-4): 201-204.
- FAO (2016) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org>. Accessed 06 November 2014.
- Farinelli D, Tombesi S, Famiani F, Tombesi A (2012) The fruit detachment force/fruit weight ratio can be used to predict the harvesting yield and the efficiency of trunk shakers on mechanical harvested olive. *Act Horticulture* 965: 61-64.
- Gezer İ, Güner M (2000) Determination of the effect of the clamp connection point of cable shaker and eccentric shaker on the harvesting rate in the harvest of apricots. *Journal of Agricultural Sciences* 6(1): 21-24.
- Güner M, Gezer İ (2001) Determination of some parameters of hand shaker in apricot harvesting. *Journal of Agricultural Sciences* 7(1): 5-8.
- Hoshyarmanesh H, Dastgerdi HR, Ghodsi M, Khandan R, Zareinia K, (2017) Numerical and experimental vibration analysis of olive tree for optimal mechanized harvesting efficiency and productivity. *Computers and Electronics in Agriculture* 132: 34-48.
- Jiménez-Jiménez F, Castro-García S, Blanco-Roldán GL, González-Sánchez EJ, Gil-Ribes JA (2013) Isolation of table olive damage causes and bruise time evolution during fruit detachment with trunk shaker. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11(1): 65-71.
- Keçecioglu G (1975) Atalet kuvvet tipli sarsıcı ile zeytin hasadı imkanları üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 228, Bornova İzmir.
- Leone A, Romaniello R, Tamborrino A, Catalano P, Peri G (2015) Identification of vibration frequency, acceleration, and duration for efficient olive harvesting using a trunk shaker. *Transaction of ASABE* 58(1): 1-8.
- Mayo D (1994) Mechanical harvesting (Adopted from the June 1997 Australian Olive Grover). <http://www.Oliveaustralia.com.au/home.htm>. Accessed 09 September 2014.
- Qabatty A (2010) Effects of different harvesting methods on fruit quality in Domat variety olives. PhD Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ege University, İzmir, Turkey.
- Saraçoğlu T, Özarslan C (2003) The determination of some hand type olive harvest machines' performances. *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi Bildiriler*, Konya, s. 302-309.
- Saraçoğlu T (2006) Effective parameters on the mechanic olive harvest. *Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, Bildiriler Çanakkale*, pp. 109-114.
- Saraçoğlu T (2008) Comparison of harvest performance three different types of hand held olive canopy shakers. *Journal of Agricultural Machinery Science* 4(1): 105-110.
- Saraçoğlu T, Ulusoy E (2009) Determination of mechanical harvest criteria of some Ege region olive variety. *Journal of Agricultural Machinery Science* 5(1): 71-81.
- Tombesi S, Poni S, Palliotti A, Farinelli D (2017) Mechanical vibration transmission and harvesting effectiveness is affected by the presence of branch suckers in olive trees. *Biosystems Engineering* 158: 1-9.



## Adana ilinde TOPSIS yöntemi ile kuraklık analizi

### Drought analysis by TOPSIS method in Adana

Mete ÖZFİDANER<sup>1</sup>, Engin GÖNEN<sup>1</sup>, Sinan KARTAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Sorumlu yazar (Corresponding author): M. Özfidaner, e-posta (e-mail): mete.ozfidaner@tarimorman.gov.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): engin.gonen@tarimorman.gov.tr, skartalguray@hotmail.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Kasım 2019  
Düzeltilme tarihi 02 Ocak 2020  
Kabul tarihi 16 Ocak 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Kuraklık  
TOPSIS  
Adana

#### ÖZ

Adana ilinde 1963-2016 yılları arasında yıllık buharlaşma, maksimum ve minimum sıcaklık ve toplam yağış verileri kullanılarak kurak veya yağışlı geçen yılların hesaplanması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada verileri üretmek için TOPSIS yöntemi seçilmiş ve bu yönde bir model oluşturulmuştur. Bu amaç için bölgede en uzun yağış, sıcaklık ve buharlaşma kayıtlarına sahip olan Adana Meteoroloji İstasyonuna ilişkin veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 54 yılda, 10 defa orta, 15 defa zayıf ve 7 defa ciddi kurak yıl belirlenmiştir. Ciddi kuraklık yaşanan yıllar 1970-1973, 1982, 1986 ve 1993 yılları olarak tespit edilmiştir. Son 10 yılda 5 yıl kurak olarak geçmiştir. Kurak geçen yıllar ise 2007, 2008, 2010, 2013 ve 2014 yılları olarak bulunmuştur.

#### ARTICLE INFO

Received 04 November 2019  
Received in revised form 02 January 2020  
Accepted 16 January 2020

#### Keywords:

Drought  
TOPSIS  
Adana

#### ABSTRACT

It is aimed to calculate the years of dry or rainy years in Adana by using the annual evaporation, maximum and minimum temperature and total precipitation data between 1963-2016. In the study, TOPSIS method was selected to produce the data and a model was created in this direction. For this purpose, data related to Adana Meteorological Station which has the longest precipitation, temperature and evaporation records in the region was used. At the end of the study, 10 times medium, 15 times weak and 7 times severe dry years were determined. The years of severe drought were determined as 1970-1973, 1982, 1986 and 1993. The last 10 years have been 5 years dry. The dry years were found to be 2007, 2008, 2010, 2013 and 2014.

## 1. Giriş

Kuraklık ekoloji için acil durum olarak bilinir ve meteorologlar, hidrologlar, jeologlar, ekolojistler ve tarım mühendisleri kuraklık ile ilgilenirler. Neredeyse tüm iklim bölgelerinde yüksek hem de düşük yağış alan bölgelerde kuraklıklar görülebilir. Kuraklık bir yıl veya bir mevsim gibi yağış hacmindeki uzun süreli düşüşe büyük ölçüde bağlıdır. Ayrıca, yağışlar, sıcaklıklar, zamanlama ve özellikleri, düşük bağıl nem, yüksek rüzgarlar, mahsul yetiştirme dönemlerinde ıslak dönemlerin sayılması, yağmur süresi ve yoğunluğu ve kuraklıkta başlangıç ve bitiş önemli bir rol oynar (Mishra ve Singh 2011).

Kuraklık meteorolojik olarak geçici ve sık görülen, uzun zaman aralıklarında azalan yağıştan kaynaklanan bir olaydır. Kuraklıklar, herhangi bir iklimin normal fenomenleridir ve en karmaşık doğal tehlike olabilirler ve yavaş yavaş geliştikleri için, tahmin edilmesi zor ve herhangi bir alanda geniş bir etki spektrumuna sahiptirler (Morid ve ark. 2007). Kuraklığa hazır olma ve azaltma etkinliği, büyük ölçüde, kuraklığın

başlangıcına, zamana ve mekansal derecede genişlemeye ilişkin zamanında verilere bağlıdır. Bu bilgi, normalde kuraklık dizinleri kullanılarak yapılan sürekli kuraklık izlemesi ile elde edilebilir. Kuraklık dizinleri sürekli yağış ile ilişkili olmakla beraber buharlaşma ve sıcaklıkta bu ilişki içindedir (Morid ve ark. 2007). Son otuz yılda, kuraklığın sıklığında ve şiddetinde artma görülmüştür (Hulme ve Kelly 1993; Mccarthy ve ark. 2001). Kurak mevsim eğilimi, su krizlerinin dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanmasına neden olmuştur (Dai ve ark. 2004; Ghulam ve ark. 2008). Bunun nedeni, su kaynaklarında meydana gelen düşüş ve bu nedenle tarımsal, ekonomik ve sosyal olaylar üzerinde önemli etkileri olduğu gerçeğidir (Riebsame ve ark. 1991).

Dünya ve ülkemizde bugüne kadar çeşitli amaçlara yönelik olarak kuraklık araştırmaları yapılmıştır. Genelde kuraklık olayına araştırmacılar kendi uzmanlıkları açısından yaklaşmışlardır. Bunlardan; (Kemali ve Nikzad 1990; Rostemi 1997) tarımsal kuraklık, (Türkeş 1990; Özkan 2001; Fereczadeh

2001; Türkeş 2002; Sırdaş 2002; Sırdaş ve Şen 2003; Pamuk ve ark. 2004; Özfidaner 2007; Edossa ve ark. 2009; Türkeş ve Tatlı 2009), meteorolojik kuraklık ve (Erdoğan 1989; Siyadeti ve Ensari 2001; Köse ve Dorum 2002; Topaloğlu 2006a, b; Nalbantis ve Tsakiris 2009; Yürekli ve ark. 2009; Kıymaz ve ark. 2011; Topaloğlu ve ark. 2012; Tığkas ve ark. 2012; Tabari ve ark. 2012; Arabzadeh ve ark. 2015; Özfidaner ve ark. 2018) ise hidrolojik kuraklık konularında çalışmalar yapmışlardır.

Son yıllarda, mantıklı bir yaklaşım tarzı nedeniyle, TOPSIS birçok problemini çözmek için kullanılmıştır (Shih ve ark. 2007). TOPSIS, konum araştırmasında (Yoon ve Hwang 1985) çok amaçlı karar verme (Lai 1994), toplu karar verme (Shih ve ark. 2001), ürün tasarımı (Kwong ve Tam 2002), ulaştırma (Janic 2003), insan kaynakları yönetimi (Chen ve Tzeng 2004), su yönetimi (Srdjevic ve ark. 2004), üretim (Milani ve Shanian 2005) ve kalite kontrolü (Yang ve Chou 2005) konularında kullanılan bir yöntemdir.

Kazemi ve ark. (2012) İran'ın Gilan eyaletinin kuraklığında kullanılan TOPSIS yöntemi ile kuraklığın belirlenmesinde ve sıralanmasında etkili olarak değişen yıllardaki hava durumu değerleri arasındaki metodik bağlantıyı göstermiştir. Bu tekniği sadece bir veya iki parametre kullanan farklı mütevazı yaklaşımlardan daha etkili kılan 9 iklim parametresi uygulanmaktadır. Bu tekniğin bir başka özelliği de kuraklığı sıraya koymaktır. Sepehr ve Zucca (2012), TOPSIS'i, üç farklı ülkede (Brezilya, Mozambik ve Portekiz) çölleşme göstergelerinin seçimi ve dahil edilmesi için karar verme tekniği olarak kullanmışlardır. Tanrıverdi ve ark. (2018) Kahramanmaraş'ta yaptıkları çalışmada TOPSIS'i 5 farklı meteorolojik parametre kullanarak uygulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı Adana meteoroloji istasyonundan temin edilen yıllık buharlaşma, maksimum ve minimum sıcaklık ve toplam yağış verileri ile oluşturulan TOPSIS modeli ile 1963-2016 yılları arasındaki meydana gelen kuraklıkları ve kuraklık şiddetlerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, Adana (17351) Meteoroloji İstasyonunda 1963-2016 yılları arasında geçen sürede ölçülen yıllık ortalama maksimum, minimum sıcaklık, toplam yağış ve buharlaşma verileri kullanılmıştır. Bu değerler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir.

### 2.2. Metot

TOPSIS (Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi) 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilmiştir. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır. TOPSIS yöntemi 6 başlıkta oluşan bir çözüm sürecini içerir. Bu başlıklar aşağıda belirtilmiştir.

Başlık 1: Karar matrisinin (A) oluşturulması

Başlık 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Başlık 3: Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması

Başlık 4: İdeal (A\*) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulması

Başlık 5: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Başlık 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

### 2.2.1. Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi Eşitlik 1' de verilmiştir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Aij matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

### 2.2.2. Standart karar matrisinin (R) oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,\dots,m \quad j=1,\dots,n \quad (2)$$

R matrisi aşağıdaki Eşitlik 3' deki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

### 2.2.3. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması

Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri eşitlik 4 ile (wi) belirlenir.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4)$$

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi Eşitlik 5' de gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

#### 2.2.4. İdeal (A\*) ve negatif ideal (A<sup>-</sup>) çözümlerin oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki Eşitlik 6'da gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (6)$$

formülünden hesaplanacak set şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki Eşitlik 7'de gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (7)$$

formülünden hesaplanacak set şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de fayda (maksimizasyon), ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

#### 2.2.5. Ayırım ölçülerinin hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S<sub>i</sub><sup>\*</sup>) ve Negatif İdeal Ayırım (S<sub>i</sub><sup>-</sup>) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S<sub>i</sub><sup>\*</sup>) ölçüsünün hesaplanması Eşitlik 8'de, negatif ideal ayırım (S<sub>i</sub><sup>-</sup>) ölçüsünün hesaplanması ise Eşitlik 9'da gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i=1,2,\dots,m \quad (8)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,n \quad (9)$$

Burada hesaplanacak ve sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

#### 2.2.6. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C<sub>i</sub><sup>\*</sup>) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki Eşitlik 10'da gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad i=1,2,\dots,m \quad (10)$$

Burada C<sub>i</sub><sup>\*</sup> değeri 0 ≤ C<sub>i</sub><sup>\*</sup> ≤ 1 aralığında değer alır ve C<sub>i</sub><sup>\*</sup>= 1 ilgili karar noktasının ideal çözüme, C<sub>i</sub><sup>\*</sup>=0 ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

#### 2.2.7. TOPSIS kuraklık analizinde belirleyici C\* katsayı değer anlamı

Elde edilen TOPSIS kuraklık değerlerine ait kurak ve ıslak sınıf değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Toplam 9 adet sınıf değeri belirlenmiş olup bu değerler 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Kurak sınıf değerleri 0-0.3 değerleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 1. TOPSIS metodu sınıf değerleri.

Table 1. TOPSIS method class values.

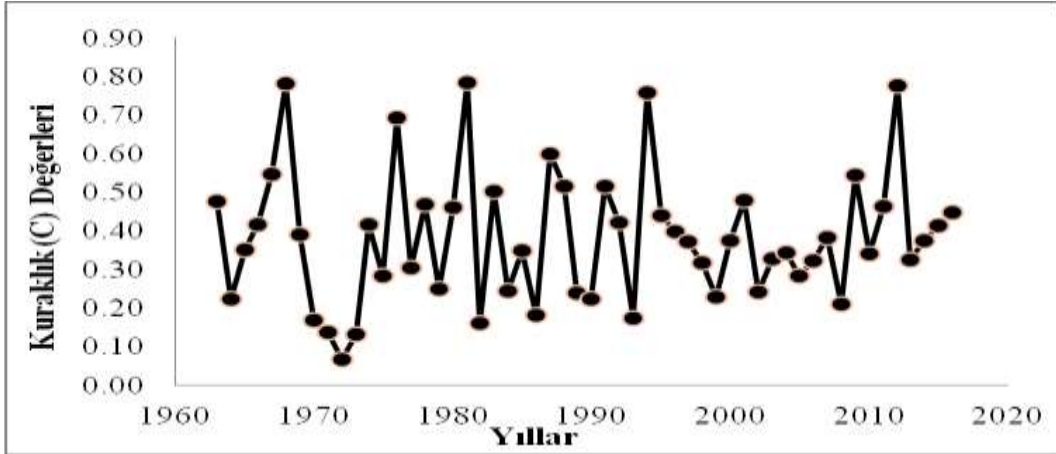
Kuraklık Sınıfı	Kuraklık Değerleri		
Son Derece Islak	0.9	< TOPSIS <	1
Ciddi Islak	0.8	< TOPSIS <	0.9
Orta Islak	0.7	< TOPSIS <	0.8
Zayıf Islak	0.6	< TOPSIS <	0.7
Normal	0.4	< TOPSIS <	0.6
Zayıf Kurak	0.3	< TOPSIS <	0.4
Orta Kurak	0.2	< TOPSIS <	0.3
Ciddi Kurak	0.1	< TOPSIS <	0.2
Son Derece Kurak		TOPSIS <	0

### 3. Bulgular ve Tartışma

Adana ilinde bulunan 17351 nolu Meteoroloji istasyonundan alınan yıllık ortalama maksimum, minimum sıcaklık, toplam yağış, buharlaşma verileri ile yapılan TOPSIS kuraklık sonuçları Şekil 1'de ve kuraklık sınıf değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Şekil 1'de görüleceği gibi Adana istasyonunda genel olarak kuraklık görülmüştür. İncelenen 1963-2016 yılları arasında C değerleri bakımından kurak geçen yıl sayısı 32 (%60) adet belirlenmiştir. Belirlenen kuraklık değerlerini sınıflandırdığımız zaman %46.9 (15adet) ile zayıf kurak, %31.2 (10 adet) ile orta kurak ve %21.9 (7 adet) ile ciddi kurak yıl belirlenmiştir. Normal geçen yıl sayısı ise 16 (%30) adet ve ıslak dönemler ise 6 (%10) adet olarak belirlenmiştir.

Çizelge incelendiği zaman ciddi kuraklık gösteren yıllar 1970-1973, 1982, 1986, 1993 yıllarında, orta kuraklık 1964, 1975, 1979, 1984, 1989, 1990, 1999, 2002, 2005, 2008 yıllarında görülmüştür. Tanrıverdi ve ark. (2018) Kahramanmaraş'ta TOPSIS ile yaptıkları çalışmada 2002, 2008 ve 2011 yıllarında kuraklık olduğunu tespit etmişlerdir. Orta kuraklık dönemler 1999 yılından önce 4 ve 5 yılda bir görülür iken, 1999 yılından sonra 3 yıl ara ile görülmeye başlanmıştır. Zayıf kuraklık gösteren yıllar incelendiği zaman 1996 yılından sonra kurak geçen yıl sayısının da artma görülmüştür. 1963-1995 yılına kadar sadece 4 yıl zayıf kurak geçer iken, 1996-2016 yılında 11 yıl zayıf kurak geçmiştir. Zayıf kurak geçen 11 yıl incelendiği zaman ortalama 2-3 yılda bir kuraklık olduğu görülmektedir. 1996-1998 yılları arasında ortaya çıkan 3 yıllık zayıf kuraklık döneminden sonra 1 yıl orta kurak meydana gelmiş daha sonra tekrar zayıf kurak (2000) yıl ortaya çıkmıştır. 2000 yılından sonra 3 yıl ara ile zayıf kurak yıllar meydana



Şekil 1 Yıllara göre TOPSIS C değerleri.

Figure1. TOPSIS C values by years.

Çizelge 2. Adana meteoroloji istasyonu TOPSIS sonuçları.

Table2. Adana meteorological station TOPSIS results.

Yıllar	C değeri	Kuraklık Sınıfı	Yıllar	C değeri	Kuraklık Sınıfı
1963	0.48	Normal	1990	0.22	Orta Kurak
1964	0.22	Orta Kurak	1991	0.52	Normal
1965	0.35	Zayıf Kurak	1992	0.42	Normal
1966	0.42	Normal	1993	0.17	Ciddi Kurak
1967	0.55	Normal	1994	0.76	Orta Islak
1968	0.78	Orta Islak	1995	0.44	Normal
1969	0.39	Zayıf Kurak	1996	0.397	Zayıf Kurak
1970	0.17	Ciddi Kurak	1997	0.37	Zayıf Kurak
1971	0.14	Ciddi Kurak	1998	0.32	Zayıf Kurak
1972	0.07	Ciddi Kurak	1999	0.23	Orta Kurak
1973	0.13	Ciddi Kurak	2000	0.37	Zayıf Kurak
1974	0.42	Normal	2001	0.48	Normal
1975	0.28	Orta Kurak	2002	0.24	Orta Kurak
1976	0.69	Zayıf Islak	2003	0.33	Zayıf Kurak
1977	0.31	Zayıf Kurak	2004	0.34	Zayıf Kurak
1978	0.47	Normal	2005	0.28	Orta Kurak
1979	0.25	Orta Kurak	2006	0.32	Zayıf Kurak
1980	0.46	Normal	2007	0.38	Zayıf Kurak
1981	0.78	Orta Islak	2008	0.21	Orta Kurak
1982	0.16	Ciddi Kurak	2009	0.54	Normal
1983	0.50	Normal	2010	0.34	Zayıf Kurak
1984	0.24	Orta Kurak	2011	0.46	Normal
1985	0.35	Zayıf Kurak	2012	0.78	Orta Islak
1986	0.18	Ciddi Kurak	2013	0.33	Zayıf Kurak
1987	0.6003	Zayıf Islak	2014	0.37	Zayıf Kurak
1988	0.52	Normal	2015	0.41	Normal
1989	0.24	Orta Kurak	2016	0.45	Normal

gelmiştir. Boyacı ve ark. (2016) tarafından Kırşehir ilinde yapılan çalışmada, uzun yıllar (1960-2015) ve son on yıllık sıcaklık ve bağıl nem değişimlerini inceledikleri çalışmalarında son 10 yılın yıllık periyotta ortalama sıcaklık değerinin uzun yıllara göre  $0.68^{\circ}\text{C}$  daha yüksek, bağıl nemin ise %2.96 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer olarak artan sıcaklık değerlerinin Adana ilinde kuraklığın artmasına neden olduğu görülmüştür. Özfidaner ve ark. (2019a) Adana ilinde yaptıkları çalışmada, 1960-2018 yılları arasında maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinde yıllık bazda

minimum sıcaklıklarda önemli artış, maksimum sıcaklıklarda ise önemsiz artma gidişleri tespit etmişlerdir. Bu çalışma da paralel olarak kuraklığın artmasının bir nedeni olarak görülebilir. Benzer sonuçlar Özfidaner ve ark. (2019b) Antalya ve Alanya istasyonları içinde bulunmuştur. Anılan çalışmada Antalya istasyonu için yıllık  $0.036^{\circ}\text{C}$ , Alanya istasyonu için ise  $0.071^{\circ}\text{C}$  artma olacağı belirlenmiş olup, kurak dönemlerin Adana istasyonunda da benzer kuraklığı etkileyeceği söz konusudur. Angın ve ark. (2019) Çukurova bölgesinde yaptıkları çalışmada, Adana istasyonuna ait uzun dönemli



(1960-2018) yağış ve sıcaklık değerlerinde önemli artışların olduğunu ve kuraklığın ön plana çıktığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlar ile yaptığımız çalışma sonuçları paralellik göstermektedir.

#### 4. Sonuçlar

Elde edilen sonuçlardan uzun dönemler halinde hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklığın etkilerini belirlemek ve bu etkilere göre çözümler üretmek gerekmektedir. Bölge açısından kuraklığın önemi tarımsal faaliyetlerin sonucunu doğrudan etkilemektedir. Kuraklık dönemlerinde ki artma eğilimi tarımsal faaliyetlerde kullanılan suyun önemini arttıracaktır. Sıcaklıklarda olası artma eğilimi göstermesi ile beraber bölgede özellikle iklim değişikliğinin de etkisi ile kuraklığın su kullanımını sınırlayacağı bilinmelidir.

Adana bölgesi yarı kurak bir iklime sahip olması nedeni ile su kaynakları ile ilgili projelerinin hayata geçirilmesinde, bölgede meydana gelen kuraklığın şiddet ve süre etkilerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Özellikle kuraklık eğilimi görülen ayların ve yılların izlenmesi ve su kaynakları planlayıcılarının olası kuraklık için gerekli tedbirleri alması önem arz etmektedir.

#### Kaynaklar

Angın N, Çatalkaya V, Özfidaner M (2019) Trend analysis of meteorological parameters in çukurova region. 6 th Congress on Soil and Water Resources with International Participation Abstract Book. 152.

Arabzadeh R, Kholoosi MM, Bazrafshan J (2015) Regional hydrological drought monitoring using principal components analysis. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 142(1): 04015029.

Boyacı S, Akyüz A, Baytorun AN, Çaylı A (2016) Kırşehir ilinin örtü altı tarım potansiyelinin belirlenmesi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 5(2): 142-157.

Chen MF, Tzeng GH (2004) Combining gray relation and TOPSIS concepts for selecting an expatriate host country. Mathematical and Computer Modelling 40: 1473-1490.

Dai A, Trenberth KE, Qian T (2004) A global data set of palmer drought severing index for 1870-2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming. Journal of Hydrometeorology 5(6): 1117-1130.

Edossa DC, Babel MS, Das GA (2009) Drought analysis in the awash river basin, ethiopia. Water Resources Management 24(7): 1441-1460.

Erdoğan F (1989) Türkiye’de yaygın kuraklık. Meteoroloji Mühendisleri Odası Bülteni 2: 1-4.

Fereczadeh M (2001) Kuraklık olayına karşı olan bazı yeni önlemler ve yöntemleri. Drought. FC. 777-786.

Ghulam A, Qin Q, Kusky TM, Li ZL (2008) A re-examination of perpendicular drought indices. Internatiol Journal Remote Sensing 29(20): 6037-6044.

Hulme M, Kelly M (1993) Exploring the links between desertification and climate change. Environment: Science and Policy for Sustainable Development 35(6): 4-45.

Janic M (2003) Multicriteria evaluation of high-speed rail, transrapid maglev, and air passenger transport in Europe. Transportation Planning and Technology 26: 491-512.

Kazemi LR, Ghamgosar M, Haghyghy M (2012) Multi criteria decision making based on TOPSIS method in drought zoning: A case study of gilán province. World Applied Programming Journal 2: 81-87.

Kemali K, Nikzad M (1990) Tarımsal kuraklıkla ilgili meteorolojik indeksler. Nivar pp. 9-19.

Kıymaz S, Güneş V, Aşar M (2011) Standartlaştırılmış yağış indeksi ile Seyfe gölünün kuraklık dönemlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(1): 91-102.

Köse Ö, Dorum A (2002) Orta Anadolu kapalı havzası kuraklık parametrelerinin olasılık dağılımı. Turkish Journal Engineering Environmental Sciences 26: 85-93.

Kwong CK, Tam SM (2002) Case-based reasoning approach to concurrent design of low power transformers. Journal of Materials Processing Technology 128: 136-141.

Lai YJ (1994) TOPSIS for MODM. European Journal of Operational Research 76: 486-500.

Mccarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS (2001) Climate change 2001 impacts, adaptation and vulnerability: Contribution of working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Milani AS, Shanian A, Madoliat R (2005) The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models a case study in gear material selection. Structural Multidisciplinary Optimization 29: 312-318.

Mishra AK, Singh VP (2011) Drought modeling - a review. Journal of Hydrology 403: 157-175.

Morid S, Smakhtin V, Bagherzadeh K (2007) Drought forecasting using artificial neural networks and time series of drought indices. International Journal of Climatology 27: 2103-2111.

Nalbantis I, Tsakiris G (2009) Assessment of hydrological drought revisited. Water Resource Management 23: 881-897.

Özfidaner M (2007) Türkiye yağış verilerinin trend analizi ve nehir akımları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Özfidaner M, Şapolyo D, Topaloğlu F (2018) Seyhan havzası akım verilerinin hidrolojik kuraklık analizi. Toprak Su Dergisi 7(1): 57-64.

Özfidaner M, Şapolyo D, Topaloğlu F (2019a) Adana ilinde maksimum ve minimum sıcaklıkların gidiş analizi. Mediterranean Agriculture Sciences 32(2): 237-241.

Özfidaner M, Şapolyo UD, Topaloğlu F (2019b) Determination of the average temperature data: Antalya and Alanya case. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 20(Özel Sayı): 106-111.

Özkan K (2001) Eğirdir gölü havzası’nın kuraklık etüdü ve tarım-ormancılık açısından değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı 2: 75-96.

Pamuk G, Özgürel M, Topçuoğlu K (2004) Standart yağış indeksi (SYİ) ile ege bölgesinde kuraklık analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(1): 99-106.

Riebsame WE, Changnon SA, Karl TR (1991) Drought and natural resource management in the united states impacts and implications of the 1987-1989 drought. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Rostemi FF (1997) 1990’ın onluğunda kuraklık olayı. Bahar. İran, pp. 19-28.

Sepehr A, Zucca C (2012) Ranking desertification indicators using TOPSIS algorithm. Springer 62: 1137-1153.

Shih HS, Lin WY, Lee ES (2001) Group decision making for TOPSIS. Joint 9th IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, IFSA/NAFIPS 2001, 25-28 July, Vancouver, Canada, pp. 2712-2717.

Shih HS, Lin WY, Lee ES (2007) An extension of TOPSIS for group decision making. Mathematical and Computer Modeling 45: 801-813.

- Sırdaş S (2002) Meteorolojik Kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulamaları. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sırdaş S, Şen Z (2003) Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/D Mühendislik 2(2): 95-103.
- Siyadeti SB, Ensari J (2001) Irak çölünde yeraltı su kaynaklarına kuraklık olayının etkisi. Preceding of First National Conference on Drought Mitigation and Water Shortage, pp. 736-741.
- Srdjevic B, Medeiros YDP, Faria AS (2004) An objective multi-criteria evaluation of water management scenarios. Water Resources Management 18: 35-54.
- Tabari H, Abghari H, Talaei PH (2012) Temporal trends and spatial characteristics of drought and rainfall in arid and semiarid regions of Iran. Hydrological Processes 26(22): 3351-3361.
- Tanrıverdi Ç, Değirmenci H, Tekinerdoğan M, Gönen E, Arslan F, Atılğan A (2018) Precision of drought based on the TOPSIS method. Scientific Papers. Series A. Agronomy LXI(1).
- Tıgkas D, Vangelis H, Tsakiris G (2012) Drought and climatic change impact on streamflow in small watersheds. Science of The Total Environment 440: 33-41.
- Topaloğlu F (2006a) Regional trend detection of Turkish river flows. Nordic Hydrology 37(2): 165-182.
- Topaloğlu F (2006b) Trend detection of streamflow variables in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 15(7): 644-653.
- Topaloğlu F, İrvem A, Özfidaner M (2012) Re-evaluation of trends in annual streamflows of Turkish rivers for the period 1968-2007. Fresenius Environmental Bulletin 21(8): 2043-2050.
- Türkeş M (1990) Türkiye’de kurak bölgeler ve önemli kurak yıllar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- Türkeş M (2002) Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey. In: Mediterranean Climate Variability and Trends, Hans- Jürgen Bolle, (ed.), Regional Climate Studies. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 181-213.
- Türkeş M, Tatlı H (2009) Use of the standardized precipitation index (SYI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. International Journal of Climatology 29: 2270-2282.
- Yang T, Chou P (2005) Solving a multiresponse simulation-optimization problem with discrete variables using a multi-attribute decision making method. Mathematics and Computers in Simulation 68: 9-21.
- Yoon K, Hwang CL (1985) Manufacturing plant location analysis by multiple attribute decision making, part 1-single-plant strategy. International Journal of Production Research 23: 345-359.
- Yürekli K, Anlı AS, Örs İ, Karahan G (2009) Sakarya havzası aylık akımlarının kuraklık analizi. I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya, s. 779-784.



## Programlanabilir lojik kontrolör (PLC) tarafından yönetilen bir tartılı lizimetre sisteminin geliştirilmesi

### Development of a weighting lysimeter system operated by a programmable logic controller (PLC)

Cafer GENÇOĞLAN<sup>1</sup>, Selçuk USTA<sup>2</sup>, Serpil GENÇOĞLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46040, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, 65090, Van

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): S. Usta, e-posta (*e-mail*): susta@yyu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): gencoglan@ksu.edu.tr, sgencoglan@ksu.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Aralık 2019  
Düzeltilme tarihi 28 Ocak 2020  
Kabul tarihi 05 Şubat 2020

#### Anahtar Kelimeler:

CODESYS  
Evapotranspirasyon  
PLC  
Tartılı lizimetre

#### ÖZ

Bu çalışmada; PLC tarafından kontrol edilebilen bir tartılı lizimetre sistemi geliştirilerek, Kahramanmaraş koşullarında Maraş 18 tipi ceviz bitkisi üzerinde test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle 3 mm kalınlıklı paslanmaz çelik sac kullanılarak bir lizimetre tankı oluşturulmuştur. Lizimetre tankı 113 cm çapında ve 130 cm derinliğinde olup, 1.5x1.5 m boyutlarındaki bir elektronik kantarın üzerine yerleştirilmiştir. Kantar 5 ton kapasiteli olup, 4 adet yük algılayıcısına ve RS 232 çıkışa sahiptir. Lizimetre tankına yağışla giren su miktarını ve drenaj yoluyla çıkan su miktarını ölçmek amacıyla iki adet plüviyometre kullanılmıştır. Lizimetre tankının altına Ø 25 çaplı bir çıkış koyularak, drenajla çıkan su aynı çaptaki bir boru ile plüviyometreye aktarılmıştır. Günlük evapotranspirasyon miktarının belirlenmesinde su bütçesi eşitliği kullanılmıştır. Sulama sistemi, kantar ve plüviyometreler PLC tarafından kontrol edilmiştir. Bu doğrultuda CODESYS programlama dili kullanılarak lizimetre, yağış ölçümü, drenaj ölçümü ve sulama programları hazırlanmış ve PLC'ye yüklenmiştir. Lizimetre sistemi kullanılarak; ceviz bitkisinin 2018 yılı Haziran-Ekim dönemi boyunca toplam evapotranspirasyon miktarının 261 mm olduğu, günlük evapotranspirasyon miktarının ise 1.25-3.5 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 30 December 2019  
Received in revised form 28 January 2020  
Accepted 05 February 2020

#### Keywords:

CODESYS  
Evapotranspiration  
PLC  
Weighting lysimeter

#### ABSTRACT

In this study; it is aimed to develop a weighting lysimeter system that can be controlled by PLC and tested on Maraş 18 type walnut crop in Kahramanmaraş conditions. For this purpose, a lysimeter tank was formed using 3 mm thick stainless steel sheet. The lysimeter tank has a diameter of 113 cm and a deep of 130 cm and was placed on an electronic weighbridge that 1.5x1.5 m surface dimensions. The weighbridge has 5 tons capacity, 4 load sensors and RS 232 output. Two pluviometers were used to measure the amount of water entering the lysimeter tank by precipitation and the amount of water exiting of the tank through drainage. An outlet with a diameter of Ø 25 was placed under the lysimeter tank and the water exiting of the drainage was transferred to the pluviometer by a pipe of the same diameter. Water budget equality was used to determine the amount of daily evapotranspiration. Weighbridge, pluviometers and irrigation system were controlled by PLC. In this direction, lysimeter, precipitation measurement, drainage measurement and irrigation programs have been prepared by using CODESYS programming language and loaded to PLC. With weighting lysimeter system; the total amount of evapotranspiration of walnut crop was determined 261 mm and the amount of daily evapotranspiration between 1.25-3.5 mm day<sup>-1</sup> during the June-October period of 2018.

## 1. Giriş

Bitki-toprak sistemine sulama ve yağışla giren su sırasıyla yüzey akış, derine sızma, toprak yüzeyinden buharlaşma (Evaporasyon) ve bitki yüzeyinden terleme (Transpirasyon) ile kayıplara uğramaktadır. Buharlaşma ve terleme kayıplarının toplamı bitki su tüketimi (Evapotranspirasyon-ET<sub>c</sub>) olarak adlandırılmaktadır. ET<sub>c</sub> bitki, toprak ve iklim özelliklerine bağlı çok sayıda etmenin etkisiyle gerçekleştiğinden dolayı doğadaki en karmaşık olaylardan birisi olarak kabul edilmektedir (Kamber 2006). ET<sub>c</sub> lizimetre sistemleri ile doğrudan ölçülebildiği gibi bitki, toprak ve iklim özelliklerine bağlı olarak geliştirilen çeşitli ampirik yöntemler ile tahmin edilebilmektedir.

Sulama sistemlerinin projelendirilmesinde dikkate alınan temel veri, bu sistemlerin kurulacağı bölgede yetiştirilen bitkilerin ET<sub>c</sub> miktarlarıdır. Bu miktarların tahmin edilmesinde kullanılan ampirik yöntemlerin güvenilirlikleri, yöreden yöreye hatta aynı yörede yetiştirilen çeşitli bitkiler için farklılıklar gösterebilmektedir. Yöre ve arazi koşullarına uygun olarak oluşturulan ve işletilen lizimetre sistemleri ile gerçeğe en yakın ET<sub>c</sub> miktarları elde edilebilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Bitki-toprak sistemine yağış ve sulama ile giren, drenaj ve evapotranspirasyon ile çıkan su miktarlarını belirlemek amacıyla, bitki-toprak sisteminin bir bölümü çevresinden izole edilerek sisteme giren ve çıkan su miktarları ölçülebilmektedir. Bu amaçla oluşturulan düzeneklere lizimetre adı verilmektedir. Lizimetre tankı içerisindeki bitki-toprak sistemine yağış ve sulama suyu ile giren su miktarları ve drenajla çıkan su miktarı ölçüldükten sonra, bir boyutlu su bütçesi eşitliği kullanılarak evapotranspirasyon (ET<sub>c</sub>) miktarı belirlenebilmektedir (Aydınşakir ve Büyüktaş 2014).

Lizimetre sistemleri, tartılan ve tartılamayan olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Tartılı lizimetre sistemlerinde, lizimetre tankı ikinci ve daha büyük bir tankın içerisine yerleştirilerek, tartım için serbestçe hareket etmesi sağlanmaktadır. Belirli zaman aralıklarıyla ölçülen lizimetre tankı ağırlıkları arasındaki farklar, toprak suyu içeriğindeki değişimi yani evapotranspirasyon (ET<sub>c</sub>) miktarını büyük bir doğrulukla vermektedir. Ancak, evapotranspirasyon miktarlarının yağış, sulama ve drenaj miktarları göz önünde bulundurularak bir boyutlu su dengesi eşitliği ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Tartılamayan lizimetre sistemleri, toprak içerisine yerleştirilen su geçirmez madeni veya beton havuzlar şeklinde oluşturulmaktadır. Bu lizimetre tipinde toprak suyu içeriğindeki değişim direkt olarak ölçülememektedir. Gravimetrik örnekleme, matrik potansiyelin ölçümü, elektriksel direnç ve nötron saçılma yöntemlerinden birisi kullanılarak toprak suyu içeriğindeki değişimin belirlenmesi gerektiğinden dolayı, bu tip lizimetrelere evapotranspirasyon miktarının belirlenmesinde çok fazla tercih edilmemektedirler (Aboukhaled ve ark. 1982; Gençoğlan ve ark. 2019).

Tartılı lizimetre sistemleri daha çok evapotranspirasyon miktarının ölçülmesi ve yağış etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca evapotranspirasyon miktarının tahmin edilmesinde kullanılan ampirik yöntemlerin yöre ve arazi koşullarına uygun olarak kalibrasyonlarının yapılmasında tartılı lizimetre sistemlerinden faydalanılmaktadır. Aboukhaled ve ark. (1982), Aydınşakir ve ark. (2003), Benli ve ark. (2006), Ünlü ve ark. (2010), Akpolat (2011), Nur (2019) ve Yıldız (2019) farklı bitki, iklim ve arazi koşullarında ET<sub>c</sub> miktarlarını belirlemek, mikrometeorolojik yöntemler ve lizimetre sistemleri ile belirlenen ET<sub>c</sub> miktarlarını karşılaştırmak ve ET<sub>c</sub> tahmininde

kullanılan çeşitli ampirik yöntemleri kalibre etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarda tartılı lizimetre sistemlerini kullanmışlardır. Bu çalışmaların çoğunda insan gücüne dayalı manuel tartılı lizimetre sistemleri kullanılmıştır. Bu tür lizimetre sistemlerinde yağış ve drenaj miktarlarının günlük olarak ölçülmesi, topraktaki su içeriği değişimine bağlı olarak saatlik ve günlük lizimetre tankı ağırlıklarının belirlenmesi ve ayrıca lizimetre tankındaki bitkiye belirli aralıklarla sulama suyunun verilmesi işlemleri ekstra zaman ve işgücü kullanımı gerektirmektedir. Belirtilen bu ölçme ve kontrol işlemlerinin yapılmasında otomasyon sistemleri kullanılarak, zaman ve iş gücünden tasarruf edilebilmekte ve ölçme işlemlerinin hassasiyeti artırılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, yerli imkânlar kullanılarak otomasyon kontrollü tartılı lizimetre sistemlerinin geliştirilmesine ve kullanımlarının yaygınlaştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

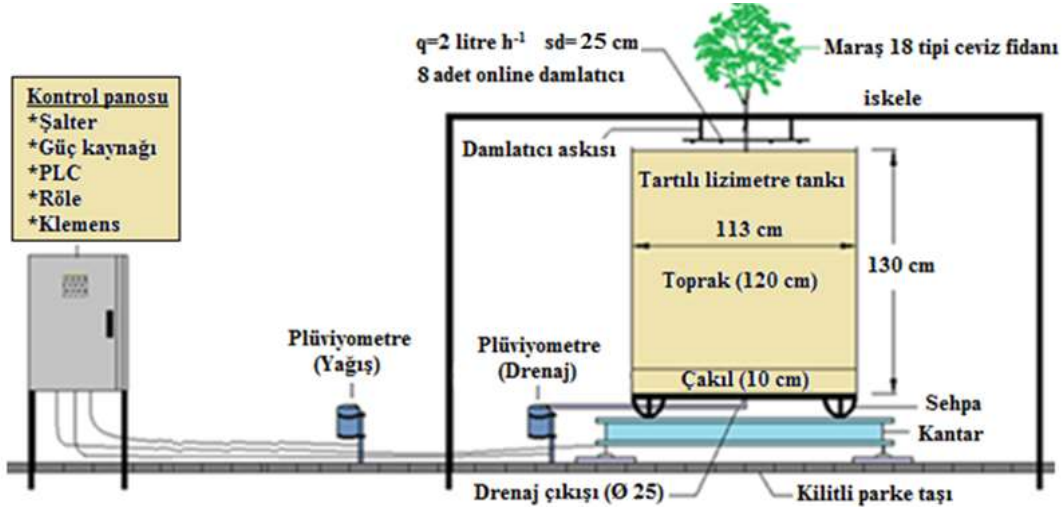
Bu çalışmada; günlük yağış ve drenaj miktarlarını plüviyometrelere, lizimetre ağırlıklarını ise elektronik kantara ölçtürerek kaydeden; bu verileri kullanarak lizimetre tankında bulunan Maraş 18 tipi ceviz bitkisinin günlük evapotranspirasyon miktarlarını ve sulama suyu ihtiyacını hesaplayan ve kaydeden; sulama zamanını belirleyerek sulamayı otomatik olarak başlatan ve suyun tamamı bitkiye verildiğinde otomatik olarak bitiren; PLC tabanlı otomasyon sistemi tarafından kontrol edilen bir tartılı lizimetre sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Bahçelerinde oluşturulan deneme alanında, 2018 yılının Haziran-Ekim dönemi boyunca yürütülmüştür. Çalışma kapsamında öncelikli olarak tartılı lizimetre tankı, elektronik kantar, plüviyometreler, damla sulama sistemi ve kontrol panosu kısımlarının bir araya getirilmesi ile Şekil 1'de verilen PLC kontrollü tartılı lizimetre sistemi oluşturulmuştur. Tartılı lizimetre tankı 3 mm kalınlığa sahip paslanmaz çelik saçtan imal edilmiştir. Toprak yüzeyi alanının 1 m<sup>2</sup> olabilmesi için çapı 113 cm ve ceviz bitkisinin ortalama etkili kök derinliği dikkate alınarak derinliği 130 cm olarak tasarlanmıştır. Tartılı lizimetre sistemi toprak dışında tesis edildiğinden dolayı, çevresi cam yünü ile kaplanarak hava akımı ve güneş enerjisinin etkisi azaltılmıştır.

Lizimetre tankı, 1.5x1.5 m yüzey boyutlarında, ±200 g hassasiyetle ölçüm yapabilen, 5 ton kapasiteli, 4 adet yük algılayıcısına (load cell) ve dönüştürücü karta sahip RS 232 çıkışlı bir elektronik kantarın üzerine oturtulmuştur. Kantar, bir su düzenci aracılığı ile tesviye edilmiştir. Lizimetre tankından drenajla süzülen su miktarını ölçmek için devrilen kovalı plüviyometre kullanılmıştır. Tankın altına Ø 25 çıkış verilerek, bir boru ile plüviyometreye bağlanmıştır. Drenajla süzülen su miktarını ölçen plüviyometrenin üzeri kapatılarak, yağışla su girişi önlenmiştir. Yağışı ölçmek için başka bir devrilen kovalı plüviyometre kullanılmıştır. Plüviyometrelerin ağız çapları 160 mm, yüzey alanları 20096 mm<sup>2</sup> ve kova hacimleri 4448 mm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Yağış ve sulama suyu ile tanka giren suyun drenajını kolaylaştırmak amacıyla, tankın en alt kısmına 10 cm yüksekliğinde çakıl serilmiştir. Çakılın üzerine paslanmaz krom nikel kaplı 0.5 cm gözenekli elek filtre yerleştirilerek, geriye kalan 120 cm yüksekliğindeki kısım toprakla doldurulmuş ve Maraş 18 tipi ceviz fidanı dikilmiştir. Tartılı lizimetre tankına doldurulacak toprağı temin etmek amacıyla, sistemin kurulduğu



Şekil 1. PLC kontrollü tartılı lizimetre sistemi.

Figure 1. PLC controlled weighting lysimeter system.

alana yakın bir yerde, 1 m<sup>2</sup> yüzey alanı altında 120 cm derinliğindeki toprak profili 10 cm yüksekliğinde tabakalar halinde kazılarak etiketli torbalara doldurulmuştur. Alınan bu topraklar aynı katman sırasına göre, sıkıştırılarak lizimetre tankına doldurulmuştur.

Tartılı lizimetre tankına dikilen ceviz bitkisinin sulanmasında şebeke suyu kullanılmıştır. Ø 32 çaplı PE boru ile şebekeden alınan sulama suyu sırasıyla küresel vana, solenoid vana ve dijital su sayacından geçirilerek, Ø 20 çaplı kangal boru ile oluşturulan damla sulama sistemi aracılığı ile lizimetre tankındaki ceviz bitkisine verilmiştir. Damlatıcı debileri 2 l h<sup>-1</sup> olan sekiz adet online damlatıcı 25 cm ara mesafe ile dairesel olarak ceviz bitkisinin etrafına yerleştirilmiştir. Sulama sistemi bir iskele vasıtasıyla lizimetre tankındaki ceviz bitkisine ulaştırılmıştır.

Solenoid vana paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, 0,5 inç çaplı ve BSP dişi bağlantılıdır. Debi faktörü (K<sub>v</sub>) 3,9 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, maksimum çalışma basıncı 10 bar ve çalışma sıcaklığı -10°C ile +100°C aralığındadır. Dijital su sayacı reed sensor okumalı olup, minimum debisi 0,025 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, aşırı yük debisi 3,125 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, geçiş akışı hız debisi 0,04 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, ilk akış hız debisi 0,005 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, kalıcı akış hız debisi 2,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, maksimum çalışma sıcaklığı 50°C, nominal çapı 0,5 inç, maksimum çalışma basıncı 16 bar'dır. Su sayacının girişine 24 VDC gerilim uygulanarak, çıkışından 24 VDC gerilim alınmıştır.

Tartılı lizimetre otomasyon sisteminde merkezi işlem birimi (CPU) olarak PLC cihazı kullanılmıştır. PLC; çeşitli amaçlar doğrultusunda CODESYS dilinde hazırlanan programların yüklendiği, çeşitli cihaz ve sistemlerin kontrol edilmesini sağlayan bir otomasyon cihazıdır. Bu çalışmada kullanılan PLC; 128 KB program hafızasına, ethernet modülüne, hızlı sayıcı modüle, sinyal genişlik modülüne (PWM), 8 dijital girişe (DI), 6 dijital çıkışa (DO), 2 analog girişe (AI), 1 analog çıkışa (AO), gerçek zamanlı saat (RTC) ve SD modüle sahiptir. Girişi 24 VDC ve çıkışı 0,5 A olup, 4-20 mA arasında değişen akıma karşılık 1-27648 arasında sayısal değerler üretmektedir. Dış ortam çalışma sıcaklığı 0-60°C aralığındadır (ABB 2017). Ölçüm sonuçları 2 GB hafızalı SD karta kaydedilmiştir. Otomasyon sistemi kontrol panosu; PLC (CPU.1), iki adet güç kaynağı (1U1, 1U2), beş adet otomatik sigorta (1F0, 1F1, 1F2, 1F3, 1F4), bir adet röle (2R1), RS 232 çıkışlı elektronik kantar paneli ve üç adet klemens grubundan oluşturulmuştur. Pano ana girişi ve güç kaynakları projesi Şekil 2'de verilmiştir.

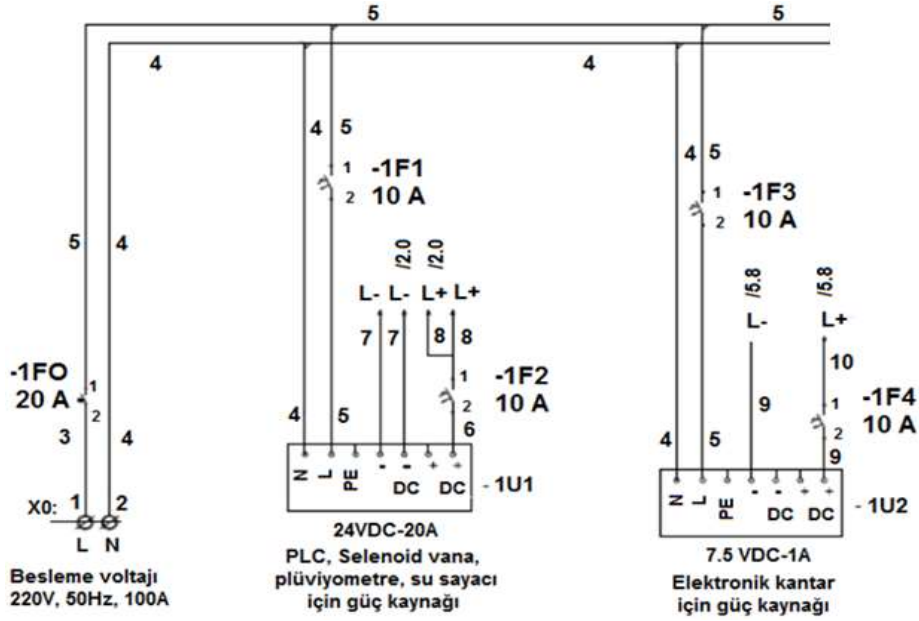
PLC'nin lizimetre sistemine yağış ve sulama ile giren su miktarlarını ve drenajla çıkan su miktarını ölçülmesi; bu doğrultuda plüviyometre, elektronik kantar ve dijital su sayacı okumalarını yapabilmesi; solenoid vanayı kontrol ederek sulamayı otomatik olarak başlatıp bitirebilmesi amacıyla bir kontrol projesi hazırlanmıştır. Şekil 3'de verilen bu projede, su sayacı ve plüviyometrelerin girişlerine sırasıyla X11, X13 ve X15 klemens bağlantıları üzerinden 24 VDC akım uygulanarak, bu üç elemanın çıkışları sırasıyla X12, X14 ve X16 klemens bağlantıları üzerinden PLC'nin DI0, DI1 ve DI2 girişlerine bağlanmıştır. Solenoid vananın kontrol edilmesinde 24 VDC gerilim ve 5 A akıma sahip ray tipi röle (2.R1) kullanılmıştır. PLC'nin NQ0 çıkışı rölenin A1 ucuna, ortak ucu (com) ise rölenin A2 ucuna bağlanmıştır. PLC ile elektronik kantarın haberleştirilmesinde D-9 pin konektörü kullanılmıştır. Kantar RS 232 protokolü vasıtasıyla COM1 portu üzerinden PLC'ye bağlanmıştır.

Tartılı lizimetre sisteminin kontrol panosu Şekil 2 ve Şekil 3'de verilen projeler doğrultusunda oluşturulduktan sonra CODESYS dilinde lizimetre, sulama, yağış, drenaj ve SD kart veri yazdırma programları hazırlanarak PLC'ye yüklenmiştir. Lizimetre programı ilk olarak bir günlük dönemin başındaki lizimetre ağırlığını (LZM<sub>1</sub>) tartmıştır. Daha sonra bir günlük süre boyunca yağış (P) ve sulama (I) ile lizimetreye giren su miktarlarını ve drenajla lizimetreden çıkan su miktarını (D<sub>p</sub>) belirleyerek, bir günlük dönemin sonundaki lizimetre ağırlığını (LZM<sub>2</sub>) tartmıştır. Program, bu değişkenleri Eşitlik 1 ile verilen bir boyutlu su dengesi eşitliğinde yerine yazarak milimetre cinsinden günlük evapotranspirasyon (gun\_ET) miktarını belirlemiştir (Young ve ark. 1996). Bir günlük süre boyunca yağış gerçekleşmediyse, sulama yapılmadıysa ve drenajla su çıkışı olmadıysa bu değişkenler sıfır olarak kaydedilmiştir. Bir sulama döngüsü iki sulama arasındaki dönem olarak tanımlanmıştır. Lizimetre programı Eşitlik 2'yi kullanarak bir sulama döngüsünde gerçekleşen toplam evapotranspirasyon miktarını (t\_ET) milimetre cinsinden belirlemiştir.

$$\text{gun\_ET} = \text{LZM}_1 + P + I - D_p - \text{LZM}_2 \quad (1)$$

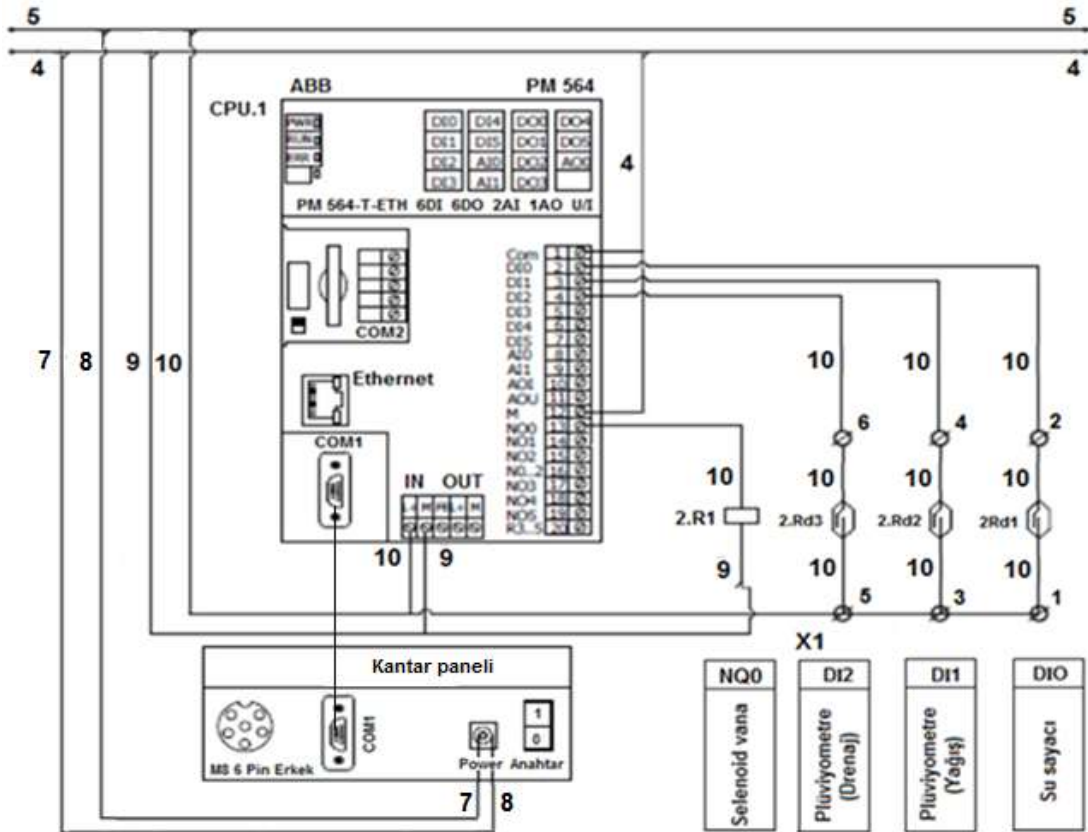
$$t\_ET = \sum \text{gun\_ET} \quad (2)$$





Şekil 2. Pano ana girişi ve güç kaynakları projesi.

Figure 2. Panel main entrance and power supplies project.



Şekil 3. Kantar, pluviyometreler, selenoid vana ve dijital su sayacı kontrol projesi.

Figure 3. Weighbridge, pluviometers, solenoid valve and water meter control project.

Sulama zamanı; bir sulama döngüsünde gerçekleşen  $t_{ET}$  miktarının 20 mm'ye eşit veya daha büyük olduğu gün olarak belirlenmiştir ( $t_{ET} \geq 20$  mm). Bu miktarın belirlenmesinde güvenilir kaynaklardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu doğrultuda ceviz bitkisinin ortalama günlük evapotranspirasyon

miktarı 3-4 mm, ortalama sulama aralığı ise 4-5 gün kabul edilmiş ve bir sulama döngüsünde gerçekleşebilecek ortalama toplam su tüketimi  $4 \times 5 = 20$  mm olarak belirlenmiştir (Hu ve ark. 2010; Akın 2016; TAGEM 2016). Bu değer, sulamayı başlatan etmen (starter) olarak dikkate alınmıştır. Sıcaklığın

yüksek olduğu günlerde cevizin su stresi yaşamaması için, bir sulama döngüsünde gerçekleşen  $t_{ET}$  miktarının %120'si alınmış ve bu miktar sulama suyu ( $S_{lm\_mkt}$ ) olarak lizimetre tankı toprak yüzeyi alanına (A) uygulanmıştır (Eşitlik 3).  $t_{ET} \geq 20$  mm olduğunda selenoid vana açılarak sulama başlatılmış ve su sayacından geçirilen su miktarı ( $su\_say$ ) sulama suyu miktarına ( $S_{lm\_mkt}$ ) eşit olduğunda selenoid vana kapatılarak sulama bitirilmiştir.

$$S_{lm\_mkt} = 1.2 * t_{ET} * A \quad (3)$$

Günlük yağış ve drenajla süzülen su miktarlarını ölçmek amacıyla kullanılan plüviyometreleri kontrol etmek için yağış ve drenaj ölçümü programları hazırlanmıştır. Yağış ölçümü programı, yağışla dolup boşalan kova sayısını ( $yağis$ ) kova hacmi ( $birim\_hacim$ ) ile çarpmış ve plüviyometre yüzey alanına ( $pluviyometre\_alani$ ) bölerek milimetre cinsinden günlük yağış ( $g\_yağis$ ) miktarını belirlemiştir (Eşitlik 4). Drenaj ölçümü programı, drenajla dolup boşalan kova sayısını ( $drenaj$ ) kova hacmi ( $birim\_hacim$ ) ile çarpmış ve lizimetre tankı yüzey alanına ( $LZM\_tank\_alani$ ) bölerek milimetre cinsinden günlük drenaj ( $g\_drenaj$ ) miktarını belirlemiştir (Eşitlik 5).

$$g\_yağis = (yağis) * (birim\_hacim) * (pluviyometre\_alani)^{-1} \quad (4)$$

$$g\_drenaj = (drenaj) * (birim\_hacim) * (LZM\_tank\_alani)^{-1} \quad (5)$$

### 3. Bulgular ve Tartışma

Lizimetre tankı ağırlığını okuyan, plüviyometreler aracılığıyla günlük yağış ( $g\_yağis$ ) ve drenajla süzülen su miktarını ( $g\_drenaj$ ) ölçen, bu parametrelere bağlı olarak günlük evapotranspirasyon ( $gun\_ET$ ) ve bir sulama döngüsünde gerçekleşen toplam evapotranspirasyon ( $t_{ET}$ ) miktarlarını belirleyen,  $t_{ET} > 20$  mm olduğunda sulama suyu miktarını ( $S_{lm\_mkt}$ ) hesaplayarak sulamayı başlatan, bu doğrultuda selenoid vanayı, dijital su sayacını ve damla sulama sistemini kontrol eden, sulama suyunun tamamı bitkiye verildiğinde

selenoid vanayı kapatarak sulamayı sonlandıran PLC kontrollü bir tartılı lizimetre sistemi geliştirilmiştir (Şekil 4).

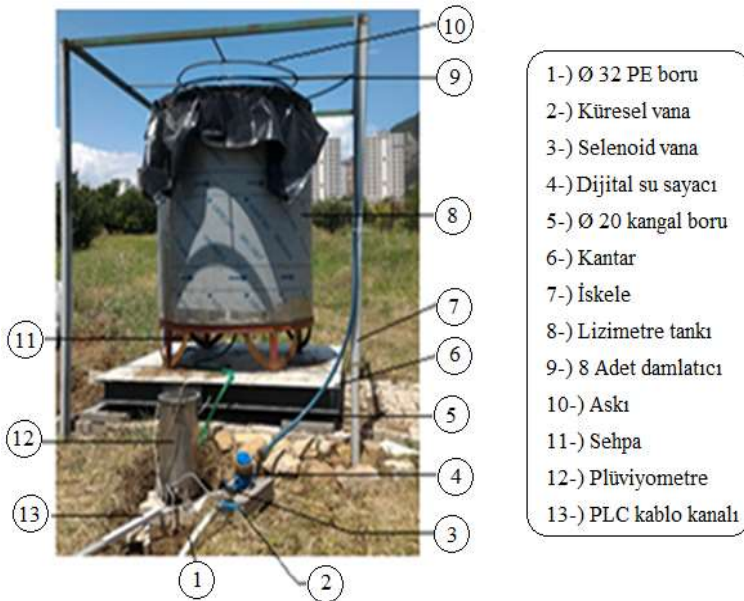
Tartılı lizimetrenin kontrol edilmesini sağlayan otomasyon sistemi için Program Organizasyon Birimi (POU) altında bir PLC programı (PLC\_PRG) oluşturulmuş ve bu programa ek olarak sırasıyla; Lizimetre [PRG], yağis\_olc [PRG], drenaj\_olc [PRG], Sulama [PRG], ve sd\_kart\_veri\_yaz [PRG] programları hazırlanmıştır. Şekil 5'de verilen CODESYS arayüzü vasıtasıyla programlar birlikte çalıştırılmıştır.



Şekil 5. Tartılı lizimetre otomasyonu programları ve CODESYS arayüzü.

Figure 5. Weighting lysimeter automation programs and CODESYS interface.

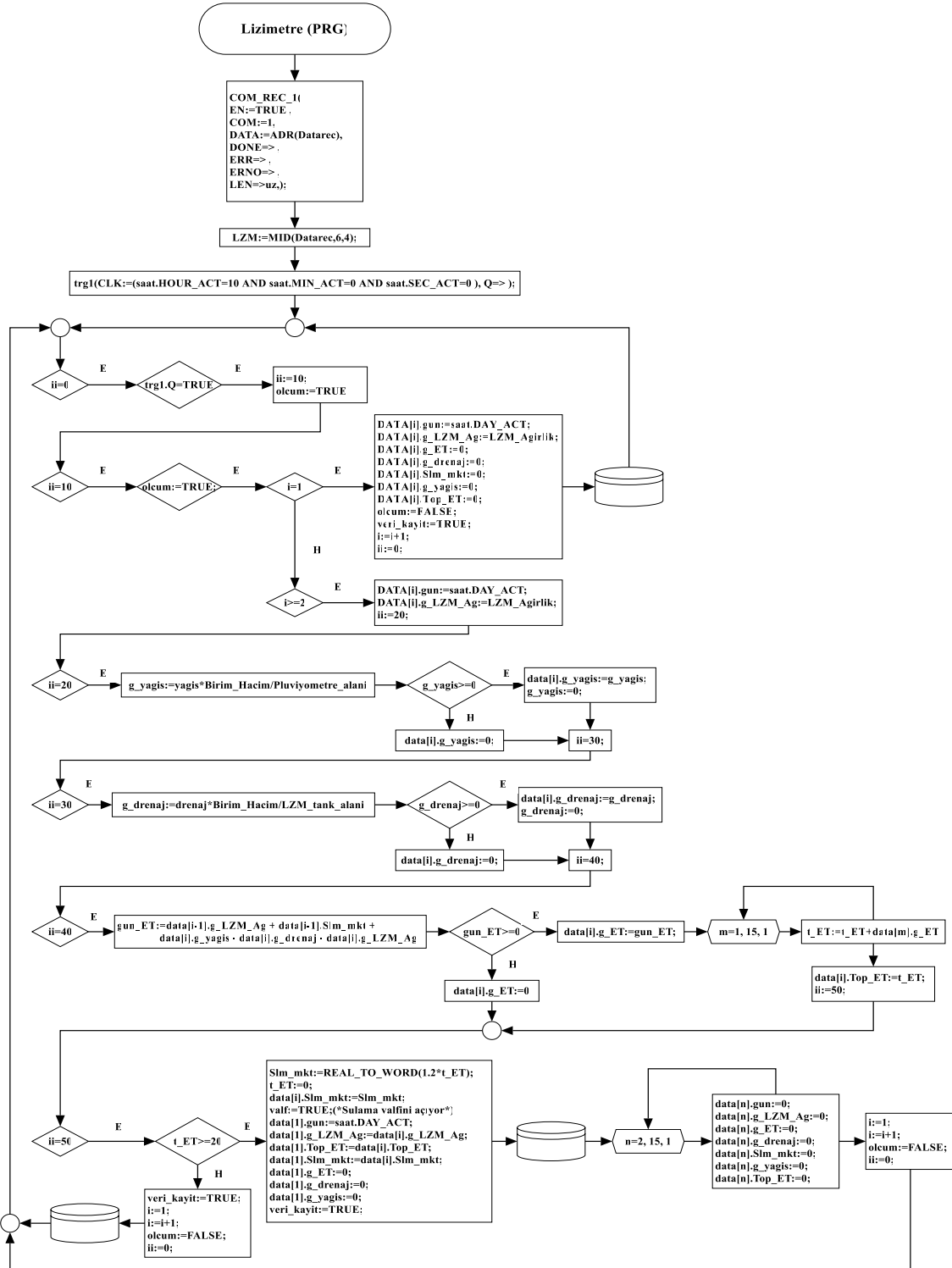
Tartılı lizimetre otomasyon sistemi için, ilk olarak akış diyagramı Şekil 6'da verilen Lizimetre [PRG] programı hazırlanmıştır. Bu programda öncelikle COM\_REC fonksiyon bloğu kullanılarak kantardan lizimetre ağırlığı okunmuş ve "datarec" değişkenine atanmıştır. Daha sonra MID string fonksiyonu kullanılarak "datarec" değişkeni içerisinde lizimetrenin ağırlığı ayıklanmış ve "lzm" değişkenine atanmıştır.



Şekil 4. Tartılı lizimetre sistemi.

Figure 4. Weighting lysimeter system.





Şekil 6. Lizimetre [PRG] programı.

Figure 6. Lysimeter [PRG] program.

Lizimetre [PRG] programının hazırlanmasında “CASE” deyimi kullanılmıştır. Bu deyimin “ii” adım değişkeni 0-50 arasında değişmiştir. İlk adımda ( $ii=0$ ), ölçme işleminin başlatılacağı saat “trg.1” değişkeni ile tanımlanmıştır. “trg.1” tetikleyicisi çıkış verdiğinde ( $Q=>$ ), yani saat 10.00 olduğunda ( $CLK:=(saat.HOUR\_ACT=10 \text{ AND } saat.MIN\_ACT=0 \text{ AND } saat.SEC\_ACT=0)$ ) “ii” adım değişkenine 10 atanarak ölçme

işlemi ( $olcum:=TRUE$ ) başlatılmıştır. Ölçme işleminin birinci gününde gün ( $i$ ) değişkenine 1 değeri atanmıştır. Birinci günün tarihi ( $saat.day\_act$ ) “DATA[i].gun” dizisine, lizimetre tankı ağırlığı ( $LZM\_agirlik$ ) ise “DATA[i].g\_LZM\_Ag” isimli diziyeye atanmıştır. Birinci gün; günlük evapotranspirasyon miktarına ( $DATA[i].g\_ET=0$ ), drenaj miktarına ( $DATA[i].g\_drenaj=0$ ), sulama miktarına ( $DATA[i].slm\_mkt=0$ ), yağış miktarına

(DATA[i].g\_yagis:=0) ve toplam evapotranspirasyon miktarına (DATA[i].Top\_ET:=0) sıfır değeri atanmıştır. Gün (i) değişkeni 1 artırılarak (i:=i+1) ölçüm sonlandırılmış (olçum:=FALSE) ve dizilere atanan tüm değişkenler (DATA) SD karta kaydedilerek (veri\_kayıt:=TRUE) ölçme işlemi tekrar ii= 0 adımına yönlendirilmiştir. İkinci gün ve daha sonraki günlerde (i>= 2) “trg.1” tetikleyici değişkeni çıkış verdiğinde, yani saat 10.00 olduğunda ölçüm yapılan günün tarihi (saat.day\_act) ve lizimetre ağırlığı (LZM\_agirlik) sırasıyla “DATA[i].gun” ve “DATA[i].g\_LZM\_Ag” dizilerine atanarak, adım değişkeni günlük yağış miktarının (g\_yagis) belirlendiği ii= 20 adımına yönlendirilmiştir.

Günlük yağış miktarını (g\_yagis) ölçmek için, birinci gün saat 10.00’den ikinci gün saat 10.00’a kadar devrilen kovalı plüviyometrede yağış ile dolup boşalan kova sayısı belirlenmiştir (yagis). Kova sayısı (yagis) kova hacmi (Birim\_Hacim) ile çarpılmış ve elde edilen sonuç plüviyometre yüzey alanına (Pluviyometre\_alani) bölünerek “g\_yagis” miktarı belirlenmiştir. “g\_yagis” miktarının sıfırdan büyük olması durumunda, hesaplanan yağış miktarı “data[i].g\_yagis” dizisine atanmıştır. Yağış gerçekleşmemesi durumunda ise diziyeye “g\_yagis” miktarı olarak sıfır değeri atanmıştır (data[i].g\_yagis:=0). Ölçülen değer sıfırlanarak (g\_yagis:=0), adım değişkeni günlük drenaj miktarının (g\_drenaj) belirlendiği ii= 30 adımına yönlendirilmiştir.

Lizimetre tankından süzülerek, plüviyometreye aktarılan drenaj suyu ile dolup boşalan kova sayısı (drenaj) kova hacmi (Birim\_Hacim) ile çarpılmış ve elde edilen sonuç lizimetre tankı yüzey alanına (LZM\_tank\_alani) bölünerek günlük drenaj miktarı (g\_drenaj) hesaplanmıştır. “g\_drenaj” miktarının sıfırdan büyük olması durumunda, drenaj miktarı “data[i].g\_drenaj” dizisine atanmıştır. Drenaj gerçekleşmediğinde ise “g\_drenaj” miktarı olarak diziyeye sıfır değeri atanmıştır (data[i].g\_drenaj:=0). Günlük drenaj ölçümü sonunda ölçülen değer sıfırlanarak (g\_drenaj:=0), adım değişkeni günlük evapotranspirasyon miktarının (gun\_ET) belirlendiği ii= 40 adımına yönlendirilmiştir.

“gun\_ET” miktarının belirlendiği ii= 40 adımında, Lizimetre (PRG) programı bir boyutlu su dengesi eşitliğini kullanarak “gun\_ET” miktarını hesaplamıştır. “gun\_ET” miktarı sıfırdan büyük ise, hesaplanan “gun\_ET” değeri “data[i].gun\_ET” dizisine atanmıştır. Evapotranspirasyon gerçekleşmemesi durumunda ise “gun\_ET” miktarı olarak diziyeye sıfır değeri atanmıştır (data[i].g\_ET:=0). Çalışma boyunca her gün için ayrı ayrı belirlenen “gun\_ET” miktarları 15 günlük veri depolama kapasitesine sahip (m=1, 15, 1) “data[m].gun\_ET” isimli geçici dizide depolanmıştır (m:=m+1). Bu amaçla gün “i” değişkenine “m” değişkeni atanmıştır. “data[m].gun\_ET” geçici dizisinde depolanan “gun\_ET” miktarları yığılımlı olarak toplanmış ve bir sulama döngüsünde gerçekleşen “t\_ET” miktarı belirlenmiştir. “t\_ET” değeri “data[i].Top\_ET” dizisine atanarak, sulama için karar verme adımına (ii= 50) geçilmiştir.

Sulama için karar verme adımında (ii= 50), t\_ET < 20 mm ise o ana kadar ölçülen veriler kaydedilmiş (veri\_kayıt:=TRUE), ölçme işlemi sonlandırılmış (olçum:=FALSE) ve gün (i) değişkeni bir artırılarak (i:=i+1) ölçme işlemi bir sonraki gün için tekrar ii= 0 adımına yönlendirilmiştir. t\_ET >=20 mm olması durumunda ise sulama yapılmıştır. “Slm\_mkt” hesaplanarak (Slm\_mkt:=1.2\*t\_ET) “data[i].Slm\_mkt” dizisine atanmıştır. Selenoid vana açılarak (valf:=TRUE) sulama başlatılmıştır. Lizimetre [PRG] programı tarafından açılan selenoid vana, sulama işleminin sonunda

Sulama [PRG] programı tarafından kapatılmıştır. Sulama işleminin sonunda tüm değişkenler sıfırlanmış, ölçme işlemi sonlandırılmış (olçum:=FALSE) ve gün (i) değişkeni bir artırılarak (i:=i+1) ölçme işlemi bir sonraki gün için tekrar ii= 0 adımına yönlendirilmiştir.

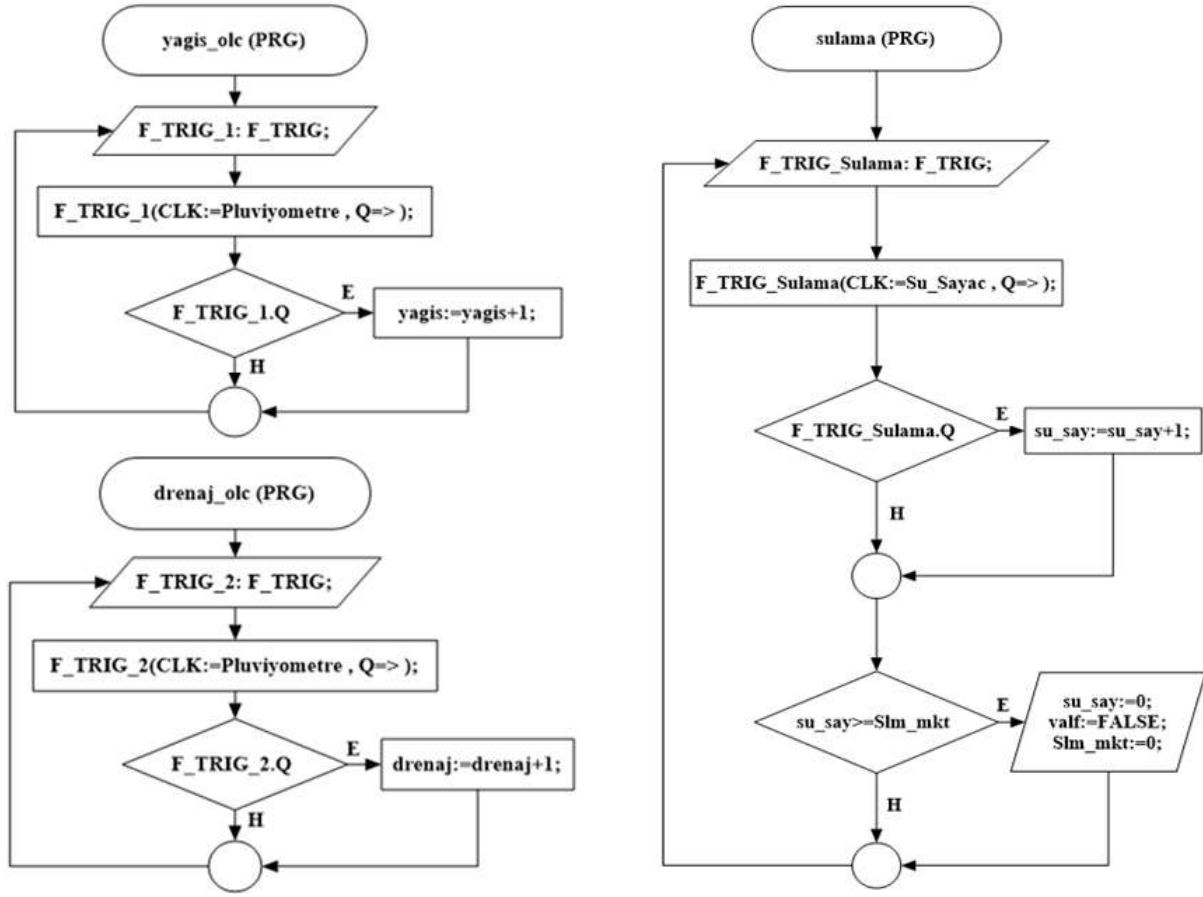
Tartılı lizimetre sistemine giren günlük yağış (g\_yagis) miktarı ile tanktan çıkan günlük drenaj (g\_drenaj) miktarını ölçmek ve sulama sistemini kontrol etmek amacıyla Şekil 7’de verilen yagis\_olc [PRG], drenaj\_olc [PRG] ve Sulama [PRG] programları hazırlanmıştır. Plüviyometreler çıkış verdiğinde (Pluviyometre, Q=>), yani su ile dolan ilk kova boşaldığında “g\_yagis” ve “g\_drenaj” miktarlarının ölçülmesine başlanılmıştır. “F\_TRIG\_1” komutunun tetiklediği “yagis” sayacına yağışla dolup boşalan kova sayısı (yagis), “F\_TRIG\_2” komutunun tetiklediği “drenaj” sayacına ise drenaj suyu ile dolup boşalan kova sayısı (drenaj) saydırılmıştır. Lizimetre [PRG] programı sırasıyla, yagis\_olc [PRG] ve drenaj\_olc [PRG] programlarından saydırılan toplam kova sayılarını (yagis, drenaj) çekerek “g\_yagis” ve “g\_drenaj” miktarlarını belirlemiştir.

Lizimetre [PRG] programının selenoid vanayı açmasıyla birlikte dijital su sayacından su akımı geçmeye başlamıştır. Sulama [PRG] programı tarafından kontrol edilen dijital sayacı her 1 litre su geçişinde 1 çıkış üretilmiştir. “F\_TRIG\_Sulama” komutunun tetiklediği “su\_say” (su\_say:=su\_say+1) sayacı ile çıkış sayısı saydırılmıştır. Su sayacından geçirilen su miktarı (su\_say) sulama suyu miktarına (Slm\_mkt) eşit olduğunda (su\_say>=Slm\_mkt), selenoid vana Sulama [PRG] programı tarafından kapatılarak (valf:=FALSE) sulama sonlandırılmıştır.

Lizimetre [PRG] programı tarafından DATA dizilerine kaydedilen bir önceki ve bir sonraki günün lizimetre ağırlıkları, bu iki lizimetre ağırlığı ölçümü arasındaki bir günlük sürede gerçekleşen yağış ve drenaj miktarları ile sulama suyu miktarı ve bu değerlere bağlı olarak hesaplanan günlük ve toplam evapotranspirasyon miktarları sd\_kart\_veri\_yaz [PRG] programı tarafından SD karta yazdırılmıştır.

PLC kontrollü tartılı lizimetre sistemi 2 yaşındaki Maraş 18 tipi ceviz bitkisi üzerinde test edilerek, bu sistem ile 2018 yılının Haziran-Ekim dönemi boyunca ölçülen yağış, drenaj, evapotranspirasyon ve sulama suyu miktarları Çizelge 1’de verilmiştir.

Maraş 18 tipi cevizin günlük evapotranspirasyon miktarı 1.25-3.5 mm gün<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Sulama aralığı 6-16 gün arasında değişmekte olup, toplam 12 defa sulama yapılmıştır. Ceviz bitkisine günlük ortalama 2.50 mm sulama suyu verilmiştir. Sulama mevsimi süresince gerçekleşen toplam evapotranspirasyon miktarı 261 mm olup, ceviz bitkisine bu süre boyunca toplam 293 mm sulama suyu verilmiştir. Akın (2016), Chandler tipi ceviz bitkisinin Tekirdağ koşullarında evapotranspirasyon miktarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, Haziran-Eylül dönemi boyunca günlük evapotranspirasyon miktarının 2.23-5.43 mm gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirlemiştir. Hu ve ark. (2010), ceviz ağaçlarının günlük ortalama evapotranspirasyon miktarlarının çiçeklenme aşamasında 2.90 mm gün<sup>-1</sup>, meyve oluşumu aşamasında 3.97 mm gün<sup>-1</sup>, kabuk oluşumu aşamasında 5.55 mm gün<sup>-1</sup> ve meyve olgunluk aşamasında 3.39 mm gün<sup>-1</sup> düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında Maraş 18 tipi ceviz bitkisi için elde edilen evapotranspirasyon değerleri, genel olarak Akın (2016) ve Hu ve ark. (2010) tarafından belirtilen değerler ile paralellik göstermektedir.



Şekil 7. yagis\_olc [PRG], drenaj\_olc [PRG] ve Sulama [PRG] programları.

Figure 7. yagis\_olc [PRG], drenaj\_olc [PRG] and Sulama [PRG] programs.

Çizelge 1. LZM\_1, LZM\_2, yağış, drenaj, sulama ve evapotranspirasyon miktarları.

Table 1. LZM\_1, LZM\_2, precipitation, drainage, irrigation and evapotranspiration amounts.

Tarih	LZM_1 (kg)	Yağış (mm)	Drenaj (mm)	Sulama (mm)	Evapotranspirasyon (mm)		LZM_2 (kg)
					Toplam	Günlük ortalama	
15-26 Haziran	2237.40	-	-	-	21	1.91	2216.40
26 Haziran-3 Temmuz	2216.40	9	8	25	20	2.86	2222.40
3-9 Temmuz	2222.40	5	7	24	21	3.50	2223.40
9-17 Temmuz	2223.40	-	6	25	21	2.63	2221.40
17-24 Temmuz	2221.40	-	4	25	20	2.86	2222.40
24 Temmuz-1Ağustos	2222.40	-	5	24	20	2.50	2221.40
1-8 Ağustos	2221.40	-	4	24	20	2.86	2221.40
8-21 Ağustos	2221.40	-	6	24	20	1.54	2219.40
21 Ağustos-2 Eylül	2219.40	-	5	24	21	1.75	2217.40
2-11 Eylül	2217.40	-	6	25	21	2.33	2215.40
11-18 Eylül	2215.40	-	5	25	20	2.86	2215.40
18 Eylül-4 Ekim	2215.40	3	4	24	20	1.25	2218.40
4-14 Ekim	2218.40	2	6	24	16	1.60	2222.40
Toplam	15 Haziran 2237.40	19	66	293	261	-	14 Ekim 2222.40

LZM\_1: Evapotranspirasyon miktarının belirlendiği dönemin başında ölçülen lizimetre ağırlığı.

LZM\_2: Evapotranspirasyon miktarının belirlendiği dönemin sonunda ölçülen lizimetre ağırlığı.



#### 4. Sonuç

Bu alışma kapsamında PLC tabanlı otomasyon sistemi tarafından kontrol edilebilen bir tartılı lizimetre sistemi geliştirilerek, Maraş 18 tipi ceviz bitkisi üzerinde test edilmiştir. Lizimetre sistemi günlük yağış ve drenaj miktarlarını plviyometrelere, lizimetre ağırlıklarını ise elektronik kantara ltrerek kaydetmiştir. Bu verileri kullanarak cevizin günlük evapotranspirasyon miktarını, sulama suyu ihtiyaını ve sulama zamanını belirlemiştir. Sulamayı otomatik olarak başlatıp, suyun tamamı bitkiye verildiğinde sonlandırmıştır. Otomasyon kullanımı zaman ve iş gücünden tasarruf edilmesini sağlayarak, lme işlemlerinin hassasiyetini ve tutarlılığını artırmıştır.

Ceviz bitkisinin tartılı lizimetre sistemi ile elde edilen günlük evapotranspirasyon miktarları 1.25-3.5 mm gün<sup>-1</sup> arasında değerler almıştır. 2018 yılı Haziran-Ekim dönemi boyunca gerçekleşen toplam evapotranspirasyon miktarı ise 261 mm olarak belirlenmiştir. Cevize günlük ortalama 2.50 mm sulama suyu verilmiştir.

#### Kaynaklar

- ABB (2017) Automation Builder 2.1-Basic. ABB Automation Products GmbH Eppelheimer Str. 8269123 Heidelberg, Germany.
- Aboukhaled A, Alfaro A, Smith M (1982) Lysimeters. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 39, Rome.
- Akın S (2016) Tekirdağ koşullarında ceviz ağaçlarının su tüketimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Akpolat A (2011) Mikrometeorolojik ve lizimetre yöntemleriyle belirlenen buğday bitki su tüketimlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aydınşakir K, Baştuğ R, Büyüktaş D (2003) Antalya yöresinde çim kıyas bitki su tüketimini veren bazı ampirik eşitliklerin tarla ve lizimetre koşullarında kalibrasyonu. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16(1): 107-119.
- Aydınşakir K, Büyüktaş D (2014) Lizimetrelere ve bitki su tüketimi çalışmalarında kullanımı. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü DERİM Dergisi 22(1): 49-58.
- Benli B, Kodal S, İlbeyi AA, stn H (2006) Determination of evapotranspiration and basal crop coefficient of alfalfa with a weighing lysimeter. Agricultural Water Management 81: 358-370.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977) Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, Rome.
- Genoğlan C, Genoğlan S, Usta S (2019) Controlling lysimeter and lysimeter units with a Programmable Logic Controller (PLC). In: International Asian Congress on Contemporary Sciences. Mecca, Saudi Arabia, pp. 180-188.
- Hu Q, Ma Y, He J, Zhang Q, Hong M (2010) Effect of drip irrigation and micro-sprinkler irrigation on water consumption, yields and quality of walnut. Journal of Water Resources and Water Engineering 1: 0-20.
- Kanber R (2006) Sulama. ukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: A-52, Adana.
- Nur A (2019) Çukurova koşullarında lizimetre yöntemiyle mısır bitki su tüketiminin ve bitki katsayılarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TAGEM (2016) Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- nl M, Kanber R, Kapur B (2010) Comparison of soybean evapotranspirations measured by weighing lysimeter and Bowen ratioenergy balance methods. African Journal of Biotechnology 9(30): 4700-4713.
- Yıldız AM (2019) Çukurova koşullarında lizimetre, eddy kovaryans ve su bütçesi yöntemleri ile belirlenen buğday bitki su tüketimlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Young MH, Wierenga PJ, Mancino CF (1996) Large weighing lysimeters for water use and deep percolation studies. Soil Science 161: 491-501.



# Mikrodalga destekli distilasyon ve ekstraksiyon metotlarının rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve anason (*Pimpinella anisum* L.) meyvelerinin uçucu yağ oranına etkisi

Effects on essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and anise (*Pimpinella anisum* L.) fruits of microwave-assisted distillation and extraction methods

Nimet KARA<sup>id</sup>, Hasan BAYDAR<sup>id</sup>, Seher ÇAKAN<sup>id</sup>

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): N. Kara, e-posta (*e-mail*): nimetkara@isparta.edu.tr  
Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): hasanbaydar@isparta.edu.tr, sehercakan1045@gmail.com

## MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Haziran 2019  
Düzeltilme tarihi 10 Ocak 2020  
Kabul tarihi 13 Ocak 2020

### Anahtar Kelimeler:

Rezene  
Anason  
Mikrodalga destekli distilasyon  
Uçucu yağ  
Sabit yağ

## ÖZ

Bu araştırma, mikrodalga destekli distilasyon uygulamalarının rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve anason (*Pimpinella anisum* L.) meyvelerinde uçucu yağ ve sabit yağ oranları ile bileşenleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Meyvelere 0 (kontrol), 400, 600 ve 800 W güçte mikrodalga uygulandıktan sonra su distilasyonu yoluyla çıkarılan uçucu yağ oranı rezenede %0.96'dan (kontrol) %1.31'e (800 W), anasonda %1.98'den (kontrol) %2.10 (800 W)'a artış gösterdiği, anetol oranı ise sırasıyla %82.67'den (kontrol) %84.06'ya (400 W) ve %95.75'den (kontrol) %96.53'e (800 W) artış gösterdiği belirlenmiştir. Mikrodalga uygulanmış meyvelerde damıtma artışı olarak elde edilen posalarda sabit yağ oranı rezenede istatistiksel olarak önemli değişiklik göstermezken (%27.27-27.87), anasonda %29.87'den (kontrol) %30.30'a (800 W) artış göstermiştir. Rezenede sabit yağın en önemli yağ asidi bileşeni olan petroselinik asit oranı ise %74.86'dan (kontrol) %78.85'e artış göstermiş, anasonda ise petroselinik asit oranı birbirine yakın olmuştur. Çalışma sonucuna göre, ön işlem olarak mikrodalga uygulamalarının rezene ve anason meyvelerinin uçucu ve sabit yağ verimliliğinde ve kalitesinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

## ARTICLE INFO

Received 10 June 2019  
Received in revised form 10 January 2020  
Accepted 13 January 2020

### Keywords:

Fennel  
Anise  
Microwave assisted distillation  
Essential oil  
Fixed oil

## ABSTRACT

This research was carried out to investigate the effects of microwave assisted distillation applications on essential oil and fixed oil yields and compounds in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and anise (*Pimpinella anisum* L.) fruits. The experiment was set up as randomized plots design with four replications. When the fruits were hydro-distilled after applying microwave power of 0 (control), 400, 600 and 800 W, the rate of essential oil yield increased from 0.96% (control) to 1.31% (800 W) in fennel, from 1.98 (kontrol) to 2.10 (800 W) in anise and the anethol ratio increased from 82.67% (control) to 84.06% (400 W) and from 95.75 (kontrol) to 96.53'e (800 W), respectively. While the fixed oil ratio in the distillation residue did not show any significant change (from 27.27% to 27.87%) in fennel, anise increased from 29.87 (kontrol) to 30.30 (800 W). The ratio of petroselinic acid, which is the most important fatty acid component of fixed oil in fennel, was varied from 74.86% (kontrol) to 78.85% (800 W), and petroselinic asit ratio in anise was close to each other. According to the results of study, it was determined to be positive effect of the microwave applications as pre-treatment on the essential and fixed oil productivity and quality of fennel and anise fruits.

## 1. Giriş

*Umbelliferae* familyasından Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve anason (*Pimpinella anisum* L.), ülkemizde uzun yıllardır kültürü yapılan ve ekonomik değeri olan baharat, ilaç ve uçucu yağ bitkileridir. Ülkemizde anason ve rezene yetiştiriciliğinde özellikle Burdur ili başta olmak üzere Göller Bölgesi tarımsal ve endüstriyel açıdan önemli bir üretim potansiyeline sahiptir. Dünyada rezene en fazla Avrupa ülkelerinde, Hindistan, Mısır, Türkiye, Çin, Arjantin, Endonezya ve Pakistan'da yetiştirilmektedir. Dünyada rezenenin acı rezene (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*) ve tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* var. *dulce*) olmak üzere başlıca iki farklı kültür varyetesi vardır. Türkiye florasında rezenenin yayılış gösteren ve kültürü yapılan türü ise *Foeniculum vulgare* Mill. (Baydar 2016) olup, 23400 ha alanda, 3067 ton üretim yapılmakta ve ortalama 131.0 kg da<sup>-1</sup> verim alınmaktadır. Türkiye başta ABD, Almanya, Brezilya, Hollanda, İtalya, İspanya olmak üzere çok sayıda ülkeye yılda 2.52 milyon Dolar değerinde rezene meyvesi ihraç etmektedir (TÜİK 2018). Dünyada anason üretiminde özellikle Hindistan, Suriye, Meksika ve Çin başta gelmektedir. Dünyada anasonun en tanınmış tipleri İtalyan, İspanyol, Alman ve Rus anasonları, ülkemizde Çeşme ve Burdur anasonlarıdır (Ceylan 1987). Türkiye'de anasondan 12445 ha alanda, 8664 ton üretim yapılmakta ve ortalama 70.0 kg da<sup>-1</sup> verim alınmaktadır. Anason ihracatı başta ABD olmak üzere, Almanya, Brezilya, Hollanda, İtalya, Japonya, Hindistan, Yunanistan, İspanya ve Fransa gibi ülkelere yaklaşık 11.55 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir (TÜİK 2018).

Anason ve rezenenin meyvelerinden su/buhar distilasyonu yöntemiyle uçucu yağ solvent ekstraksiyonu yöntemiyle sabit yağ elde edilmektedir (Baydar 2016). Anason %1.5-3.5, rezene %2-4 oranında uçucu yağ içermekte ve uçucu yağları ana bileşen olarak trans-anethol (%75-95) bakımından zengindir (Kara 2015; Baydar 2016). Uçucu yağları dışında meyvelerden solvent ekstraksiyonu ile elde edilen sabit yağları (%20-30) da çok önemlidir. *Umbelliferae* familyası bitkilerinin sabit yağları, diğer yağ bitkilerinin yağlarında rastlanmayan yağ asitlerinden petroselinik asit (C18:1, cis 6) bakımından çok zengindir (%55-90); hem yemeklik hem de sanayi yağı olarak kullanılabilir (Baydar 2013; Baydar ve Erbaş 2014).

Anason ve rezene gibi uçucu yağ taşıyan bitkilerde uçucu yağ oranı ve kompozisyonunda genetik ve ekolojik faktörlerin yanı sıra distilasyon yöntemi, distilasyon süresi (Cannon ve ark. 2013) ve distilasyon suyuna eklenen katkı maddeleri (Shamspur ve ark. 2012)'de etkilidir. Mikrodalgalar, uygulandıkları bitkinin hücrelerindeki su moleküllerini hızla buharlaştırmakta ve buharlaşmaya birlikte ortaya çıkan yüksek basınç hücre membranlarını parçalayarak etkin maddelerin serbest kalmasını sağlayabilir. Mikrodalga uygulamalarında ısı nedeniyle meyvelerin nem içerikleri azalmakta ve kuru madde miktarı artarak etkili madde miktarı yükselebilir (Karabacak ve ark. 2015). Serbest kalan etkin maddeler ekstraksiyon veya distilasyon teknikleri ile izole edilerek kazanılmaktadır.

Mikrodalga ekstraksiyonu diğer klasik ekstraksiyon ve distilasyon teknikleri ile kolayca kombine edilerek kısa sürede yüksek verim ve kalitede ekstrakt elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Baydar 2016). Mikrodalga fırınında ekstraksiyon veya distilasyon sürecinde uygulanan güç (W) ve süre (dakika) ekstrakt verimi ve kalitesi üzerine doğrudan etki etmektedir. Mikrodalga destekli distilasyon ve ekstraksiyon teknikleri sayesinde daha kısa sürede, daha düşük maliyette, daha yüksek

verimlilikte, saflıkta ve kalitede bitki ekstraktları elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, mikrodalga fırınında 3 farklı güçte (400, 600 ve 800 W) mikrodalga uygulamasının, rezene ve anason meyvelerinin uçucu ve sabit yağ oranı ve kalitesi üzerine etkisi belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında Burdur'dan temin edilen rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve anason (*Pimpinella anisum* L.) populasyonları kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrürlü olarak yürütülmüştür. Uçucu yağ oranı, Clevenger cihazında hidro-distilasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Distilasyon işlemi her bir uygulama için rezene ve anason meyveleri 20 gram tartılmış ve üzerine 200 ml saf su (1:10) eklendikten sonra damıtma balonuyla birlikte mikrodalga fırınına yerleştirilmiştir (kontrol için mikrodalga uygulaması yapılmamıştır). Mikrodalga fırınında (250 V, 50 Hz, 2450 MHz) 3 farklı güçte (400 W, 600 W ve 800 W) 4 tekrürlü olarak mikrodalga uygulaması yapılmıştır. Mikrodalga fırında her bir güç uygulamasında kaynama başladığı anda (400 W: 3.35 dak., 600 W: 2.25 dak. ve 800 W: 1.45 dak.) kaynatma işlemi sonlandırılmıştır. Daha sonra Clevenger aparatında 2 saat süreyle damıtılarak uçucu yağ oranları (% v/w) belirlenmiştir (European Pharmacopoeia 1975).

Her bir uçucu yağ örneğinin uçucu yağ bileşenleri GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 quadrapole detektörlü Shimadzu 2010 Plus) CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm, 0.25 µm) kapiler kolonu kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 10°C artarak 60°C'den 220°C'ye ulaşmış ve 220°C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir. Toplam koşuturma süresi 60 dakika, enjektör sıcaklığı 240°C ve detektör sıcaklığı 250°C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (20 ml dakika<sup>-1</sup>, split 1:20) kullanılmıştır.

Clevenger düzeneği ile distile edilen her bir numuneye ait posa kurutulup öğütüldükten sonra nükleer manyetik rezonans (NMR) cihazında sabit yağ oranları (%) tespit edilmiştir. Sabit yağda yağ asitlerinin belirlenmesi amacıyla uçucu yağ alınmış 3 g kurutulmuş ve öğütülmüş posa üzerine 5 ml n-hekzan eklenerek cam baget yardımıyla iyice karıştırılmıştır. Ağzı kapalı olarak bir gece bekletildikten sonra (soğuk ekstraksiyon) üst fazda toplanan berrak yağlı solvent pipetle alınarak başka bir temiz tüpe aktarılmıştır. Bu tüpler ağız açık olarak kurutma fırınında tutularak solvent iyice uçurularak geride kalan saf sabit yağ türevlendirmeye (esterleşirmeye) alınmıştır. Posanın soğuk ekstraksiyon yağı (100 µl) %0.5 sodyum metoksit (80:20, methanol: iso-oktan) içeren türevlendirici içinde 24 saat oda sıcaklığında bekletilip üzerine 1 ml iso-oktan eklendikten sonra vortekslenip üst fazın ayrılması beklenmiş ve esterleşmiş yağ asitlerinin (FAME) toplandığı üst fazdan 1 µl çekilerek gaz kromatografisi (GC-FID) cihazına enjekte edilmiştir. (Cihaz: Perkin Elmer Auto System XL, kolon: CP sil 88 for FAME, 50 m x 0.25 mm, 0.25 µm), fırın sıcaklığı programı: 80°C'de 4 dak. (rate: 0) // 175°C'de 25 dak. (rate 10°C dakika<sup>-1</sup>) // 215°C'de 2 dak. (rate 4 °C dakika<sup>-1</sup>) ve 240°C'de 10 dak. (rate 2°C dakika<sup>-1</sup>). Enjektör ve detektör sıcaklığı 240°C, taşıyıcı gaz: He (15 PSI), split oranı: 1/20 ml dakika<sup>-1</sup>, enjeksiyon miktarı: 1 µl.

Elde edilen sayısal veriler 4 tekrerrürlü olarak SAS istatistik programı yardımıyla değerlendirilmiş ve F testi yapılarak ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD Testine göre karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Uçucu Yağ Oranları

Mikrodalga destekli su distilasyonu uygulamaları sonucu rezene meyvelerinden elde edilen toplam uçucu yağ ve bileşen oranları Çizelge 1’de sunulmuştur. Ön işlem olarak yapılan mikrodalga uygulamaları rezene meyvelerinin uçucu yağ oranında istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.01$ ) artışlara neden olmuştur. Mikrodalga uygulanmayan (kontrol) rezene meyvelerde su distilasyonu ile %0.96 oranında uçucu yağ oranı elde edilirken, ön işlem olarak 400 W, 600 W ve 800 W güçte mikrodalga uygulamaları yapıldığında uçucu yağ oranları sırasıyla %0.96, %1.16 ve %1.31 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). GC-MS analiz sonuçlarına göre rezene uçucu yağında oranları %0.5’in üzerinde olan 22 farklı uçucu yağ bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşenler arasında oransal olarak en fazla temsil edilen bileşenlerin sırasıyla anetol (%81.52-84.06), p-allianisol (%5.25-6.12), anisaldehit (%3.95-4.28), limonen (%2.97-4.50) ve fenkon (%1.65-1.98) olduğu

belirlenmiştir. Rezene uçucu yağının en önemli bileşeni olan anetol miktarı 400 W uygulamasında %84.06 ile en yüksek oranda tespit edilmiş, bundan daha yüksek güçteki mikrodalga uygulamalarda azalış göstererek kontrole yakın değerler göstermiştir (Çizelge 1).

Farklı mikrodalga güçleri uygulamalarının anason meyvelerinin uçucu yağ oranları üzerine etkisi Çizelge 2’de gösterilmiştir. Anason meyvelerine farklı güçte uygulanan mikrodalgalar arasında istatistiksel olarak fark çıkmamış, ancak uçucu yağ oranı güç artışına bağlı olarak kontrolden 800 W (%1.98 ile %2.10)’a doğru artış göstermiştir (Çizelge 2).

Anason meyvelerinde toplam 4 tane uçucu yağ bileşeni belirlenmiş ve uçucu yağ ana bileşenleri olarak anetol ve estragol (metil kavikol) tespit edilmiştir. Anetol bakımından uygulamalar arasında fark çıkmamış, en yüksek anetol oranı 600 W (%96.73) güçten elde edilirken, estragol oranı kontrole göre tüm uygulamalarda daha düşük oranlarda tespit edilmiştir. En düşük estragol oranının %2.64 ile yine 600 W’lık mikrodalga gücünde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Şekil 1 ve Şekil 2’de mikrodalga destekli distilasyon uygulamalarının ve anason meyvelerinde 30, 60, 90 ve 120 dakikalık distilasyon aşamalarında uçucu yağ kazanımı üzerine etkisi gösterilmiştir. Toplam 2 saat (120 dakika) süren

**Çizelge 1.** Mikrodalga destekli su distilasyon uygulamalarında rezene meyvelerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri.

**Table 1.** Essential oil content and composition of fennel fruits in microwave-assisted water distillation treatments.

Bileşenler	Rt	0 W (Kontrol)	400 W	600 W	800 W
$\alpha$ -pinen	6.74	0.14	0.14	0.17	0.15
$\beta$ -Fellandren	8.16	-	0.06	-	0.09
Sabinen	8.17	0.08	-	0.09	-
Simol	10.39	-	0.13	-	0.19
p-simen	10.42	0.16	-	0.17	-
Limonen	10.65	3.73	2.97	4.50	4.19
1,8-sineol	10.79	0.20	0.16	0.21	0.20
Cis-osimen	10.95	0.12	0.09	0.13	0.14
Fenkon	13.71	1.98	1.65	1.93	1.98
Cis-limonen oksit	16.23	0.07	-	0.07	0.07
Kamfor	17.02	0.06	-	-	0.05
p-allianisol	20.00	5.89	5.25	6.07	6.12
t-karveol	21.65	0.05	-	0.06	-
Benzalaldehit	22.98	-	0.06	-	0.06
2-siklohekzen	23.18	0.34	0.29	0.24	0.28
Anisaldehit	23.99	3.95	3.95	4.28	3.98
Anetol	26.69	82.67	84.06	81.52	81.99
p-Asetonilanisol	32.12	-	0.12	-	0.25
Propanon	32.24	0.37	-	0.14	-
Karyofillen	34.46	-	0.11	-	-
$\alpha$ -humulen	36.72	-	0.38	0.09	-
Laden	45.20	-	0.45	0.07	-
Uçucu yağ oranı (%)		0.96 c*	0.96 c	1.16 b	1.31 a

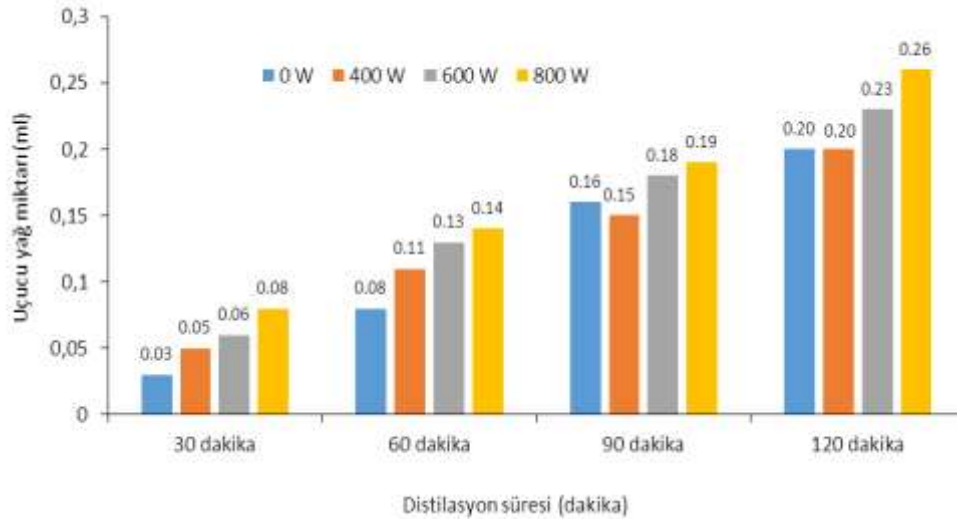
Uçucu yağ oranı için aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir (F değeri= 16.85\*\*,  $LSD_{0.05}$ = 0.128, V.K.= %7.54).

**Çizelge 2.** Mikrodalga destekli su distilasyon uygulamalarında anason meyvelerinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri.

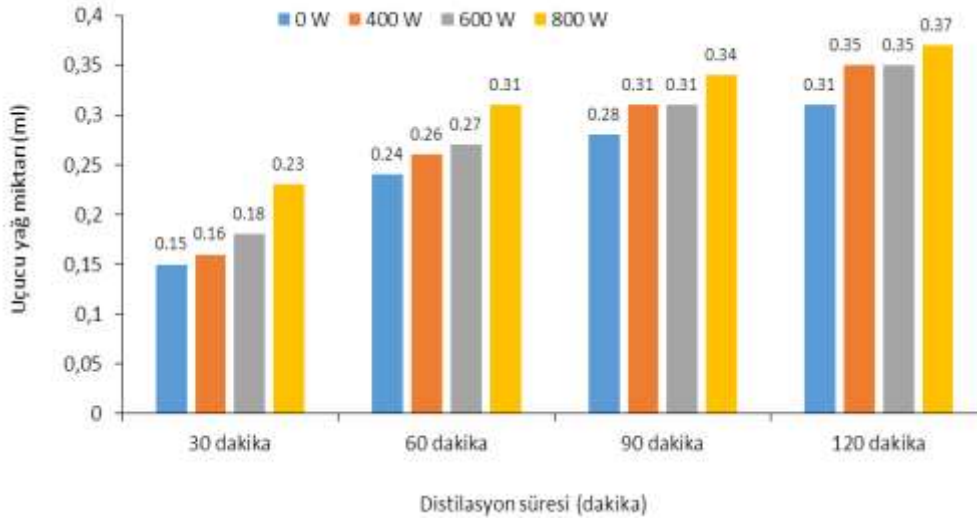
**Table 2.** Essential oil content and composition of anise fruits in microwave-assisted water distillation treatments.

Bileşenler	Rt	0 W (kontrol)	400 W	600 W	800 W
Estragol	20.1	3.20	2.98	2.64	2.70
Trans-anetol	26.2	95.75	96.19	96.73	96.53
B-chamigrene	38.0	0.23	0.28	0.26	0.26
Isoeugenol	58.5	0.82	0.55	0.37	0.51
Uçucu Yağ Oranları (%)		1.98	1.98	2.00	2.10

Uçucu yağ oranı için aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir (F değeri= 2.36<sup>0d</sup>, V.K.= %2.76).



**Şekil 1.** Mikrodalga destekli distilasyon uygulamalarının rezene meyvelerinde distilasyon sürecinde uçucu yağ kazanımı üzerine etkisi.  
**Figure 1.** Effect on essential oil recovery during the distillation process in fennel fruits of microwave-assisted distillation treatment.



**Şekil 2.** Mikrodalga destekli distilasyon uygulamalarının anason meyvelerinde distilasyon sürecinde uçucu yağ kazanımı üzerine etkisi.  
**Figure 2.** Effect on essential oil recovery during the distillation process in anise fruits of microwave-assisted distillation treatment.

distilasyon süresinin ilk 30 dakikası içinde 0, 400, 600 ve 800 W mikrodalga uygulamalarında sırasıyla rezenede 0.03, 0.05, 0.06 ve 0.08 ml, anasonda 0.15, 0.16, 0.18 ve 0.23 mL uçucu yağ kazanılmış, bu sıralama diğer distilasyon dilimlerinde de benzer şekilde artarak devam etmiştir (Şekil 1). Sonuç olarak belirli bir güç ve belirli bir süre için mikrodalgalara maruz kalan hücre duvarları veya zarları ortaya çıkan yüksek sıcaklık ve basınç etkisiyle parçalanarak uçucu yağların daha kısa sürede ve daha yüksek miktarlarda açığa çıkmasına neden olmaktadır.

Fazlalı ve ark. (2015) biberiye yapraklarının su distilasyonu ile 90 dakika damıtılması ile uçucu yağ oranı %1.3, 900 W güçte mikrodalga destekli su distilasyonu yöntemi ile 30 dakika damıtmasından %1.5 oranında uçucu yağ elde etmişlerdir. Akgül (1986) tatlı rezene meyvelerinde uçucu yağ oranının %1.7-2.5, Özkan ve Gürbüz (2000) %1.93-2.28 ve Keskin ve Baydar (2016) %2.20-3.13 arasında değiştiğini uçucu yağın ana bileşeni olan anetol oranının %79.67-89.13 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Akgül (1986) tatlı rezene meyve

örneklerinde uçucu yağ oranının %1.7-2.5 arasında değiştiğini ve uçucu yağlarında trans-anetol (%75.6-86.5), limonen (%4.2-9.1), estragol (%3.2-5.2), fenkon (%1-2.8),  $\gamma$ -terpinen (%0.8-1.5) ve  $\alpha$ -pinen (%0.4-1.1) arasında bulunduğunu belirlemiştir. Kan ve ark. (2006) rezene meyvelerinin uçucu yağ bileşenlerinin yetiştirme koşullarına göre değiştiğini ana bileşenleri trans-anetol (%60.6-87.0), anisaldehit, estragol,  $\alpha$ -fenkon, limonen, karvon ve cis-anetol olduğunu tespit etmiştir. Kiralan (2012) mikrodalga fırınında 2, 4 ve 8 dakika boyunca 0.45 kW'de kavrulmuş çörek otunun uçucu yağ bileşen oranlarının kavrulma ile azaldığını bildirmiştir

Doğan ve ark. (2018) anasonun uçucu yağ oranının %1.21-3.88 arasında değiştiğini, Satbeşe ve ark. (1994) anasonun uçucu yağının çok büyük bir miktarının trans-anetol (ortalama %98.0) olduğunu, Kara (2015) anasonun temel uçucu yağ bileşenlerinin trans-anetol (%97.57), anisol-p-allyl (%1.80) ve karyofillen (%1.30) olduğunu bildirmişlerdir.



### 3.2. Sabit Yağ Oranı ve Yağ Asitleri

Ön işlem olarak farklı güçlerde ve sürelerde mikrodalga uygulanmış rezene meyvelerinin su distilasyonu sonrasında atık ürün olarak elde edilen uçucu yağı alınmış rezene posasının kurutulup öğütüldükten sonra elde edilen sabit yağ oranı ve yağ asitleri bileşenleri Çizelge 3'te sunulmuştur. Kontrol, 400, 600 ve 800 W mikrodalga uygulanmış rezene meyvelerinin damıtma posalarının NMR sabit yağ oranları sırasıyla %27.27, 27.87, 27.16 ve 27.85 olarak tespit edilmiş, ortalamalar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Her bir uygulamadan elde edilen sabit yağların yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 3'te verilmiştir. GC-FID analizine göre rezene sabit yağını meydana getiren en önemli doymuş yağ asitlerinin palmitik ve stearik asit, en önemli doymamış yağ asitlerinin ise geliş sırasına göre miristoleik, petroselinik, oleik, cis-vassinik ve linoleik olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Stearik, oleik ve cis-vassinik asit dışındaki yağ asitleri ön işlem olarak mikrodalga ışınlarından istatistiksel olarak önemli düzeylerde etkilenmişlerdir. Genel olarak mikrodalga gücü artışına bağlı olarak miristoleik asit %9.57'den %5.09'a ve palmitik asit %3.77'den %3.60'a azalış, linoleik asit ise %0.96'dan %1.22'ye artış göstermiştir (Çizelge 3).

Diğer *Umbelliferae* türlerinde olduğu gibi rezene sabit yağının da en önemli yağ asidinin petroselinik asit olduğu tespit edilmiştir. Petroselinik asit oranı mikrodalga uygulamalarından önemli düzeyde ( $P<0.01$ ) etkilenmiş, mikrodalga fırınının güç artışına bağlı olarak sırasıyla %74.86, %77.33, %78.77 ve %78.85 oranlarında artan değerler elde edilmiştir (Çizelge 3).

Bu sonuçlar, ön işlem olarak mikrodalga uygulamasının rezene damıtma posasında sabit yağ oranını etkilemezken, sabit yağın en önemli bileşeni olan petroselinik asidi önemli olarak artırdığı saptanmıştır.

Ön işlem olarak farklı güçlerde ve sürelerde mikrodalga uygulanmış anason meyvelerinin sabit yağ oranları arasında ise istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) fark ortaya çıkmış, mikrodalga ısı artışına bağlı olarak sabit yağ oranı yükselmiştir. Her bir uygulamadan elde edilen anason meyvelerinin sabit yağ oranları ve yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4'te verilmiştir. En düşük sabit yağ oranı kontrolden (%29.87) ve en yüksek sabit yağ oranı ise 600 ve 800 W (%30.29 ve %30.30) mikrodalga uygulamasından elde edilmiştir.

Anason meyvelerinin sabit yağında yağ asitleri kompozisyonu büyük oranda petroselinik asit (%60.98) ve linoleik asitten (%20.65) oluşmuştur. Mikrodalga uygulamaları arasında yağ asitleri oranları bakımından önemli farklılık oluşmamıştır (Çizelge 4).

Bayrak (2006) rezene meyvesinde %12.71-16.61 arasında sabit yağ bulunduğunu, en fazla petroselinik asit %45.09-58.40, laurik asit %24.61-39.33 yer alırken bunu sırası ile linoleik asit %6.55-9.74, palmitik asit %3.20-3.80, oleik asit %2.55-3.25 ve diğer eser miktardaki bileşenlerin takip ettiğini tespit etmiştir. Keskin ve Baydar (2016) rezene sabit yağ oranı %22.27-23.70 arasında değiştiğini ve sabit yağda en fazla bulunan petroselinik asit oranının %83.29-83.49 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 3.** Mikrodalga destekli su distilasyon uygulamalarında rezene meyvelerinin sabit yağ oranı ve bileşenleri.

**Table 3.** Fixed oil content and its components of fennel fruits of microwave-assisted water distillation treatments.

Bileşenler	0 W (Kontrol)	400 W	600 W	800 W
Miristoleik	9.57	7.46	6.13	5.09
Palmitik	3.77	3.59	3.61	3.60
Stearik	1.28	1.34	1.30	1.40
Petroselinik	74.86	77.33	78.77	78.85
Oleik	0.18	0.10	0.57	0.17
Cis-vassinik	9.41	9.47	9.45	9.24
Linoleik	0.96	0.67	0.61	1.22
Sabit yağ oranları (%)	27.27	27.87	27.16	27.85
F değeri <sup>Yağ oranı</sup>	2.45 <sup>nd</sup>			
VK <sup>Yağ oranı</sup>	1.75			

**Çizelge 4.** Mikrodalga destekli su distilasyon uygulamalarında anason meyvelerinin sabit yağ oranı ve bileşenleri.

**Table 4.** Fixed oil content and its components of anise fruits of microwave-assisted water distillation treatments.

Bileşenler	0 W (Kontrol)	400 W	600 W	800 W
Miristik asit	0.15	0.23	0.21	0.23
Cis- 10- Pentadekonoik asit	3.28	3.25	3.22	3.29
Palmitik asit	3.50	3.79	4.63	3.07
Stearik asit	0.81	1.21	0.78	0.92
Petroselinik	60.98	61.05	60.93	61.67
Oleik asit	10.1	9.40	9.41	8.37
Cis-vassinik	0.30	0.31	0.28	0.31
Linoleik asit	20.65	20.35	20.25	20.63
Arasidik asit	0.18	0.25	0.25	0.26
Sabit yağ oranları (%)	29.87 B	30.21 AB	30.29 A	30.30 A
F değeri <sup>Yağ oranı</sup>	8.60*			
LSD (%) <sup>Yağ oranı</sup>	0.366			
VK <sup>Yağ oranı</sup>	4.1			

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.\* $P<0.05$  düzeyinde önemli.

#### 4. Sonuç

Rezene ve anason meyvelerinde 0 (Kontrol) ve ön işlem 400, 600 ve 800 W güçte mikrodalga uygulandıktan sonra su distilasyonu yoluyla elde edilen uçucu yağ oranı rezene ve anasonda sırasıyla %0.96'dan (kontrol) %1.31'e (800 W) ve %1.98'den (kontrol) %2.10'a (800 W), anetol oranı ise %82.67'den (kontrol) %84.06'ya (400 W) ve %95.75'den (kontrol) %96.73'e (600 W) artış gösterdiği belirlenmiştir. Ön işlem olarak mikrodalga uygulanmış rezene meyvelerinden damıtma artışı olarak elde edilen posalarda sabit yağ oranı önemli değişiklik göstermezken, anasonda önemli bulunmuştur (sırasıyla %27.27-27.87 ve %29.87-30.30 arasında değişmiştir). Rezenede petroselinik asit oranı %74.86'dan (kontrol) %78.85'e artış gösterirken, anasonda önemli bir artış olmamıştır. Sonuç olarak mikrodalga destekli ön uygulamaların etkisi bitki çeşitlerine göre uçucu ve sabit yağ oranlarında değişkenlik göstermiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada Rezene bitkisine ait laboratuvar araştırma kısmı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209/A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi/Yurt Dışı Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Akgül A (1986) Türkiye'de yetişen rezenelerin (*Foeniculum vulgare* Mill.) uçucu yağlarının bileşimi üzerine bir araştırma. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi 10: 301-307.
- Baydar H (2013) Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 4. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 (ISBN: 975-7929-79-4).
- Baydar H, Erbaş S (2014) Yağ Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. SDÜ Yayınları, Yayın No: 97, Isparta.
- Baydar H (2016) Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 (ISBN: 975-7929-79-4).
- Bayrak A (2006) Çeşitli baharat meyvesi (Rezene, Çemenotu) yağlarının sterol ve yağ asidi bileşimi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu Ankara.
- Cannon JB, Cantrella CL, Astatkieb T, Zheljazkovic VD (2013) Modification of yield and composition of essential oils by distillation time. Industrial Crops and Products 41: 214-220.
- Ceylan A (1987) Tıbbi Bitkiler II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, s. 481.
- Doğan Ö, Kara N, Tonguç M (2018) Anason populasyonlarında verim, uçucu yağ oranı ve genetik ilişkilerin araştırılması. Black Sea Journal of Agriculture 1(4): 110-116.
- European Pharmacopoeia (1975) European Pharmacopoeia Commission, Maastricht 1975, Series: European treaty series, no. 50. Edition.
- Fazlali A, Moradi S, Hamed H (2015) Studying of optimization condition of rosemary essence extraction with microwave assisted hydro-distillation method. American Journal of Essential Oils and Natural Products 3(1): 46-50.
- Kan Y, Kartal M, Aslan S, Yıldırım N (2006) Farklı koşullarda yetiştirilen rezene meyvelerinin uçucu yağ bileşenleri. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi 35(2): 95-101.
- Kara N (2015) Yield, quality and growing degree-days of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different agronomic practices. Turkish Journal of Agricultural and Forestry 39: 1014-1022.

Karabacak AÖ, Sınır GÖ, Suna S (2015) Mikrodalga ve mikrodalga destekli kurutmanın çeşitli meyve ve sebzelerin kalite parametreleri üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 29(2): 125-135.

Keskin S, Baydar H (2016) Umbelliferae familyasından bazı önemli kültür türlerinin Isparta ekolojik koşullarında tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 20(1): 133-141.

Kıralan M (2012) Volatile compounds of black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) from microwave-heating and conventional roasting. Journal of Food Science 77(4): 481-484.

Özkan F, Gürbüz B (2000) Tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mili. var. dulce) 'de bitki sıklığının verim ve verim özellikleri üzerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 9: 1-2.

Satıbeşe E, Doğan A, Yavaş İ (1994) Anason tohumu uçucu yağının bileşimi üzerine depolama süresinin etkisi. Gıda 19: 295-299.

Shamspur T, Mohamadi M, Mostafavi A (2012) The effects of onion and salt treatments on essential oil content and composition of *Rosa damascena* Mill. Industrial Crops and Products 37: 451-456.

TÜİK (2018) Türkiye İstatistik Kurumu Tarımsal İstatistik Verileri, Ankara. www.tuik.gov.tr. Erişim 25 Şubat 2019.



## Makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşitlerinin doku kültürü parametrelerine tepkisi

### Response of some durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes on tissue culture parameters

Berk BENLİOĞLU<sup>id</sup>, Nilüfer KOÇAK<sup>id</sup>, Melehat AVCI BİRSİN<sup>id</sup>

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 06110, Dışkapı, Ankara, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): B. Benlioğlu, e-posta (e-mail): benliogluberk@hotmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): nkocak@ankara.edu.tr, mbirsin@yahoo.com

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Temmuz 2019  
Düzeltilme tarihi 28 Şubat 2020  
Kabul tarihi 28 Şubat 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Embriyo kültürü  
Genotipik etki  
Makarnalık buğday  
*Triticum durum*  
Rejenerasyon

#### ÖZ

Bu çalışmada Türkiye makarnalık buğday tarımında öneme sahip ve biyotik-abiyotik stres faktörlerine yüksek adaptasyon özelliklerinden dolayı ıslah programlarında ebeveyn olarak yararlanılan 13 makarnalık buğday genotipi (Altın 40/98, Ankara 98, Berkmen-469, Çeşit 1252, Eminbey, İmren, Kızıltan-91, Kunduru 414/44, Kunduru 1149, Meram 2002, Mirzabey 2000, Selçuklu 97, Yelken 2000) kullanılmıştır. Bu genotiplerin, kallus kültürü parametrelerine olan tepkileri belirlenerek biyoteknolojik karakterizasyonları yapılmıştır. Olgun embriyoların kullanıldığı çalışmada, steril koşullarda tohumlardan çıkartılan embriyolar 2 mg l<sup>-1</sup> 2,4-D ve MS mineral maddelerini içeren katı besin ortamında kültüre alınmıştır. Gelişen kalluslar, sürgün ve kök oluşturabilmeleri için hormon içermeyen MS ortamına transfer edilmiştir. 13 makarnalık buğday genotipinin olgun embriyoları karşılaştırıldığında; kallus ağırlığı, rejenerasyon kapasitesi ve kültür etkisi parametrelerinde genotipler arasındaki farkın P<0.01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Test edilen 13 makarnalık buğday genotipinden Berkmen-469, Kızıltan-91 ve Eminbey en yüksek rejenerasyon kapasitesi ve kültür etkisi değerlerinin oluşturarak, rejenerasyon yeteneği en yüksek kallusları meydana getirmişlerdir. Bu genotiplerin doğrudan gen aktarılabilme potansiyellerinin diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu ve önümüzdeki dönemlerde biyoteknolojik yöntemlerle dayanıklı çeşit geliştirilmesine taban oluşturabilecek genotipler olduğu belirlenmiştir.

#### ARTICLE INFO

Received 10 July 2019  
Received in revised form 28 February 2020  
Accepted 28 February 2020

#### Keywords:

Embryo culture  
Genotypic effect  
Durum wheat  
*Triticum durum*  
Regeneration

#### ABSTRACT

The research was carried out using 13 durum wheat genotypes Altın 40/98, Ankara 98, Berkmen-469, Çeşit 1252, Eminbey, İmren, Kızıltan-91, Kunduru 414/44, Kunduru 1149, Meram 2002, Mirzabey 2000, Selçuk 97, Yelken 2000 that are important in breeding programs as parents due to their tolerance against biotic-abiotic stresses and high adaptation features. Biotechnological characterization of these genotypes was made by determining their responses to callus culture parameters. The study used mature embryos, obtained from their seeds under sterile conditions that were cultured on agar solidified MS medium containing 2 mg l<sup>-1</sup> 2,4-D. The developed calli were transferred to MS medium without any hormones to form shoots and roots and were compared among themselves with significant difference among genotypes in the parameters of callus weight, regeneration capacity (%) and culture effect at the level of P<0.01. Berkmen-469, Kızıltan-91 and Eminbey had the highest regeneration capacity and culture effect values among 13 durum wheat genotypes that induced maximum callus regeneration. These genotypes were found to have higher genetic transformation ability and could form the basis for the development of resistant varieties with biotechnological methods in future.

## 1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde en fazla kültürü yapılan bitki olan buğday, insan beslenmesinin temelini oluşturmaktadır. Buğday; ekmek, makarna, bulgur, irmik, bisküvi gibi gıda maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır. Adaptasyon sınırları geniş ve birim alan verimi daha yüksek olduğu için toplam buğday ekim alanların büyük bir kısmını ekmeçlik buğdaylar oluşturur. Makarnalık buğday ise daha özel iklim koşullarına gereksinim duyduğundan daha dar alanlarda üretilmektedir. Ülkemizde 2019 yılında yaklaşık 7.3 milyon ha olan toplam buğday ekim alanının 1.2 milyon ha'lık kısmını makarnalık buğdaylar kapsamaktadır. 2004 yılında 2.1 milyon ha olan makarnalık buğday ekim alanında son 15 yılda dramatik bir düşüş gerçekleşmiştir (TÜİK 2019). Türkiye makarnalık buğdayın gen merkezlerindedir ve ekolojik olarak kaliteli makarnalık buğday üretimine son derece uygundur (Bozkurt 2012). Dünya'nın önemli makarnalık buğday üretici ülkelerinden biri olan Türkiye makarna üretiminde de öncülüklerindedir ve 797.966 ton ile Dünya'da İtalya'dan sonra en fazla makarna ihracatı gerçekleştiren ülke konumundadır (FAO 2019).

Yeryüzünde ekim alanlarının marjinal sınırlara ulaşması, tarım alanlarının amaç dışı kullanılması, yanlış tarımsal uygulamalar ve erozyon sonucu tarım alanlarının verimsizleşmesi işlenen tarım alanlarını daraltmaktadır. Dünya nüfusunun artmasına paralel olarak tarım alanlarının azalması, artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanması için birim alan veriminin artırılması zorunludur. Bunun için ise; abiyotik ve biyotik streslere toleranslı ve kaliteli yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Klasik bitki ıslahı yöntemlerinin uzun yıllar sürmesi ve yoğun iş gücü gerektirmesi yeni çeşitlerin geliştirilmesini sınırlandıran en önemli bir faktördür. Biyoteknolojik yöntemlerin gelişmesi klasik ıslahı yöntemlerinde zamandan büyük ölçüde kazanıma ve uygulamada karşılaşılan sorunların aşılmasına olanak sağlamıştır. Bilindiği gibi biyoteknolojik yöntemlerin ilk aşaması doku kültürüdür. Doku kültüründe temel amaç, sağlıklı ve yüksek oranda bitki rejenerasyonu ve hızlı çoğaltımın yapılabilmesidir. Biyoteknolojik tekniklerden yararlanılarak gen aktarmada önemli bir aşama olan kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonunda başarı başta genotip olmak üzere kültür ortamının içeriği, eksplant kaynağı ve büyüme düzenleyicilerinin miktar ve yapısı gibi birçok faktöre bağlıdır (Tuberosa ve ark. 1988; Ahmet ve Adak 2007; Farshadfar ve ark. 2012a; Mahmood ve ark. 2012; Özgen ve ark. 2017; Miroshnichenko ve ark. 2019). Transgenik hatların transformasyonu ve gelişiminin başarılı olabilmesi için rejenerasyon yeteneği yüksek genotiplerin olması gereklidir (Swati ve ark. 2019). Buğday transformasyon çalışmalarında, doku kültüründe olumlu yanıt veren bir veya iki spesifik buğday genotipi kullanılmaktadır (Witrens ve ark. 1998). Bu genotipik bağımlılığı ortadan kaldırmak için buğday çeşitlerinin gen aktarılabilirliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de makarnalık buğday tarımında önemli, adaptasyon alanı geniş, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine toleranslı ve ıslah programlarında anaç olarak kullanılan 13 makarnalık buğday çeşidinin olgun embriyolarını kullanarak bu çeşitlerin kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonu yeteneğini belirlemek ve olası gen aktarma çalışmaları için potansiyellerini saptamaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma 2018-2019 sezonunda yürütülmüştür. Materyal olarak Türkiye'de yetiştirilen ve genitör olarak önem taşıyan 13 adet makarnalık buğday çeşidinin (Altın 40/98, Ankara 98, Berkmen-469, Çeşit 1252, Eminbey, İmren, Kızıltan-91, Kunduru 414/44, Kunduru 1149, Meram 2002, Mirzabey 2000, Selçuklu 97, Yelken 2000) olgun embriyoları kullanılmıştır. Olgun tohumlar Türkiye Tohum Gen Bankası'ndan temin edilmiştir.

Olgun tohumlar sterilizasyon için %70'lik (v/v) alkolde 5 d temizlenmiş ve steril saf su ile yıkanmış, daha sonra %5'lik sodyum hipokloritte (NaClO) 30 d muamele edilip, birkaç kez steril saf su ile durulanmıştır. Yüze sterilizasyonu tamamlanan tohumlar 33°C'deki su banyosunda 2 saat bekletilerek yumuşatılmıştır. Kallus oluşumu için embriyolar; 2 mg l<sup>-1</sup> 2,4-D, MS (Murashige ve Skoog 1962), 20 g l<sup>-1</sup> sakkaroz ve 7 g l<sup>-1</sup> agar içeren besin ortamlarına kalkancık yukarı bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Petri kallus oluşumu için 25±1°C'de karanlıkta inkübatörlerde 15 gün bekletilmiştir. Bu süre sonunda kallus oluşum oranı ve kallus ağırlığı parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen kalluslar sürgün oluşumu için MS-0 besi ortamına aktararak 4 hafta 25±1°C'de 16 saat aydınlık (1500 lux)/8 saat karanlıkta bırakılmıştır (Özgen ve ark. 2017). Ardından rejenera olan kalluslar daha iyi gelişebilmeleri için MS-0 ortam içeren jarlara aktarılmış ve 25±1°C'de 16 saat aydınlık (1500 lux) / 8 saat karanlıkta rejenerantların gelişmeleri sağlanmıştır. Bu süre sonunda rejenera olan kalluslar sayılarak "Rejenerasyon Kapasitesi" ve "Kültür Etkisi" parametreleri saptanmıştır (Özgen ve ark. 1998).

Kallus oluşumu (%), kültürün 15. gününde her petride kallus oluşturan embriyoların sayısının toplam embriyo sayısına oranlanmasıyla; kallus ağırlığı (g) ise kültürün 15. gününde embriyolarda oluşan kallusların tartılmasıyla bulunmuştur. Rejenerasyon kapasitesi (%), rejenera olan kallusların oluşan kallus sayısına oranlanmasıyla ve kültür etkisi (%) ise, rejenera olan kallusların kültüre alınan embriyo sayısına oranıyla elde edilmiştir (Sayar ve ark. 1999).

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı kurulmuştur. Her uygulama için petri kaplarına 10'ar adet olgun embriyo yerleştirilmiştir. Elde edilen veriler JMP-12 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş, çeşitler arasındaki farklılığın belirlenmesi için de Duncan testi yapılmıştır (Steel ve ark. 1980).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Makarnalık buğdayda olgun embriyo kültüründe incelenen parametrelerden elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; kallus oluşumu bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmazken, kallus ağırlığı, rejenerasyon kapasitesi ve kültür etkisi parametrelerinde çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çeşitlerin incelenen parametrelerdeki ortalama değerleri ve çeşitler arasındaki farklılığın belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Olgun embriyolardan kallus oluşumunun başlaması kültürün 4. gününde gerçekleşmiştir. Çeşitlerden, beyaz renkli, gevşek-sulu ve koyu krem renkli, kompakt-katı olmak üzere iki

**Çizelge 1.** Makarnalık buğday genotiplerinin doku kültürü parametrelerine tepkisine ilişkin varyans analiz sonuçları.

**Table 1.** Variance analysis results for the durum wheat genotypes in response to tissue culture parameters.

Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri			
		Kallus oluşumu	Kallus Ağırlığı	Rejenerasyon Kapasitesi	Kültür Etkisi
Genotip	12	0.649 ns	23.963**	5.425**	3.269**
Hata	26	-	-	-	-
Toplam	38	-	-	-	-

ns: istatistiki olarak önemli değil, \*\*: P<0.01 düzeyinde önemli.

ns: not statistically significant, \*\*: P<0.01 significantly different at the 0.01 probability level.

**Çizelge 2.** Makarnalık buğday genotiplerinin doku kültüründeki ortalama değerleri.

**Table 2.** The mean values of durum wheat genotypes in tissue culture.

Genotipler	Kallus Tipi	Kallus oluşumu (%)	Kallus Ağırlığı (g)	Rejenerasyon Kapasitesi (%) <sup>1</sup>	Kültür Etkisi (%) <sup>2</sup>
Altın-40/98	L	100.0	1.180 a <sup>3</sup>	66.6 fg	66.6 c-e
Ankara-98	L	100.0	1.306 a	70.0 d-g	70.0 c-e
Berkmen-469	C	96.7	0.494 g	100.0 a	96.7 a
Çeşit -1252	L	96.7	0.810 cd	85.9 a-d	80.0 a-d
Eminbey	C	96.7	0.744 de	86.3 a-c	80.0 a-d
İmren	C	96.7	0.632 e-g	68.50 e-g	66.7 c-e
Kızıltan-91	C	93.3	0.677 d-f	96.3 ab	90.0 ab
Kunduru -1149	L	100.0	0.890 bc	66.6 fg	66.6 c-e
Kunduru-414/44	C	96.7	0.558 fg	75.9 c-f	73.3 b-e
Meram-2002	L	96.7	0.924 bc	58.9 g	56.7 de
Mirzabey	L	100.0	0.973 b	63.3 fg	63.3 de
Selçuklu	L	96.7	0.798 cd	83.3 b-e	80.0 a-d
Yelken -2000	L	96.7	0.730 c-g	68.9 e-g	80.0 a-d
Ortalama		97.4	0.825	74.8	76.21

L: Gevşek ve sulu tip, C: Kompakt ve nodular tip, <sup>1</sup>: (Rejenerasyon kallus sayısı) / (Oluşan kallus sayısı) x 100, <sup>2</sup>: (Rejenerasyon kallus sayısı) / (Kültüre alınan eksplant sayısı) x 100, <sup>3</sup>: Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir.

L: Loose and fragile type, C: Compact and nodular type, <sup>1</sup>: Number of regenerable calli (Nodular calli with green spots) / number of calli induced x 100, <sup>2</sup>: (Number of regenerable calli) / (Number of embryos cultured) x 100, <sup>3</sup>: The average values assigned the same letters are statistically insignificant.

formda kallus oluşumu gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Kültürün 15. gününde çeşitlerin kallus oluşumu ve kallus ağırlıkları hesaplanmıştır ve kallusların ortalama çapları 5-6 mm olarak ölçülmüştür. Denemelerde kullanılan çeşitlerin hepsi yüksek oranda kallus oluşturmuş olup ortalamaları %93.3 ve %100 arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Kallus ağırlığı bakımından; çeşitlerin ortalaması 0.825 g olarak hesaplanmıştır. Ankara-98, 1.306 g ile en yüksek ağırlığı oluştururken, Berkmen-469 çeşidi ise 0.494 g ile en az ağırlığına sahip olmuştur. Duncan sınıflandırmasına göre çeşitler 5 farklı sınıf oluşturmaktadır (Çizelge 2). Çeşitlerin oluşturdukları kallus miktarına genotipik etkinin yüksek olduğu elde edilen sonuçlar ile anlaşılmaktadır.

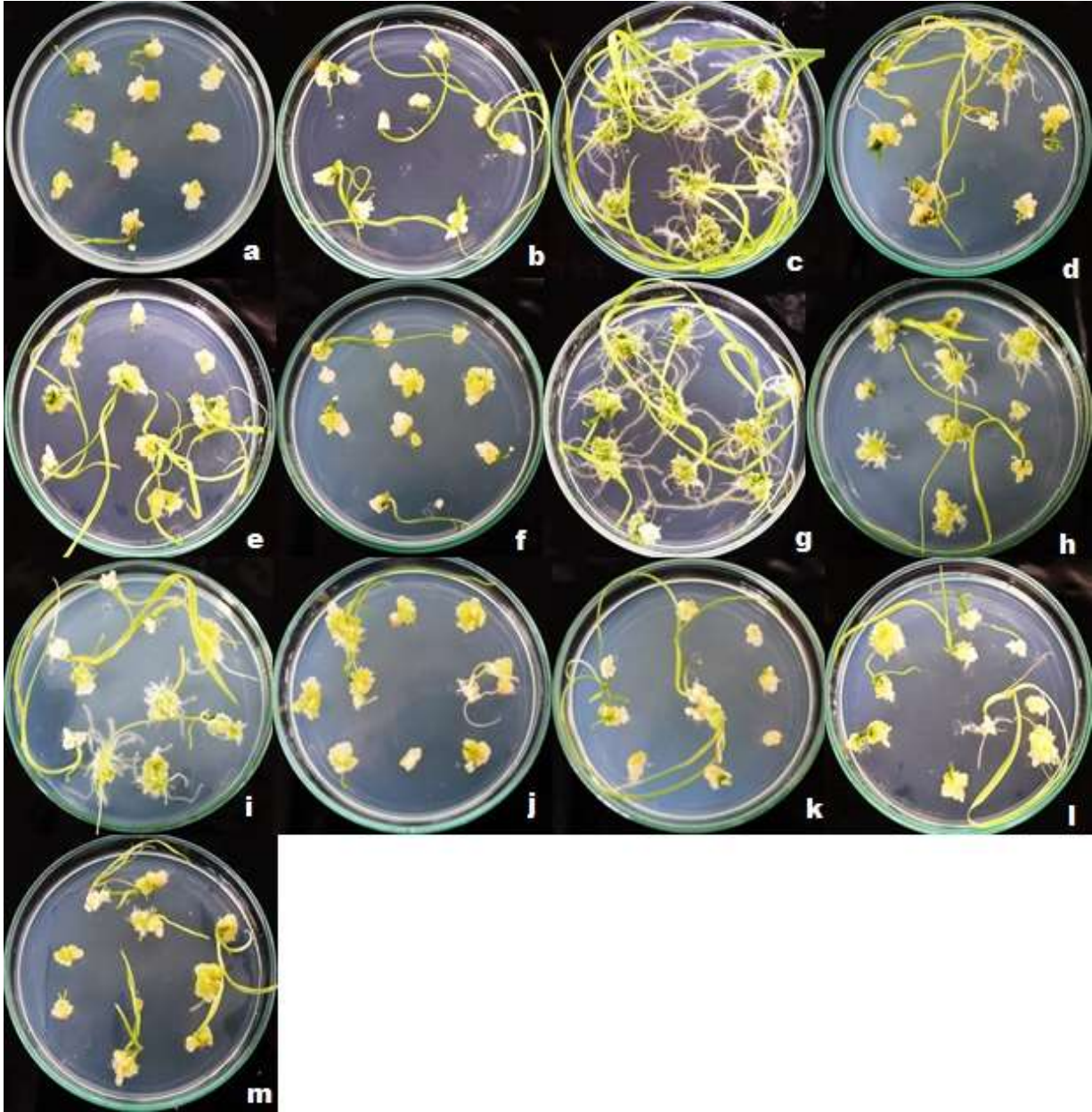
Kültür başlangıcından 15 gün sonra rejenerasyon ortamına aktarılan kalluslarda, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyod koşullarında 2-3 gün içerisinde yeşil noktacıklar oluşmaya başlamıştır (Şekil 1). Rejenerasyon kapasiteleri bakımından çeşitler karşılaştırıldığında; en yüksek rejenerasyon kapasitesinin %100 ile Berkmen-469 çeşidinde, en düşük rejenerasyonun ise %66.6 ile Altın-40/98 çeşidinde olduğu görülmektedir. Çeşitlerin ortalama rejenerasyon kapasitesi ise %74.8 olarak hesaplanmıştır. Çeşit ortalamalarının karşılaştırıldığı Duncan testinde ise beş farklı grup ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Genotiplerin rejenerasyon yeteneklerinin oluşturdukları kallus tipine bağlı olarak değişiklik gösterdiği, krem renkli ve katı kallusların daha fazla rejenerasyon olduğu belirlenmiştir. Bu veriler; rejenerasyon kapasitesinin genotipe bağlı olarak önemli oranda değiştiğini göstermektedir. Bulgularımız; ekmeclik buğdayda (Özgen ve ark. 2001; Zale ve ark. 2004; Ahmet ve Adak 2007; Farshadfar ve ark. 2012a;

Farshadfar ve ark. 2012b; Delporte ve ark. 2014; Aadel ve ark. 2016; Malik ve ark. 2017; Jasdeep ve ark. 2019), makarnalık buğdayda (Özgen ve ark. 1996; Bajji ve ark. 2000; Gonzales ve ark. 2001; Pellegrineschi ve ark. 2004; Grigoryeva ve Shletser 2006; İbrahim 2012; Hakam ve ark. 2014), arpada (Przetakiewicz ve ark. 2003), yulafta (Birsin ve ark. 2001) ve tritikalede (Birsin ve Özgen 2004) yapılan doku kültürü çalışmalarında rejenerasyon kapasitesinin genotipten önemli ölçüde etkilendiğini gösteren sonuçlarla uyumludur.

Kültür etkisine göre makarnalık buğday çeşitleri karşılaştırıldığında; en düşük oranın %66.6 ile Altın-40/98 çeşidinde, yüksek oranın ise %96.7 ile Berkmen-469 çeşidinde olduğu görülmektedir. Çeşitlerin ortalamaları %76.2 olarak hesaplanmıştır. Duncan gruplandırmasında çeşitler 7 gruba ayrılmıştır. Kültür etkisinin genotipten etkilendiğini gösteren bulgularımız; buğdayda (Özgen ve ark. 2001; Birsin ve ark. 2001; Haliloğlu 2002; Ahmet ve Adak 2007) tritikalede (Birsin ve Özgen 2004) ve aegilopsda (Özgen ve ark. 2017) yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Makarnalık buğdayın olgun embriyolarının kullanıldığı çalışmada doku kültürü parametrelerinden elde edilen veriler arasında yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü gibi; karakterler arasındaki en yüksek ilişki ( $r = 0.889^{**}$  ve  $P < 0.01$ ) rejenerasyon kapasitesi ile kültür etkisi parametreleri arasında ortaya çıkmıştır. Rejenerasyon kapasitesi ile kültür etkisi arasında pozitif ve önemli ilişki olduğunu gösteren bulgularımız, yulafta ( $r = 0.678$ ) (Birsin ve ark. 2001) ve buğdayda ( $r = 0.857$ ) (Acar 2006) elde edilen sonuçlarla





**Şekil 1.** Makamalık buğday çeşitlerinin olgun embriyo kültüründeki rejenerantları (a: Altın 40/98, b: Ankara-98, c: Berkmen-469, d: Çeşit-1252, e: Eminbey, f: İmren, g: Kızıltan-91, h: Kunderu-1149, i: Kunderu 414/44, j: Meram-2002, k: Mirzabey-2000, l: Selçuklu-97 ve m: Yelken-2000).

**Figure 1.** Regenerants of durum wheat varieties in mature embryo culture (a: Altın 40/98, b: Ankara-98, c: Berkmen-469, d: Çeşit-1252, e: Eminbey, f: İmren, g: Kızıltan-91, h: Kunderu-1149, i: Kunderu 414/44, j: Meram-2002, k: Mirzabey-2000, l: Selçuklu-97 ve m: Yelken-2000).

**Çizelge 3.** İncelenen parametreler arasındaki korelasyon katsayısı değerleri.

**Table 3.** Correlation coefficient values between the examined parameters.

Karakterler	Karakterler arasındaki Korelasyon Katsayısı			
	1	2	3	4
(1) Kallus oluşumu (%)	-	0.339*	-0.239	-0.131
(2) Kallus Ağırlığı (g)	-	-	-0.422*	-0.405*
(3) Rejenerasyon Kapasitesi (%)	-	-	-	0.889**
(4) Kültür Etkisi (%)	-	-	-	-

\*, \*\*: istatistikî önemlilik derecesi sırasıyla;  $P < 0.01$  ve  $P < 0.05$ .

\*, \*\*: Significantly different from zero at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  probability, respectively.

benzerlik göstermektedir. Kallus oluşumu ile kallus ağırlığı arasındaki önemli pozitif ( $r= 0.339^*$ ) ilişki, kallus ağırlığı ile rejenerasyon kapasitesi ( $r= -0.422$ ) ve kallus ağırlığı ile kültür etkisi ( $r= -0.405$ ) parametreleri arasında ise istatistik olarak ( $P<0.05$ ) önemli ve negatif ilişki tespit edilmiştir. Kallus oluşumu ve kallus ağırlığı arasındaki önemli ve olumlu ilişkiyi gösteren bulgularımız, ekmeklik buğdayda ( $r= 0.662$ ) (Ahmet ve Adak 2007), yulafta ( $r= 0.870$ ) (Birsin ve ark. 2001), tritikalede ( $r= 0.950$ ) (Birsin ve Özgen 2004) ve mısırda (Akinyosoye ve ark. 2014) ve aegilopsda ( $r= 0.820$ ) (Özgen ve ark. 2017) yapılan çalışmalarla örtüşmektedir.

#### 4. Sonuçlar

Sonuç olarak; makarnalık buğdayda olgun embriyoların doku kültürü parametrelerine tepkisini belirlemek için yapılan bu çalışmada, kallus oluşumu, kallus ağırlığı, bitki rejenerasyonu ve kültür etkisi üzerinde genotipin önemli ölçüde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Genetik mühendisliği teknikleri

ile buğdaya gen aktarma çalışmalarında başarı iyi ve etkili bir rejenerasyon sistemi gerektirmektedir. Olgun embriyo kültürü buğdaya gen aktarma çalışmalarında yeterli rejenerasyon kapasitesi sağlayabilecektir. Bu nedenle, yıl boyunca kolayca bulunabilen olgun embriyolar, buğday doku kültüründe etkili bir eksplant kaynağı olarak kullanılabilir.

Ayrıca denemelerde kullanılan makarnalık buğday çeşitlerinden doku kültürü koşullarında rejenerasyon yeteneği en yüksek olan çeşitlerin sırasıyla; Berkmen-469, Kızıltan-91 ve Eminbey (Şekil 1 ve Şekil 2) olduğu belirlenmiştir. Bu çeşitler, genom düzenleme bileşenlerini veya transgenik dizileri kodlayan yapıların sağlanması için ana hedef olan embriyogenik kallus üretme ve rejenerasyon olabilmeye konusunda kayda değer bir yetenek göstermiştir ve doğrudan gen aktarılabilir potansiyellerinin diğer makarnalık buğday çeşitlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu çeşitlerin biyoteknolojik yöntemlerle dayanıklı çeşit geliştirilmesine taban oluşturabilecek çeşitler olduğu yorumu yapılabilmektedir.



Şekil 2. Makarnalık buğday çeşitlerinin rejenerantları (a: Berkmen-469, b: Kızıltan-91 ve c: Eminbey).

Figure 2. Regenerants of durum wheat cultivars (a: Berkmen-469, b: Kızıltan-91 ve c: Eminbey).

#### Kaynaklar

- Aadel H, Ahansal K, Udupa SM, Gaboun F, Abdelwahd R, Douira A, İraqi D (2016) Effect of genotypes and culture media on embryogenic callus induction and plantlet regeneration from mature and immature bread wheat embryos. *Agricultural Research* 33: 61-69.
- Acar H (2006) Kışlık buğdayın (*Triticum sp.*) in vitro koşullarda vernalizasyonu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ahmet H, Adak MS (2007) Irak'ta yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonu. *Tarım Bilimleri Dergisi* 13: 285-292.
- Akinyosoye ST, Adetumbi JA, Amusa OD, Olowolafe MO, Olasoji JO (2014) Effect of seed size on in vitro seed germination, seedling growth, embryogenic callus induction and plantlet regeneration from embryo of maize (*Zea mays L.*) seed. *Nigerian Journal of Genetics* 28(2): 1-7.
- Bajji M, Lutts S, Kinet JM (2000) Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol-induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars differing in drought resistance. *Journal of Plant Physiology* 156(1): 75-83.
- Birsin MA, Önde S, Özgen M (2001) Callus induction and plant regeneration from mature embryos of oat (*Avena sativa L.*). *Turkish Journal of Biology* 25: 427-434.
- Birsin M, Özgen M (2004) A comparison of callus induction and plant regeneration from different embryo explant of Triticale. *Cellular & Molecular Biology Letters* 9: 353-361.
- Bozkurt M (2012) Türkiye dünya durum buğdayı üretiminde üçüncü. *Ekmek, Bisküvi ve Makarna Sektörü İhtisas Dergisi* 1: 74-75.

- Delporte F, Pretova A, Du Jardin, P, Watillon B (2014) Morphohistology and genotype dependence of in vitro morphogenesis in mature embryo cultures of wheat. *Protoplasma* 251: 1455-1470.
- FAO (2019) Plant production statistics. 19 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim 20 Şubat 2019.
- Farshadfar E, Jamshidi B, Cheghamirza K, Hashemzadah H (2012a) Evaluation of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using immature embryo culture. *Annals of Biological Research* 3(1): 330-338.
- Farshadfar E, Jamshidi B, Cheghamirza K, Teixeira da Silva JA (2012b) Evaluation of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using in vivo and in vitro techniques. *Annals of Biological Research* 3(1): 465-476.
- Gonzales JM, Friero E, Jouve N (2001) Influence of genotype and culture medium on callus formation and plant regeneration from immature embryos of *Triticum turgidum* desf. cultivars. *Plant Breeding* 120: 513-517.
- Grigoryeva LP, Shletser IA (2006) Screening wheat cultivars for morphogenesis ability in immature embryo culture in vitro. *Biologia* 3: 64-66.
- Hakam N, Udupa SM, Gaboun F, Rabha A, Ibriz M, Iraqi D (2014) Effect of genotypes and culture media on embryogenic callus induction and plantlet regeneration from mature embryos of durum wheat. *Romanian Agricultural Research* 31: 121-128.
- Haliloğlu K (2002) Wheat immature embryo culture for embryogenic callus induction. *Journal of Biological Sciences* 2(8): 520-521.
- İbrahim AS (2012) An efficient regeneration system via somatic embryogenesis in some Egyptian durum wheat cultivars mediated high-throughput transformation of durum wheat using *Agrobacterium tumefaciens*. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 8(3): 369-384.
- Jasdeep P, Avijit T, Varsha S, Harinder V, Sanjay S (2019) Cultivar specific response of callus induction and plant regeneration from mature embryos in different elite Indian wheat. *Research Journal of Biotechnology* 14(2): 1- 8.
- Mahmood IA, Razaqand Z, Khan U (2012) Evaluation of tissue culture responses of promising wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and development of efficient regeneration system. *Pakistan Journal of Botany* 44(1): 277- 284.
- Malik K, Birla D, Yadav H, Sainger M, Chaudhary D, Jaiwal PK (2017) Evaluation of carbon sources, gelling agents, growth hormones and additives for efficient callus induction and plant regeneration in Indian wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using mature embryos. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 20(3): 185-192.
- Miroshnichenko DN, Klementyeva AA, Salina EA, Dolgov SV (2019) Evaluation of in vitro plant regeneration efficiency in Siberian wheat cultivars. *Current Challenges in Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology* 24: 126-128.
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Özgen M, Türet M, Özcan S, Sancak C (1996) Callus induction and plant regeneration from immature and mature embryos of winter durum wheat genotypes. *Plant Breeding* 115: 455-458.
- Özgen M, Türet M, Altınok S, Sancak C (1998) Efficient callus induction and plant regeneration from mature embryo culture of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Plant Cell Reports* 18(3-4): 331-335.
- Özgen M, Türet M, Avcı M (2001) Cytoplasmic effects on the tissue culture response of callus from winter wheat mature embryos. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 64: 81-84.
- Özgen M, Avcı Birsin M, Benlioğlu B (2017) Biotechnological characterization of a diverse set of wheat progenitors (*Aegilops* sp. & *Triticum* sp.) using callus culture parameters. *Plant Genetic Resources: Characterization & Utilization* 15(1): 45-50.
- Pellegrineschi A, Brito RM, Mclean S, Hoisington D (2004) Effect of 2,4- Dichlorophenoxyacetic acid and NaCl on the establishment of callus and plant regeneration in durum and bread wheat. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 77: 245-250.
- Przetakiewicz A, Orczyk W, Nadolska-Orczyk A (2003) The effect of auxin on plant regeneration of wheat, barley and Triticale. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 73: 245-256.
- Sayar MT, Birsin MA, Ulukan H, Özgen M (1999) Effect of seed size on the tissue culture response of callus from mature embryos of wheat species. *Wheat Information Service* 89: 1-6.
- Steel RG, Torrie JH, Dickey DA (1980) Principles and procedures of statistics: a biometrical approach (Vol. 633). New York, USA: McGraw-Hill, New York.
- Swati S, Priya AK, Manoj KY (2019) Development of drought tolerant wheat through mutagenic and plant tissue culture tools. *International Research Journal of Biological Sciences* 1: 4-12.
- Tuberosa R, Rauaglia S, Lucchese C (1998) Callus induction and plant regeneration in Italian cultivars of bread wheat. *Agricultural Medicine* 18: 361-365.
- TUİK (2019) "Bitkisel Üretim İstatistikleri". <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim 20 Şubat 2019.
- Witzens B, Brettell RI, Murray FR, McElroy D, Li Z, Dennis ES (1998) Comparison of three selectable marker genes for transformation of wheat by microprojectile bombardment. *Functional Plant Biology* 25(1): 39-44.
- Zale JM, Wier HB, Kidwell KK, Steber CM (2003) Callus induction and plant regeneration from mature embryos of a diverse set of wheat genotypes. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 76: 277-281.



## Alüviyal fizyografyalar üzerinde gelişen farklı topraklarda arazi değerlendirme çalışmaları

### Land evaluation studies on different soils developing on alluvial physiographies

Ozan ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Sevda ALTUNBAŞ<sup>1</sup>, Bayram Çağdaş DEMİREL<sup>1</sup>, Gafur GÖZÜKARA<sup>2</sup>

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

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Altunbaş, e-posta (e-mail): saltunbas@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): oznsimsek@hotmail.com, cagdasdemirel@akdeniz.edu.tr, ggozukara@ogu.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 21 Ağustos 2019  
Düzeltilme tarihi 05 Kasım 2019  
Kabul tarihi 14 Kasım 2019

#### Anahtar Kelimeler:

Alüviyal araziler  
Arazi yetenek sınıflaması  
Toprak etüd haritalama

#### ÖZ

Her geçen yıl tarımsal arazilerin toplam araziler içindeki oranı gittikçe azalmakta, tarım alanlarımız birçok yerde amacının ve yeteneğinin dışında, plansız bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tarımsal üretim için kıymetli sayılan alüviyal araziler, materyal olarak seçilmiştir. Bu amaçla, Antalya ili Aksu ilçesinde yer alan Solak köyünün alüviyal arazileri, gelecekte yapılacak ideal arazi kullanım planlamaları ile tarımsal veya tarım dışı, her türlü kullanım kararlarında kullanılmak üzere incelenerek değerlendirilmiştir. Toplam 1625.3 ha'lık çalışma alanına ait topografik haritaların, hava fotoğraflarının, uydu görüntülerinin incelenmesi ve arazi değerlendirmeleri sonucunda, 3 farklı fizyografik ünite tespit edilmiştir. Taşkın düzlüğü, nehir sırtı ve yan dere alüviyal olarak belirlenen fizyografik üniteler üzerinde ise birbirinden farklı toplam 8 adet toprak serisi tespit edilmiştir. Toprak serilerinden Atçayırı, Batem 1, Expo, Kelbük, Körceğözler ve Mısnar serileri taşkın düzlüğünde, Solak serisi nehir sırtı üzerinde, Batem 2 serisi ise yan dere alüviyal fizyografyaları üzerinde belirlenmiştir. Çalışma alanında 250 m x 250 m aralıkla 259 grid noktası işaretlenmiş ve her bir noktanın seri+faz düzeyinde haritalama birimleri tanımlanmıştır. Ardından her bir haritalama birimine bağlı arazi yetenek sınıfları tespit edilmiştir. Çalışma alanında arazi yetenek sınıflamasının sadece I., II. ve III. sınıflarına sahip araziler tespit edilirken, II. ve III. sınıf arazilerde toprak tekstürüne (s) ve/veya drenajına (w) ilişkin sorunlar olduğu bulunmuştur. Çalışma alanı içerisindeki farklı arazi yetenek sınıflarının haritalandırılmasıyla sonuçlanan bu çalışma da arazilerin yetenekleri dışında kullanımlarına engel olmak için bilimsel bir dayanak oluşturulmaya çalışılmıştır.

#### ARTICLE INFO

Received 21 August 2019  
Received in revised form 05 December 2019  
Accepted 14 December 2019

#### Keywords:

Alluvial lands  
Land capability classes  
Soil survey and mapping

#### ABSTRACT

Year after year, ratio of agricultural lands in total land areas have been progressively decreasing and agricultural areas in many places are planlessly used out of their purpose and capacity. In this study, alluvial lands considered as valuable for agricultural production were selected as material. For this purpose, alluvial lands of Solak village, which is located in Aksu district of Antalya, have been evaluated for use in all kinds of agricultural or non-agricultural usage decisions with ideal land use planning to be made in the future. As a result of the analysis of topographic maps, aerial photographs, satellite images and land evaluations 3 different physiographic units were identified in total 1635.3 ha study area. Eight soil series apart from each other were detected on these three different physiographical units identified as floodplain, river bank, and tributary river. Soil series of Atçayırı, Batem 1, Expo, Kelbük, Körceğözler ve Mısnar involved in floodplain while Solak series and Batem 2 series involved in river bank and tributary river alluvials, respectively. In the study site, 259 grid points were assigned by 250 m x 250 m ranges and mapping units of each point were identified at level of series+phase. After that land capability classes depended on each mapping units were determined. While fields having only I., II. ve III. capability class were detected, problems associated with soil texture and/or drainage were defined for II. ve III. ability class of fields. In this study resulting in mapping of different field ability classes in the study site, a scientific basis was generated to prevent inappropriate use of fields by their ability classes.



## 1. Giriş

İnsanlığın var oluşundan bu yana artarak devam eden kaynak kullanımı, gelecek için çevresel endişeleri de artırmaktadır. Her geçen gün küreselleşen dünyada doğal kaynak kullanıcılarının üzerinde durması gereken en önemli nokta, kaynakların kullanmanın tahrip edici şekilde değil, sürdürülebilirliğini sağlayacak bir anlayış içinde ele alınması ve yönetilmesi gerektiği belirlenmiştir (Baykal ve Baykal 2008). Sürdürülebilir kullanım planlamaları, kaynakların korunmasını sağlarken aynı zamanda arazilerin kullanım planlamalarının da oluşturulmasına imkan sağlamış olacaktır.

Arazi kullanım taleplerindeki artış ve bununla birlikte arazi kullanım planlamalarının yapılmaması, hatalı arazi kullanımlarını beraberinde getirmektedir. Hatalı arazi kullanımları, kısa vadede kullanıcılara ekonomik fayda sağlasa da, bu hatalar toprakları olumsuz yönde etkilediğinden geri dönüşümü bazen imkansız sonuçlar ile karşılaşılması, kaçınılmaz olduğu bildirilmektedir. (Demirel 2017). Günümüzde araziler ve onun en temel unsuru olan topraklar diğer pek çok amaçla birlikte, öncelikle ya ideal kullanım biçimlerinin belirlenmesi, ya da toplulaştırma ve dağıtma işlemlerinin rasyonel uygulanabilmesi için değerlendirmeye ve planlamaya tabi tutulurlar. İdeal arazi kullanım planlamasını gerçekleştirebilmek için öncelikle arazi değerlendirmesi çalışmalarını yapmak gerekmektedir (FAO 1985, Şenol ve Tekeş 1995).

Arazide yapılacak toprak etüd haritalama ve değerlendirme çalışmaları sonunda üretilecek olan arazi yetenek sınıflaması haritasının istatistiksel olarak da bir anlam kazanması ve uzman görüşlerinin etkisini azaltacak şekilde farklı jeostatistiksel modellerin kullanılması elde edilen sonuçların objektif değerlendirilmesine yardımcı olacaktır. Farklı jeostatistiksel modellemelerde kullanılacağı toprak bilimi çalışmalarında en uygun tahmin modelinin kriging metodu olduğu bildirilmiştir (Karaman ve ark. 2012). Fakat topraklar çok kısa mesafelerde bile değişkenlikler gösterebildiği için istatistiksel metodların değerlendirilmesinde diğer bilim dallarına göre toprak biliminde daha dikkatli olunması gereklidir (Koca 2014).

Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı geomatik yaklaşımlarla hazırlanan toprak haritalama çalışmalarında arazi ve toprak arasındaki ilişkiyi kullanarak toprak özelliklerinin tahmin edilmesiyle oluşturulan arazi yetenek sınıfları referans alınarak arazi birimleri haritaları ve toprak yetenek haritalarının üretilebileceği savunulmuştur (Vacca 2014).

Topraklar, yeryüzündeki karasal ekosistemin, en önemli doğal kaynak değerlerinden bir tanesidir. Sadece canlı varlıklar için değil, aynı zamanda içme suyunun temizlenmesinde ve depolanmasında, su döngüsünde, insanlara ve bitkilere besin maddesi temininde ve barınak olmasında, aynı zamanda sanayiye hammadde olarak kullanılmasında vb. daha sayılabilecek pek çok fayda ile kritik bir öneme sahiptir. Ana materyal, topoğrafya, iklim, zaman ve biyolojik faktörlerin bir arada çalışmasıyla yüzlerce veya binlerce yılda oluşabilen topraklar, maalesef birkaç gün veya saatte kaybedilebilmektedirler. Bu kayıplar erozyon gibi doğal sebeplerle olabildiği gibi hatalı veya amaç dışı arazi kullanımı gibi insan kaynaklı sebeplerle de olabilir. Toprakların kirletilmesi ve/veya verimsizleştirilmesi de bir diğer önemli toprak sorunu olarak nitelendirildiği ortaya konmuştur (Altunbaş ve ark. 2017). Toprak sınırlı ve değerli bir kaynaktır. Bu nedenle toprakların yetenek ve niteliklerinin belirlenmesi ve

arazi kullanım planlamalarının yapılması gerekmektedir (DPT 2005).

Arazi kullanım planlamalarının belirlenip, toprakların doğru yönetimi için öncelikle arazilerin detaylı olarak etüd edilmesi ve haritalanması gerekmektedir. Arazi ve toprakların tanımlanabilmesi, o bölgeyi oluşturan jeomorfolojik güçlerin etkisi ile oluşan fizyografyanın doğru şekilde yorumlanmasıyla mümkün olduğu bildirilmektedir (Sarı 2015; Gözükar 2019; Gözükar ve ark. 2019). Tarımsal üretim için, verimli toprakların bulunduğu yerler olarak kabul edilmesinin yanı sıra, gerek ülkemiz ve gerekse dünya gıda güvenliği ve devamlılığı açısından stratejik bir öneme sahip olan alüvyal tarım arazilerinin, farklı fizyografik ünitelere sahip oldukları bilinmektedir.

Bu noktadan hareketle, Antalya ili Aksu ilçesi Solak köyünde, tarımsal potansiyeli yüksek alüvyal depozitler üzerinde gelişen ve detaylı toprak etüdü yapılan arazilerin, yetenek sınıflarının belirlenmesi, tematik haritalarının oluşturulması, hatalı arazi kullanımlarının önüne geçilmesi ve gelecekte arazi kullanım planlamalarını oluşturacak kullanıcılar için bir altlık bilgi sağlanması hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışma Antalya ili, Aksu ilçesi sınırları içerisinde yer alan Solak köyünde, 1625.3 ha'lık bir alanda yürütülmüştür. Çalışma alanı Tehneli deresinin Aksu çayına birleştiği yerin kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 1). Solak köyü aynı zamanda DSİ 13. Bölge Müdürlüğü tarafından Aksu Çayı Taşkın Koruma ve Arazi Toplulaştırma Projesi kapsamında da yer almaktadır.

Araştırma alanını oluşturan alüvyal araziler üzerinde farklı toprak gruplarının tespitinin yapılması için açılacak olan profil noktalarının tespitinde Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından üretilen 1/25000 ölçekli topografik haritalar, 1981 ve 1992 yıllarına ait hava fotoğrafları, 2016 tarihli Sentinel uydu görüntüsü (10 m), Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından üretilen ortofotolar (30 cm) ve Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından üretilen 1/25000 ve 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları temel kartografik materyal olarak kullanılmıştır.

Gerek arazide gerekse büro çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin birleştirilerek veri tabanı oluşturulması ve bu bilgilerin ışığında tematik haritaların üretilmesi için ArcGIS 10.2 programı kullanılmıştır.

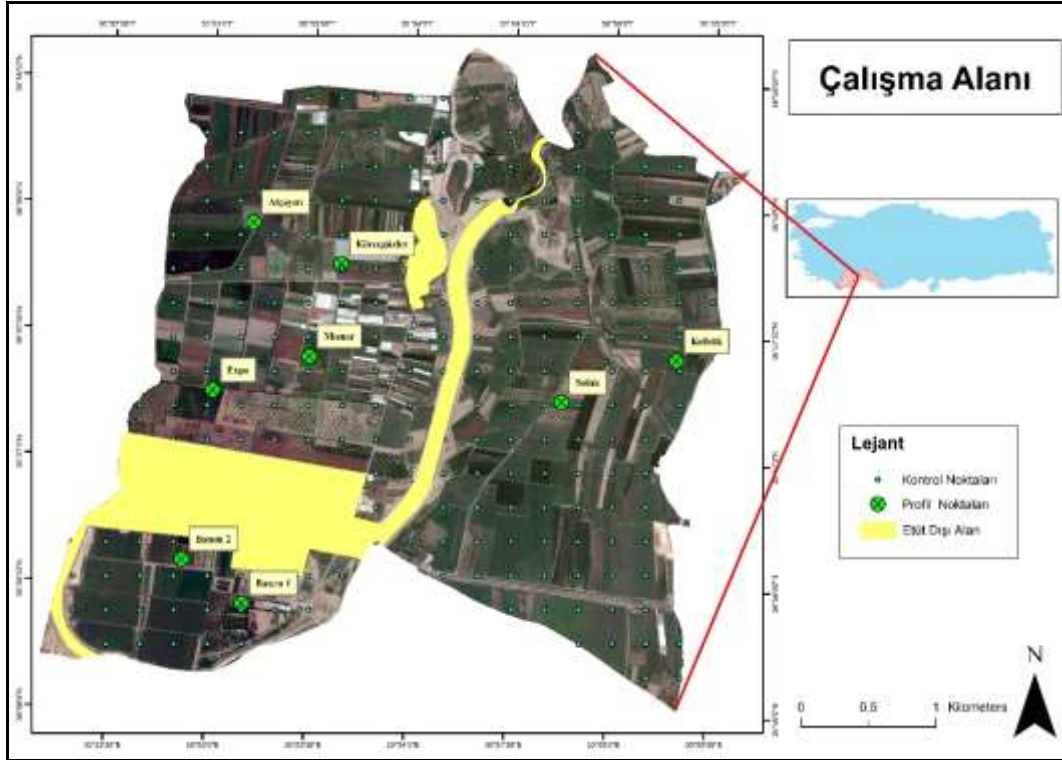
Tipik Akdeniz iklim kuşağında yer alan çalışma alanında ortalama yıllık yağış miktarı 1068 mm olup, yağışlar yağmur şeklinde ve çoğunlukla ilkbahar ve kış mevsimlerinde düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 18.4°C'dir. Toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff 1998) araştırma alanının toprak nem rejimi Xeric, 50 cm 'deki yıllık ortalama toprak sıcaklığının 15-22°C arasında olması nedeniyle toprak sıcaklık rejimi de Thermic olarak sınıflandırılmıştır.

### 2.2. Yöntem

Kartografik materyaller kullanılarak olası farklı toprak serilerini gösterecek profil noktalarının yerleri, fizyografik ünitelerin tespiti ve yorumlanması ile belirlenmiştir (Şekil 1).

Yapılan yorumlamalar sonucunda açılan profiller seri düzeyinde sınıflandırılmıştır. Her bir toprak serisindeki





Şekil 1. Solak köyü çalışma alanı, profil ve kontrol noktaları.

Figure 1. Solak village working area, profile and control points.

profillerde horizon esasına göre horizon alt ve üst sınır derinliği, renk, tekstür, kıvam, özel görünümler (kütan, kayma yüzeyi, kireç birikimleri vb.), kök dağılımı, taşlılık ve horizon sınırları belirlenerek profil tanımlamaları yapılmıştır (Soil Survey Staff 1993; Dinç ve Şenol 2013). Tanımlanmış her toprak serisinin, üst toprak tekstürü, eğim, drenaj, taşlılık, fazlarının olması gerektiğine karar verilerek haritalama lejantı hazırlanmıştır.

Profil başında morfolojik tanımlamaları yapılan horizonlardan, tekstür (Bouyoucos 1951) ve kireç (Schlichting ve Blume 1966) analizinde kullanılmak üzere 46 adet toprak örneği horizon esasına göre alınmış ve analizi yapılmak üzere laboratuvara sevk edilmiştir. Araştırma alanında yer alan toprak sınırlarının belirlenmesinde ve bu sınırların çizilmesinde, grid (ızgara) yöntemi kullanılmıştır (Şekil 1). 250 m x 250 m aralıklarla çizilen gridlerde yapılan tanımlamalar sonucunda, 259 noktanın seri+faz düzeyindeki haritalama birimleri oluşturulmuştur.

Her bir haritalama biriminin, sahip olduğu üst toprak tekstürü, eğim, drenaj ve taşlılık gibi faz özelliklerinin düzeyine göre yetenek sınıflaması yapılmıştır. Teknik bir sınıflama sistemi olarak kabul edilen arazi yetenek sınıflamasına göre, çalışma alanında yer alan her bir haritalama birimi, öncelikle yetenek sınıflarına, daha sonrada yetenek alt sınıflarına ve yetenek birimlerine göre sınıflandırılmıştır. Toprakların yetenek alt sınıflamasında kullanılan argümanların topraktan ve sudan kaynaklandığı belirlenmiştir. Toprak ile ilgili sınırlayıcılar (tekstür, eğim, taşlılık) "s" ile kültür bitkilerinin gelişmesine engel olan su (yüzey ve derin drenaj taşkın zararı ve tehlikesi) ile ilgili sınırlayıcılar ise "w" ile ifade edilmiştir.

Arazi yetenek sınıfları belirlenen her bir haritalama birimi için veriler, ArcGIS 10.2 yazılımında, haritalar üzerine öznitelik verisi olarak eklenmiştir. Öznitelik verisi olarak eklenen yedi

farklı arazi yetenek sınıfı, ArcGIS yazılımının "Geostatistical Analyst" modülünden en düşük hata oranını (RMS) veren "kriging - ordinary" metodunun "exponential semivariogram" yöntemine göre, tahmini arazi yetenek sınıflaması dağılımını gösteren bir harita oluşturulmuştur. Ardından jeoistatistiksel analizin verdiği sonuçların da dikkate alınmasıyla çalışma alanına ait yüksek doğruluklu arazi yetenek sınıflaması haritası oluşturulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Çalışma alanı genel toprak özellikleri

Çalışma alanı için yapılan büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen bulgular ışığında hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin de yorumlanmasıyla Detaylı Temel Toprak Haritası oluşturulmuştur. Yapılan büro ve arazi çalışmaları sonucunda çalışma alanında 3 farklı fizyografik ünite ve 8 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Bu fizyografik üniteler; taşkın düzlüğü, nehir sırtı ve yan dere alüvyalleridir. Kuvarterner dönemin ürünü olan ve toprak oluşumunun devam ettiği bu alüvyal depozitler üzerindeki araziler, denizden yaklaşık 9-12 m yükseklikte düz- düze yakın topoğrafyada bulunmaktadır. Havzanın kuzeyinden güneye doğru akan aksu nehri ve düzlüklere çıkan birçok yan dere kolları, havzadaki toprakları etkilemiştir. Değişik dönemlerde farklı debilerle akan akarsu ve dereler kendi alüvyal yelpazelerini oluşturmuş, bu durumda fizyografik olarak toprak profillerinde karışmalara neden olmuştur. Çalışma alanı içerisindeki akarsu sistemlerinin taşıdıkları materyallerin niteliğine ve depoladığı yerlerin uzaklığına göre tekstürel farklılıklar görülmektedir. Akarsu veya derelerin ilk taşkın yaptığı, yatağa yakın bölgelerde daha kaba tekstürlü materyaller görülür iken, akarsu yatağına daha uzak noktalarda ise genellikle derin killi

depozitlere rastlanmıştır. Bu nedenle aksu havzasının alt zonunu oluşturan çalışma alanında, birbirinden farklı toprak serileri tespit edilmiştir. Aşağıda taşkın düzlüğü ve nehir sırtı ve yan dere alüviyal fizyografyaları ve özellikleri verilmiştir.

Aksu Çayı ve Tehneli Dereleri yakın geçmişe kadar yaptığı taşkınlarla yüksek arazilerden getirdikleri malzemeleri taşkın düzlüğü fizyografyası üzerinde depolamışlardır. Bu fizyografik ünitedeki araziler düz veya düze yakın bir topografyada bulunmaktadır. Taşınıp depolanmış malzemelerin tekstürel yapısının ince olması sebebiyle, bu fizyografik ünite üzerindeki toprak serilerinde, değişik şiddetlerde drenaj sorununa rastlanılmaktadır. Ayrıca bu arazilerin, toprak gelişim prosesleri

yeterince çalışmadığı için, A-C horizon dizilimine sahip kireçli topraklardır. Yapılan toprak tanımlama çalışmalarında taşkın düzlüğü fizyografyası üzerinde 6 farklı toprak serisi tespit edilmiştir. Bu seriler; Batem 1, Expo, Mısnar, Körceğözler, Atçayırı ve Kelbük toprak serileridir. Tespit edilen toprak serilerine ait arazide yapılan morfolojik tanımlar ve laboratuvarında yapılan bazı analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışma alanında taşkın düzlüğü fizyografyası üzerinde yer alan seriler, çalışma alanının %73.5’inde (11949.9 da) yayılım göstermektedir. Toprak serilerinde renk, farklı zamanlarda ve farklı malzemelerin taşınıp depolanmasına bağlı olarak 2.5Y 3/1 - 10YR 5/4 arasında değişmektedir. Derin

**Çizelge 1.** Profillerin morfolojik ve fiziksel özellikleri.

**Table 1.** Morphological and physical properties of profiles.

Profil No	Horizon	Derinlik (cm)	Renk (Yaş)	Strüktür ve Yaş Kıvam	Özel Görünümler	Kireç (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye
Batem1	Ap	0-14	2.5Y 3/2	KOYKB; Y-P	-	23.01	13.88	44.85	41.27	SiC
	A2	14-31	2.5Y 3/2	KOYKB; ÇY-ÇP	-	23.09	14.52	43.28	42.20	SiC
	AC	31-49	2.5Y 3/2	Masif; Y-P	Az yoğun pas lekeleri	23.09	13.52	48.21	38.27	SiCL
	C1	49-75	2.5Y 4/3	Masif; Y-P	-	27.12	15.52	48.92	35.56	SiCL
	C2	75+	2.5Y 4/3	Masif; Y-P	-	30.38	27.52	40.92	31.56	CL
Expo	Ap	0-17	10YR 4/3	OOKB; ÇY-ÇP	-	28.94	0.52	45.68	53.8	SiC
	A2d	17-26	10YR 4/3	OOKB; ÇY-ÇP	-	29.62	3.52	35.28	61.2	C
	AC	26-42	10YR 4/4	Masif; ÇY-ÇP	Az yoğun pas lekeleri	27.42	3.52	34.28	62.2	C
	C1	42-66	2.5Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Az yoğun pas lekeleri	29.17	6.52	34.21	59.27	C
	C2	66-108	2.5Y 4/4	Masif; ÇY-ÇP	Yoğun pas lekeleri	30.68	3.88	23.92	72.2	C
Mısnar	Ap	0-18	2.5Y 4/2	OOYKB; ÇY-ÇP	-	24.76	3.88	39.56	56.56	C
	A2d	18-38	2.5Y 4/2	ZOYKB; ÇY-ÇP	-	24.61	4.88	43.92	51.20	SiC
	AC	38-58	2.5Y 4/3	Masif; ÇY-ÇP	-	18.00	8.16	33.64	58.20	C
	C1	58-77	2.5Y 4/2	Masif; ÇY-ÇP	-	12.91	8.88	32.92	58.20	C
	C2	77-108	2.5Y 4/2	Masif; ÇY-ÇP	Az yoğun kireç miselleri	10.67	7.52	26.28	66.20	C
Körceğözler	2Ck	108+	2.5Y 5/2	Masif; ÇY-ÇP	Çok yoğun kireç misel ve nodülleri	20.43	7.52	35.14	57.34	C
	Ap	0-19	10YR 4/3	OOYKB; Y-P	-	30.61	5.52	49.28	45.20	SiC
	A2d	19-48	10YR 4/3	OOYKB; Y-P	-	29.77	9.16	45.28	45.56	SiC
	C1	48-86	10YR 4/3	Masif; ÇY-ÇP	-	29.55	7.52	45.28	47.20	SiC
	C2	86-104	10YR 3/2	Masif; ÇY-ÇP	Yoğun pas lekeleri	32.96	7.16	37.28	55.56	C
Atçayırı	C3	104+	2.5Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Yoğun pas lekeleri	32.89	9.52	40.92	49.56	SiC
	Ap	0-9	2.5Y 4/2	KOYKB; ÇY-ÇP	-	24.53	8.88	32.92	58.20	C
	A2d	9-29	2.5Y 3/1	KOYKB; ÇY-ÇP	-	22.63	7.88	30.92	61.20	C
	ACg	29-45	2.5Y 5/2	Masif; ÇY-ÇP	Çok yoğun pas lekeleri	27.80	8.24	32.56	59.20	C
	C1k	45-67	2.5 Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Yoğ. pas lek. ve yoğ. kireç konk.	34.18	3.88	33.92	62.20	C
Kelbük	C2k	67+	2.5 Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Yoğ. pas lek. ve yoğ. kireç konk.	32.81	6.24	32.56	61.20	C
	Ap	0-15	2.5Y 4/3	OOYKB; AY-AP	-	30.53	9.52	52.92	37.56	SiCL
	A2d	15-28	2.5Y 5/3	Masif; AY-AP	-	30.68	11.16	51.28	37.56	SiCL
	AC1	28-50	2.5Y 4/3	Masif; AY-AP	-	32.36	11.52	57.28	31.20	SiCL
	AC2	50-77	2.5 Y 4/3	Masif; AY-AP	-	30.84	9.52	54.92	35.56	SiCL
Solak	C1	77-105	2.5Y 6/4	Masif; Y-P	-	32.58	9.88	48.92	41.20	SiC
	C2	105-145	2.5Y 6/4	Masif; Y-P	Çok zayıf pas lekeleri	31.82	11.02	45.78	43.20	SiC
	C3	145+	2.5Y 5/4	Masif; Y-P	Çok zayıf pas lekeleri	32.28	11.24	47.56	41.20	SiC
	Ap	0-18	10YR 4/3	OOYKB; AY-AP	-	31.48	25.52	49.28	25.2	L
	A2	18-33	10YR 4/3	ZKYKB; AY-AP	-	32.43	44.52	33.28	22.2	L
Batem2	AC	33-54	10YR 4/3	Masif; AY-AP	-	32.81	48.24	23.56	28.2	SCL
	CA	54-70	10YR 5/3	Masif; AY-AP	-	33.19	19.88	54.92	25.2	SiL
	C1	70-89	2.5Y 4/3	Masif; AY-AP	-	31.14	31.88	43.92	24.2	L
	C2	89-112	2.5Y 5/3	Masif; AY-AP	Yoğun pas lekeleri	33.87	21.88	45.92	32.2	CL
	C3	112-134	2.5Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Yoğun pas lekeleri	32.89	11.88	47.92	40.2	SiC
Batem1	C4	134+	2.5Y 5/3	Masif; ÇY-ÇP	Çok yoğun pas lekeleri	34.25	7.88	51.92	40.2	SiC
	Ap	0-15	10YR 4/3	OOYKB; Y-P	-	22.94	36.80	34.64	28.56	CL
	A2	15-29	10YR 4/3	OOYKB; Y-P	-	23.01	25.52	39.92	34.56	CL
	C1	29-52	10YR 4/3	Masif; AY-AP	-	24.53	35.16	35.28	29.56	CL
	C2	52+	10YR 4/4	Masif; AY-AP	Çok seyrek kireç miselleri	24.15	27.80	37.64	34.56	CL

Strüktür: KOYKB; kuvvetli orta yarı köşeli blok, OOKB: Orta orta yarı köşeli blok OYKB: Orta orta yarı köşeli blok, ZOYKB; Zayıf orta yarı köşeli blok, ZKYKB; Zayıf küçük yarı köşeli blok

Yaş Kıvam: AY-AP: Az yapışkan az plastik, Y-P: Yapışkan plastik, ÇY-ÇP: Çok yapışkan çok plastik

profillere sahip bu serilerin A horizonlarında köşeli blok veya yarı köşeli blok strüktürlerin gelişimi görülürken, C horizonlarında ise strüktür, masif olarak tanımlanmıştır. Kıvam özellikleri, içerdikleri kil miktarına bağlı olarak nemli iken sıkı, yaş iken yapışkan veya çok yapışkan çok plastik olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının kuzey batı kesimlerinde Expo, Körcegözler ve Atçayırı serilerinin alt horizonlarında az yoğun ve çok yoğun doğru değişen şiddetlerde pas lekeleri görülmüştür. Batem 1, Mısınar ve Kelbük serilerinde daha derinlerde az yoğunlukta pas lekeleriyle birlikte seyrek ya da yoğun kireç konkresyonları gözlenmiştir.

Çalışma alanındaki diğer bir fizyografik ünite olan nehir sırtı fizyografyası Tehneli deresi ve Aksu çayının geçmişteki taşkınları sonucunda akarsu yatağının her iki kıyısındaki alanlarda daha kaba olan sedimentlerin depolanması sonucunda oluşmuş arazileri kapsamaktadır. Bu araziler düz veya düze yakın eğimde olup, geçirgenlikleri de oldukça yüksektir. Tekstürlerinin kaba olması nedeni ile toprak serilerinde drenaj problemi yaşanmamaktadır. Tıpkı taşkın düzlüğü topraklarında olduğu gibi bu ünite de topraklar genç olduklarından yeterli profil gelişimi gerçekleşmemiş bunun sonucunda A-C horizon dizilimli topraklar oluşmuştur. Tanımlanan toprak serileri içerisinde sadece Solak serisi bu fizyografyada bulunmaktadır. Solak toprak serisinde yapılan morfolojik tanımlar ve laboratuvarında yapılan fiziksel analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Bu fizyografyaya ait topraklar çalışma alanının %11.5’ini bir diğer ifade ile 186.2 ha’ını oluşturmaktadır. Yapılan profil tanımlama çalışmalarında seriye ait toprak renginin üst horizonlarda 10 YR 4/3 iken alt horizonlarda 2.5Y 5/3 olarak değiştiği tespit edilmiştir. Derin bir profile sahip olan bu seride strüktür, A horizonunda yarı köşeli blok, C horizonunda masif olarak belirlenmiştir. Bu serilerdeki kıvam özellikleri kuru iken sert, nemli iken sıkı, yaş iken içerdikleri düşük kil miktarına bağlı olarak, az yapışkan az plastik veya yapışkan değil plastik değil olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının doğusunda yer alan Solak serisi profilinde yaklaşık 90 cm’den sonra yoğun pas lekeleri görülmüştür.

Çalışma alanında kısıtlı bir bölgede bulunan yan dere alüvyalleri fizyografyası Aksu çayının çok eski dönemlerinde, traverten düzlükleri üzerine taşıdığı malzemeleri depolaması ile oluşmaya başlamıştır. Yakın geçmişte ve günümüzde ise Aksu çayı ve Tehneli derelerinin yüksek arazilerden, düzlüklere ulaşan yan dere kollarıyla yukarı havzalardan getirdikleri farklı nitelikte materyalleri kısa mesafeler içerisinde yeniden depolamalarıyla yan dere alüvyallerini oluşturmuştur. Bu fizyografya üzerindeki topraklar genç olmaları sebebiyle, A-C horizon dizilimine sahip kireçli topraklardır. Yapılan toprak tanımlama çalışmalarında taşkın düzlüğü fizyografyası üzerinde sadece Batem 2 toprak serisi tespit edilmiştir. Batem 2 serisine ait yapılan morfolojik tanımlar ve laboratuvarında yapılan fiziksel analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışma alanında yan dere alüvyali fizyografyası üzerinde gelişen bu toprak serisi %2.7 (440.3 da)’da dağılım göstermektedir. Profilde renk 10YR 4/3 ve 10 YR 4/4 olarak tanımlanmıştır. Tanımlanan toprak profilinin A horizonunda strüktür yarı köşeli blok C horizonunda masif olarak tespit edilmiştir. Kıvam özellikleri kil içeriğinin yüksek olduğu katmanlarda kuru iken sert, nemli iken sıkı ve yaş iken de çok yapışkan çok plastik, kil içeriğinin düşük olduğu katman ve profillerde ise yapışkan değil plastik değil olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının güney kesimlerinde tespit edilen Batem 2 serisi topraklarının 52 cm’sinden sonra çok seyrek kireç miselleri görülmüştür.

### 3.2. Çalışma alanı toprakları arazi yetenek sınıflaması

Araştırma alanında yapılan detaylı toprak etüdleri ve arazi değerlendirme çalışmalarının her birisi, toprakların korunması ve üretkenliklerinin devamının sağlanabilmesi için yapılan çalışmalardır. Bu kapsamda bazı planlamaların yapılması ve bunların ışığında yönetim şekillerinin oluşturulması için, toprakların farklı kullanımlara uygunluklarını gösteren ve teknik bir sınıflama sistemi olan arazi yetenek sınıflamasının yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda çalışma alanı toprakları için yapılan arazi yetenek sınıflarının alansal dağılımları ve toplam alandaki yüzdeleri Çizelge 2’de haritası ise Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Arazi yetenek sınıfları alansal dağılımı.

Table 2. Spatial distribution of land capability classes.

Arazi yetenek sınıfları	Alan (ha)	Alan (%)
I	160.0	9.8
IIs	583.3	35.9
II sw	150.1	9.2
III s	314.0	1.9
III sw	277.0	17.0
III ws	218.7	13.5
Etüd Dışı	204.8	12.6
<b>Toplam</b>	<b>1625.3</b>	<b>100</b>

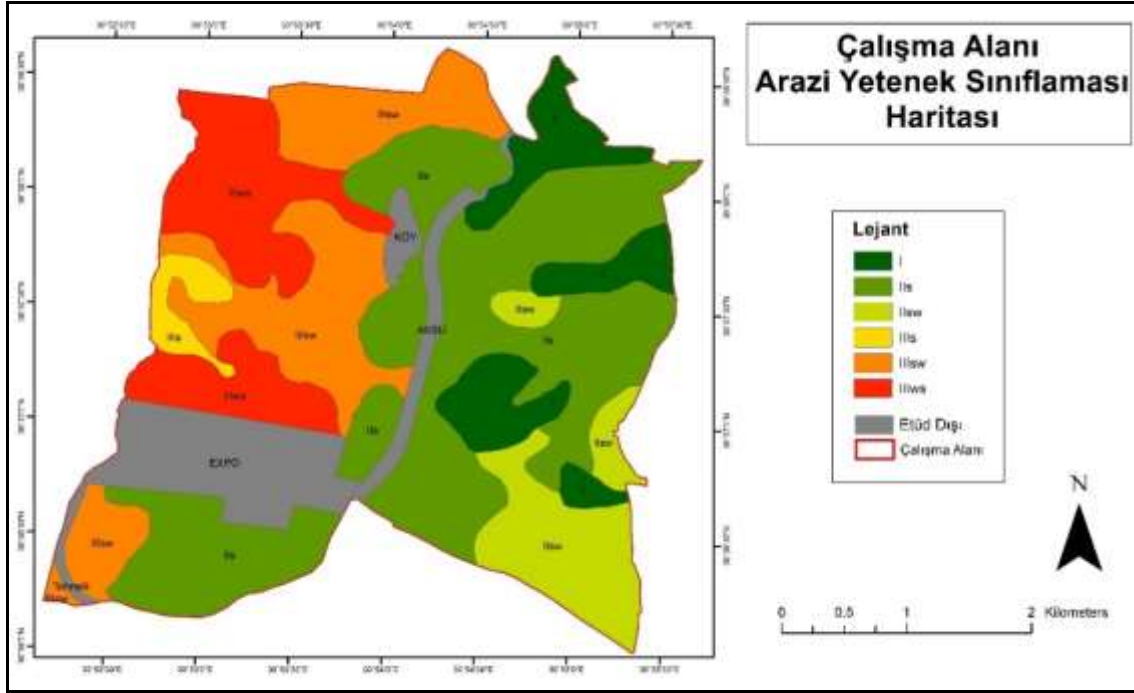
Yapılan sınıflandırma çalışmasında, arazilerin genellikle II. ve III. sınıf oldukları tespit edilmiştir. arazi yetenek sınıflamasına göre I. sınıf araziler 160 ha, II. sınıf araziler 733.4 ha ve III. sınıf araziler 527.1 ha olarak hesaplanmıştır. IV, VI, VII ve VIII. sınıf araziler olacak kadar sınırlayıcı faktörler olmadığı için bu dört sınıf tespit edilememiştir.

Fizyografik üniteler üzerindeki toprak serilerinin bulunduğu arazilerin hangi arazi yetenek sınıflarından oluştuğu ve bunların alanları Çizelge 3’de verilmiştir.

Taşkın düzlüğü fizyografyası üzerinde tanımlanan toprak serileri genel olarak II. ve III. Sınıf arazi yetenek sınıflarında yer almışlardır. Bu fizyografyada tanımlanan arazi yetenek sınıfları; IIs, IIsw, IIIs, IIIsW ve IIIws şeklindedir. Sınıflama yapılırken bu toprak serilerinin II. ve III. sınıflarda tanımlanmasına neden olan başlıca sebep, profillerde pas lekelerinin görülmesidir. Özellikle Expo, Mısınar ve Atçayırı serilerinin bazı yerlerinde drenaj bozuklukları 0-30 cm de bile tespit edilebilmiştir. Bu fizyografya üzerinde tanımlanmış Körcegözler ve Kelbük serilerinde genel olarak Fena (30-60cm) ya da Orta (60-90 cm) drenaj, Batem 1 serisinde Yetersiz (90-100cm) ya da İyi (100+ cm) drenaj tespit edilmiştir. Nehir sırtı fizyografyası üzerinde tanımlanan Solak serisi toprakları ise araştırma alanının en problemsiz toprakları olarak tespit edilmiştir. Bu seri sınırları içerisindeki toprakların bir kısmı I. sınıf araziler olarak tanımlanırken bir kısmı da IIs sınıfına dahil edilmiştir. Yan dere alüvyalleri üzerinde gelişen Batem 2 serisi topraklarının tamamı IIs olarak tanımlanmıştır.

## 4. Sonuç

Çalışma alanı, esas itibari ile Aksu çayı ve Tehneli deresinin oluşturduğu birikinti yelpazesi üzerindeki alüvyal materyallerden oluşmuştur. Genel olarak alüvyal arazilerde çok farklı fizyografik üniteler bulunabilmekle beraber araştırma alanı üzerinde taşkın düzlükleri, nehir sırtları ve taşkın



Şekil 2. Çalışma alanının arazi yetenek sınıflaması haritası.

Figure 2. Land capability classification map of the study area.

Çizelge 3. Fizyografya ve arazi yetenek sınıfları.

Table 3. Physiography and land ability classes.

Fizyografik Ünite	Toprak serisi	Arazi yetenek sınıfları	Alan (ha)
Taşkın Düzlüğü	Batem 1	IIs	101.01
	Expo	IIIIs, IIIsw, IIIws	130.98
	Mısınar	IIIsw, IIIws	81.53
	Körgecegözler	IIIsw, IIIws	162.22
	Atçayırı	IIIsw, IIIws	149.16
	Kelbük	IIs, IIsw, IIIsw	570.09
Nehir Sırtı	Solak	I, IIs	186.26
Yan Dere Alüviyalı	Batem 2	IIs	44.03

düzlüklerine bağlanan yan dere alüviyelerinden oluşan fizyografyalara rastlanılmıştır. Araziye yapılan ve laboratuvarla desteklenen veriler söz konusu fizyografyalardaki değişimlerle, toprak özellikleri arasında sıkı bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Araştırma alanı olan Solak köyü arazilerinin büyük bir bölümünün oluşumunda daha çok Aksu çayının etkili olduğu ve en yaygın fizyografik ünitenin ise taşkın düzlüğü arazilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu araziler Kuvaterner dönemin ürünleri olduklarından, oldukça genç oluşumlardır. Genç olmaları sebebiyle toprak profilini geliştirecek prosesler henüz yeteri kadar çalışmamış ve bu nedenle profilleri boyunca A ve C horizonları dışında başka tanımlayıcı horizonları henüz gelişmemiştir. Bu fizyografik üniteye yer alan serilerin tamamı düz ve düze yakın arazilerdir. Aksu alüviyalının alt zonlarında daha çok sedimentasyon faaliyetleri görüldüğünden bu fizyografyada depolanan alüviyal materyal %78'lere varan kil içeriğine sahiptir. Bunun yanı sıra arazilerin düz topoğrafyada bulunmaları, toprak serilerinin bazılarında hafiften şiddetliye kadar değişen düzeylerde drenaj problemi bulunmaktadır. Tanımlanan toprak serilerine göre değişmekle birlikte, yaklaşık 45-50 cm den sonra görülen pas lekeleri bu topraklarda drenaj probleminin zaman zaman bazı tarımsal üretim modellerini

kısıtlayacağını göstermektedir. Bu nedendir ki bu fizyografyada tanımlanan arazilerde yetenek sınıflaması genellikle II. ve III. sınıf olarak tanımlanmıştır. Özellikle III. sınıf arazilerin hepsi bu fizyografya üzerinde tespit edilmiştir. Bunların genelinde toprak ile ilgili yetersizlikler (tekstür, eğim) "s" ve kültür bitkilerinin gelişmesine engel olan profildeki fazla su (drenaj sorunu, taşkın zararı ve tehlikesi) "w" olarak haritalandırılmıştır.

Çalışma alanında tanımlanan diğer iki fizyografik ünite olan nehir sırtı ve yan dere alüviyalleri üzerinde gelişen profillerde tekstür, taşkın düzlüğü fizyografyasına göre daha hafif bünyeli olarak tanımlanmıştır. Nehir sırtı fizyografyasını tanımlayan Solak serisi topraklarının profillerinde 90 cm'den sonra görülen pas lekeleri, yapılan grid yöntemi ve burğu kontrol noktaları tanımlamalarında sınırlı bir alanda tespit edilmiştir. Nehir sırtı ve yan dere alüviyalleri fizyografyalarındaki arazilerin yetenekleri genel olarak I. ve II. sınıf olarak sınıflandırılmıştır. Bu fizyografyalarda tanımlanmış serilerde sadece üst toprak tekstürünün siltli killi tın (SiCL) olarak tespit edildiği alanlarda arazi yetenek sınıfı, IIs olarak sınıflandırılmış diğer alanlar I. sınıf olarak tanımlanmıştır.



Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı çalışma alanı arazilerinde yöreye uygun yapılacak olan her türlü kullanımda toprağın tekstür özelliğine ve drenaj koşullarına dikkat edilmelidir. Özellikle sulu tarım uygulamalarından kaynaklanan zaman zaman taban suyunun yükselmesiyle sonuçlanan sorunlar oluşabileceği de görülmektedir. Üretim sürecinde seçilecek olan ürün deseni, toprak işleme şekli ve zamanı, sulama miktarı ve sıklığı ve hatta verilecek olan bitki besin elementlerinin formlarının dahi belirlenmesiyle sürdürülebilir tarımsal verimlilik sağlanmasının yanı sıra yöre çiftçilerine de ekonomik açıdan yüksek karlılık sağlanmış olacaktır.

Genel olarak alüvyial araziler en verimli tarımsal araziler olmalarının yanı sıra çeşitli sorunları da içerirler. Bu sorunlar, taşkın düzlüğü fizyografyasında yüksek kil içeriği ve drenaj problemleri iken nehir sırtı fizyografyasında ise çakıl veya kum bantları, hafif bünyeli topraklar, düşük su tutma kapasitesi, bitki besin maddelerinin yıkanmasıdır. Ancak bu sorunlar bile arazilerin I., II. ve III. sınıf olarak tanımlanmalarına engel olamamıştır.

Sonuç olarak, hatalı kullanımlar, amaç dışı kullanımlar ve diğer pek çok sebepten dolayı hızla kaybolmaya devam eden en değerli kaynaklarımızdan olan topraklar, tanınmalı ve özellikleri dikkate alınarak yetenekleri doğrultusunda kullanılmalıdır. Ancak böylelikle binlerce yılda oluşan toprakların sürdürülebilirlikleri sağlanabilir. Bu noktadan hareketle ülkemizde, tarımsal potansiyeli yüksek tarım arazilerine öncelik verilerek, tüm arazilerimizin detaylı etütleri ivedilikle tamamlanmalı ve arazilerimiz tarım ve tarım dışı alanlarda yetenekleri dahilinde kullanılmalıdır. Belirlenen kullanımlar yasalarla desteklenmeli ve asla amaç dışı kullanımlara izin verilmemelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma, FBA-2016-1536 numaralı Araştırma Projesinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Altunbaş S, Gözükara G, Şimşek O, Buyurgan K (2017) Aksu ovası topraklarının arazi kullanım planlamasında kullanılmak üzere temel toprak etütlerinin yapılması ve özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Normal Araştırma Projesi, Antalya.
- Baykal H, Baykal T (2008) Küreselleşen dünya'da çevre sorunları. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 5(9): 1-17.
- Bouyoucos GH (1951) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal 43: 434-438.
- Demirel BÇ (2017) Hızlı büyüme potansiyeline sahip yerleşim alanlarının detaylı toprak etütleri ve arazi değerlendirmeleri: Mustafalar köyü örneği, Adana. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Diñç U, Şenol S (2013) Toprak etüd ve haritalama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Ders Kitapları Yayın No: A-50, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- DPT (2005) Devlet planlama teşkilatı, sekizinci beş yıllık kalkınma planı. Tarımsal politikalar ve yapısal düzenlemeler özel ihtisas komisyonu raporu, Ankara.
- FAO (1985) Guidelines land evaluation for irrigated agriculture. FAO Soils Bulletin 55, FAO, Rome.

- Gözükara G (2019) Eski göl tabanlarındaki zamansal ve mekansal değişimlerin toprak oluşumuna etkileri. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya.
- Gözükara G, Altunbaş S, Sarı M (2019) Mekansal değişimin alüvyial fanlar üzerinde oluşan toprakların özelliklerine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences 32(3): 425-435.
- Karaman MR, Susam T, Turan M, Tutar A, Şahin S (2012) Çilek tarımı yapılan arazide uzaysal doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Dergisi 14(1): 197-205.
- Koca YK (2014) Toprak etütlerinde uzman gereksinimini azaltacak yöntemlerin adana ili örneğinde araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sarı M (2015) Taşınmış ana materyal ile yer şekilleri arasındaki ilişkiler (Ed. Şenol S., Küsek G., Sarı M., Kurucu Y.) Toprak Etüd Haritalama El Kitabı. Ankara, s. 52-109.
- Schlichting E, Blume E (1966) Bodenkundliches praktikum. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin: Preis: Kartoniert.
- Soil Survey Staff (1993) Soil survey manual. US Department of Agriculture, Handbook No. 18, Washington DC, USA, pp. 437.
- Soil Survey Staff (1998) Keys to soil taxonomy. Natural Resources Conservation Service, Eighth Edition. USDA, Washington D.C., pp. 326.
- Şenol S, Tekeş Y (1995) Arazi değerlendirme ve arazi kullanım planlaması amacıyla geliştirilmiş bir bilgisayara modeli. Türkiye Toprak İlmi Derneği, İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Yayın No:7, Ankara, s. 204-210.
- Vacca A, Loddo S, Melis MT, Funedda A, Puddu R, Verona M, Fanni S, Fantola F, Madrau S, Marrone VA, Serra G (2014) A gis based method for soil mapping in sardinia, Italy: a geomatic approach. Journal of Environmental Management 138: 87-96.





## Farklı çinko form ve dozlarının mısırın kuru madde verimi üzerine etkisi

### Effect of zinc forms and doses on dry matter yield of maize

Ebru DUYMUŞ<sup>id</sup>, Murat GENCER<sup>id</sup>, Oğuzhan AYDIN<sup>id</sup>, Reyhan YERLİKAYA<sup>id</sup>, M. Bülent TORUN<sup>id</sup>

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana

Sorumlu yazar (Corresponding author): E. Duymuş, e-posta (e-mail): ebruduymus@yahoo.com.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): mrtgncr50@gmail.com, oguzhanaydin@gmail.com, yerlikayarengin@gmail.com, mbtorun@cu.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 21 Ekim 2019  
Düzeltilme tarihi 21 Ekim 2019  
Kabul tarihi 14 Ocak 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Çinko formu  
Uygulama dozu  
Çinko noksanlığı  
Kuru madde verimi  
Mısır

#### ÖZ

Çinko eksikliğinden kaynaklı bitkisel verimde önemli düşüşlerin olduğu bildirilmiştir. Bu düşüşlere karşılık alınabilecek en etkin yöntemlerden bir tanesi Zn gübrelemesidir. Bitkinin Zn kullanım etkinliğinde, uygulanan gübrenin Zn dozu ve formunun önemli olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla, sera koşullarında artan dozlarda [0 (kontrol), 0.2, 1, 5 mg kg<sup>-1</sup>] ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulamalarının mısır bitkisinin büyüme, yeşil aksam SPAD değeri, kuru madde verimi, Zn konsantrasyonu ve Zn içeriği üzerine etkisi belirlenmiştir. Denemede elde edilen bulgulara göre, Zn noksanlığından kaynaklı verim kayıplarının olduğu buna karşılık Zn uygulamasının söz konusu verim kayıplarının önüne geçtiği saptanmıştır. Çinko uygulamasından kaynaklı verim artış oranlarının %9 ile %191 arasında değiştiği, kontrol uygulamasına göre en belirgin artışların 1 ve 5 mg kg<sup>-1</sup> Zn uygulamalarında olduğu bulunmuştur. Bu artış oranları üzerine uygulanan Zn formunun da önemli olabildiği belirlenmiştir. Özellikle en düşük Zn uygulama dozu olan 0.2 mg kg<sup>-1</sup> da kontrol uygulamasına göre ZnO'den kaynaklı yeşil aksam kuru madde verim artışı %11 elde edilirken bu değer Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub> ve ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O için sırasıyla %139, %101 ve %49 olarak saptanmıştır. Çinko uygulamaları, bitkinin yeşil aksam kuru madde veriminde olduğu gibi yeşil aksam Zn konsantrasyonunu da arttırmıştır. Bu artışlarda, Zn uygulama dozunun önemli olduğu buna karşılık uygulanan gübre formunun önemli bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Benzer bulgular bitki başına Zn alım miktarında da elde edilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde en etkin Zn uygulama dozunun 1 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, bunun dışında Zn formları içinde bitkinin büyümesinde ve Zn kullanım etkinliğinde en etkin formun Zn-EDTA olduğu, bunu sırasıyla ZnCl<sub>2</sub>, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ve ZnO'ın izlediği görülmüştür.

#### ARTICLE INFO

Received 21 October 2019  
Received in revised form 21 October 2019  
Accepted 14 January 2020

#### Keywords:

Zinc form  
Application dose  
Zinc deficiency  
Dry matter yield  
Maize

#### ABSTRACT

Significant reductions have been reported in plant yields due to the zinc (Zn) deficiency. The Zn fertilization is one of the most effective methods to prevent the yield decreases. The Zn dose and form of the fertilizer used are assumed to be important in the Zn use efficiency of the plants. This study was conducted to determine the effects of increasing doses [0 (control), 0.2, 1, 5 mg kg<sup>-1</sup>] and different forms (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub>) of Zn applications on growth, shoot SPAD value, dry matter yield, Zn concentration and Zn content of maize plants under greenhouse conditions. The results of the experiment showed yield losses due to Zn deficiency, whereas Zn application prevented the yield losses. Yield increase ratio due to zinc application ranged from 9 to 191% and the most significant increase compared to the control application was obtained in 1 and 5 mg kg<sup>-1</sup> Zn treatments. The ratios of yield increase indicated the importance of applied Zn form. The increase in shoot dry matter yield in the lowest ZnO dose of 0.2 mg kg<sup>-1</sup> compared to the control was 11%, while this value was 139, 101 and 49 for Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub> and ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O forms, respectively. Zinc applications increased shoot dry matter yield as well as shoot Zn concentration. Yield increases revealed the importance of Zn application dose, whereas the Zn fertilizer form did not cause a significant difference in yield. Similar findings were obtained in Zn uptake per plant. The results showed that the most effective Zn application dose was 1 mg kg<sup>-1</sup>, and Zn-EDTA was the most effective form for plant growth and Zn use efficiency, followed by ZnCl<sub>2</sub>, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O and ZnO, respectively.

## 1. Giriş

Çinko (Zn) noksanlığı dünyada (Ortiz-Monasterio ve ark. 2007; Cakmak ve Kutman 2018) ve Türkiye’de oldukça yaygın görülen bir mikro besin elementi problemi olup, bu sorun, özellikle kurak-yarı kurak bölgelerdeki tahıl ekilen alanlarda ortaya çıkmaktadır (Graham ve Welch 1996; Cakmak ve ark. 2010). Dünyada ve ülkemizde yetiştiricilik yapılan tarım topraklarının mikro besin elementlerince yetersiz olması bitkisel üretimdeki verim ve kalite düşüşlerine neden olmakta ve buna paralel insan ve hayvan beslenmesi olumsuz etkilenmektedir. Genel olarak dünyadaki Zn eksikliğine sahip toprakların bulunduğu alanlardaki insanlarda da yaygın Zn eksikliği olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (White ve Zasoski 1999; Hotz ve Brown 2004; Welch ve Graham 2004; Alloway 2009; Cakmak ve ark. 2008; Dhaliwal ve ark. 2019; Signorell ve ark. 2019).

Birçok araştırmacı tarafından değişik bitki türleri ve aynı türün çeşitleri arasında Zn noksanlığına karşı duyarlılıkta farklılıklar belirlenmiş olup, bunlar (örneğin, mısır (Özer 1999; Özgüven ve Katkat 2001), buğday (Torun ve ark. 1998; Singh ve ark. 2005; Bağcı ve ark. 2007; Dhaliwal ve ark. 2009), arpa (Genç ve ark. 2004), pirinç (Quijano-Guerta ve ark. 2002), fasulye (Hacısalıhoğlu ve ark. 2004), mercimek (Pandey ve ark. 2006), nohut (Khan ve ark. 1998), yonca (Grewal ve Williams 1999), sakız kabağı (Yağmur ve ark. 2002) ve biber (Güneş ve ark. 1999; Aktaş ve ark. 2006) olmak üzere birçok bitki türünü kapsamaktadır. Dünyada, buğday ve çeltikten sonra mısır insanlar tarafından en çok tüketilen besin kaynaklarından bir tanesidir (FAO 2018). Literatür sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, mısır bitkisinde Zn noksanlığından kaynaklı verim ve kalitedeki düşüşlere karşı alınabilecek önlemlerden bir tanesi de Zn gübrelmesidir. Ayrıca uygulanan organik ve inorganik gübre formlarının bitkilerce kullanılabilme etkinlikleri de birbirlerinden farklı olabilmektedir. Çinko hem organik hem de inorganik bileşikler olarak toprağa doğrudan uygulanabilir. Çinko sülfat, yüksek çözünürlüğü ve düşük maliyeti nedeniyle diğer inorganik formlara göre en yaygın olarak uygulanan inorganik Zn kaynağıdır. Çinko ayrıca ZnO, Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub> ve Zn-oksüsülfat formunda da topraklara uygulanabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, genel olarak organik Zn gübrelere inorganik Zn gübrelere göre agronomik etkinliğinin daha yüksek olduğu (Mortvedt 1991; Martens ve Westermann 1991) ancak, yüksek maliyeti nedeniyle Zn-EDTA'nın tahıl tarımında kullanımının sınırlı olduğu bildirilmiştir (Cakmak ve Kutman 2018).

Dünyada ve ülkemizde Zn gübrelmesi ile ilgili birçok çalışma yürütülmüş olup buna karşılık mısır bitkisinin büyümesi ve veriminde farklı gübre formlarının ve uygulama dozlarının bir arada yürütüldüğü çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu noktadan hareketle bu çalışmayla, sera koşullarında mısır bitkisinin büyümesi ve kuru madde verimi üzerine, artan dozlarda ve farklı formlardan Zn uygulamalarının etkisini belirlemek hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Seralarında, Pioneer 1571 çeşidi mısır bitkisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme toprağının pH'sı 8.35 (orta alkali), kireci %13.2 (kireçli), organik maddesi %1.03 (düşük), tuzu 0.12 mS

(tuzsuz), yarayışlı P konsantrasyonu 4.83 mg kg<sup>-1</sup> (yetersiz), K konsantrasyonu 423 mg kg<sup>-1</sup> (yeterli), DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn 0.15 mg Zn kg<sup>-1</sup> (yetersiz), tekstürü ise tınlı kumdur. Topraklarda DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn analizi Lindsay ve Norvell (1978), tekstür Bouyoucos (1951), kireç Çağlar (1949), pH, organik madde ve tuz Jackson (1959) yöntemlerine göre yapılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Sera yürütülen denemede doğal Zn noksanlığına sahip (0.15 mg kg<sup>-1</sup>) Kumlu Serisinden alınan toprak kullanılmıştır. Denemede plastik saksılara 4 mm elekten geçirilmiş hava kuru 3 kg toprak örneği tartılmıştır. Temel gübreleme olarak saksılara başlangıçta 200 mg N kg<sup>-1</sup>; CaNO<sub>3</sub>.4H<sub>2</sub>O formunda, 100 mg kg<sup>-1</sup> P; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> formunda, 125 mg kg<sup>-1</sup> K; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> formunda, 50 mg kg<sup>-1</sup> S; CaSO<sub>4</sub> formunda, 5 mg kg<sup>-1</sup> Fe; Fe-EDTA formunda uygulanmıştır. İlerleyen dönemlerde N uygulaması 400 mg kg<sup>-1</sup>'e tamamlanmıştır. Her saksıya 5 tohum ekilmiş ve sonrasında 3 bitkiye seyreltilmiştir.

Deneme; artan dozlarda (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup> ve Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA ve ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulaması olmak üzere 3 tekerrürlü bir çalışma olarak yürütülmüştür. Bitkilerin Zn noksanlık şiddetine ve büyüme performanslarındaki farklılıklara bağlı olarak 50 günlükken SPAD değerleri ölçülmüş ve hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen mısır bitkilerinin yeşil aksam kuru madde verimi belirlenmiş ve daha sonra kuru yakma metoduna göre 200 mg tartılarak porselen krozelerde 5.5 saat 550°C'de kül fırınında yakılmış yanan örneklerin üzerine 2 ml 1/3'lük HCl ve 18 ml saf su eklenecek son hacim 20 ml'ye tamamlanıp mavi bant filtre kağıdından süzümüştür. Elde edilen süzüklerde Zn konsantrasyonları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazında belirlenmiştir.

### 2.3. İstatistiksel analiz

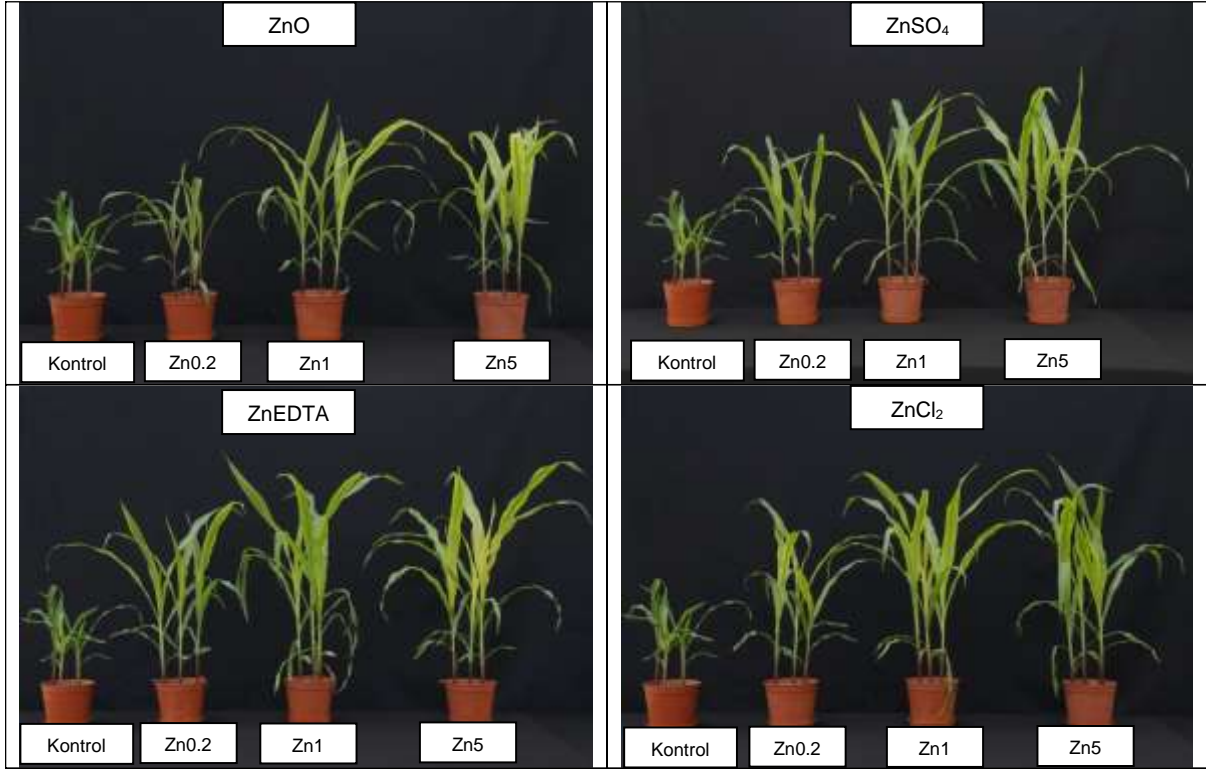
Araştırma verilerinin istatistiksel analizi JMP paket programında varyans analizi ile yapılmış ve ortalamalar arasındaki farkları belirlemek için %5 önem seviyesinde LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Sera koşullarında yürütülen denemede, artan dozlarda [0 (kontrol), 0.2, 1, 5 mg kg<sup>-1</sup>] ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA ve ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulamaları altında yetiştirilen mısır bitkisinin büyüme, yeşil aksamda klorofilin bir ifadesi olan SPAD değeri, yeşil aksam kuru madde verimi, yeşil aksam Zn konsantrasyonu ve yeşil aksam Zn içeriği üzerine etkileri belirlenmiştir.

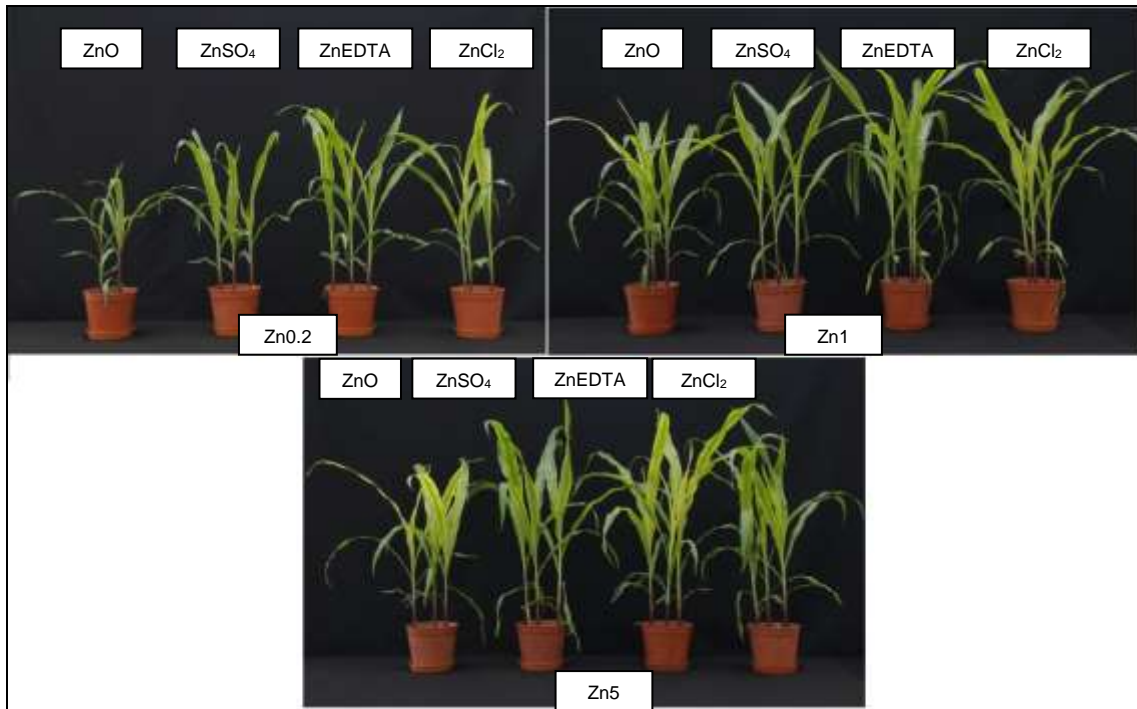
### 3.1. Çinko uygulamalarının SPAD değeri ve yeşil aksam kuru madde verimi üzerine etkisi

Sera koşullarında yürütülen denemede artan dozlarda ve farklı formlarda Zn uygulamalarının bitki büyümesi üzerine önemli etkisinin olduğu görülmüştür (Şekil 1, 2). Mısır bitkisinde Zn noksanlığı belirtilerini büyümede gerileme ve boğumlar arası mesafede kısalma olarak kendini göstermiştir. Çinko noksanlığına bağlı belirtilerinin Torun ve ark. (2016) ile uyumlu olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Farklı formlarda ( $ZnO$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Zn-EDTA$  ve  $ZnCl_2$ )  $Zn$  uygulamalarının mısırın yeşil aksam büyümesi üzerine etkisi.

Figure 1. Effects of different forms ( $ZnO$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Zn-EDTA$  and  $ZnCl_2$ ) of  $Zn$  applications on shoot growth of maize.



Şekil 2. Artan dozlarda ( $Zn0$ :  $0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn0.2$ :  $0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn1$ :  $1 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn5$ :  $5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ )  $Zn$  uygulamalarının mısırın yeşil aksam büyümesi üzerine etkisi.

Figure 2. Effects of increased doses ( $Zn0$ :  $0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn0.2$ :  $0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn1$ :  $1 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ,  $Zn5$ :  $5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ) of  $Zn$  applications on shoot growth of maize.

Denemeden elde edilen sonuçlara göre, farklı Zn uygulama formlarından bağımsız olarak yalnızca Zn uygulamaları dikkate alındığında toprağa artan dozlarda Zn ilavesinin bitkilerin SPAD değerleri üzerinde çok belirgin bir farklılık olmamasına rağmen kısmen düşüşe yol açtığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Örneğin söz konusu koşullardaki bitkilerde Zn uygulamasının yapılmadığı kontrol (Zn0) uygulamasında bitkilerin ortalama yeşil aksam SPAD değerinin 34.07 olduğu aynı değer Zn0.2, Zn1 ve Zn5 uygulamalarında sırasıyla 29.85, 27.76 ve 27.39 olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Söz konusu düşüşlerin bitkilerin büyüme performanslarının farklı olmasından kaynaklı, büyüme ile seyrelme şeklinde ifade edilen büyüyen bitkilerin dokularındaki klorofil seyrelmesiyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Denemede kullanılan farklı gübre formlarına bağlı olarak, artan dozlarda Zn uygulamalarının bitkilerin yeşil aksam kuru madde verimi üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ; Çizelge 2). Elde edilen verilere göre, bitkilerin yeşil aksam kuru madde verimlerinde, Zn noksanlığından kaynaklı verim kayıplarının olduğu buna karşılık Zn uygulamasının söz konusu verim kayıplarının önüne geçtiği görülmüştür. Kontrole göre, Zn uygulamasından kaynaklı verim artış oranlarının %9 (ZnO-Zn0.2) ile %191 (ZnEDTA-Zn5) arasında değiştiği saptanmıştır. Çinko uygulamasından kaynaklı en belirgin artışların tüm formlarda kontrol uygulamasına göre 1 mg kg<sup>-1</sup> ve 5 mg kg<sup>-1</sup> uygulamalarında olduğu bulunmuştur. Topraklara Zn uygulayarak bitkisel üretimin artırılabilmesine ilişkin birçok çalışma yapılmıştır. Erdem (2011) tarafından tarla koşullarında yürütülen, 10 farklı mısır çeşidinde Zn uygulamasının kuru madde verimi üzerine olan etkisini araştırdığı çalışmada toprağa 3 kg da<sup>-1</sup> Zn gübrelemesiyle ortalama kuru madde verim değerinin önemli oranda arttığı ve söz konusu artışın %21

civarında gerçekleştiğini bildirmiştir. Sera koşullarında yürütülen bir başka çalışmada Çukurova ve Niğde bölgelerine ait iki farklı toprakta Zn'suz (0 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve Zn'lu (5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) koşullarda yetiştirilen mısır bitkisinin yeşil aksam kuru madde veriminde Zn uygulamasıyla verim artışı olduğu belirlenmiştir. Söz konusu artışın kontrol (0 mg Zn kg<sup>-1</sup>) uygulamasına göre Çukurova toprağında %174, Niğde toprağında ise %127 düzeyinde meydana geldiği bildirilmiştir (Torun ve ark. 2019).

Denemede artan dozlarda Zn uygulamalarından kaynaklı verim artış oranlarının etkisinin yanısıra uygulanan farklı Zn formunun da önemli olduğu görülmüştür ( $P < 0.05$ ). Özellikle en düşük Zn uygulama dozu olan 0.2 mg kg<sup>-1</sup>'de kontrol uygulamasına göre ZnO'den kaynaklı yeşil aksam kuru madde verim artışı %11 iken bu değer Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub> ve ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O için sırasıyla %139, %101 ve %49 olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Çinkonun farklı formlarda kuru madde verimi üzerine etkisinin olduğu yapılan başka çalışmalarda da bildirilmiştir. Örneğin, Cevizcioğlu (2012), sera koşullarında buğdaya artan dozda ve farklı formlarda topraktan Zn uygulamış ve bitkinin kuru madde verimi üzerine olan etkisini saptamıştır. Çalışmada kontrol uygulamasına göre tüm formların kuru madde verimini önemli oranda arttırdığı ve topraktan artan dozlarda uygulanan Zn formlarından Zn-EDTA'nın verim üzerinde en belirgin etkiye sahip olduğu buna karşılık en düşük etkinin ise ZnO formuna ait olduğunu bildirmiştir. Sera koşullarında yürütülen bir başka çalışmada farklı formlardan toprağa Zn uygulanmasıyla buğday bitkisinin tane veriminin kontrole göre Zn-EDTA ile %12 artarken, ZnSO<sub>4</sub> uygulaması ise %10 artırdığı saptanmıştır (Modaihsh 1997). Benzer şekilde Taban ve ark. (1997), tarla koşullarında yürüttükleri çalışmada Zn-EDTA'nın buğdayın tane verimini ZnSO<sub>4</sub>'dan daha fazla artırdığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Artan dozlarda (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA ve ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulamalarının mısırın yeşil aksam SPAD değerleri üzerine etkisi.

**Table 1.** Effects of increased doses (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) and different forms (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA and ZnCl<sub>2</sub>) of Zn applications on shoot SPAD values of maize.

Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	SPAD				
	ZnO	ZnSO <sub>4</sub>	Zn-EDTA	ZnCl <sub>2</sub>	Ortalama
0	34.07	34.07	34.07	34.07	34.07
0.2	26.97	30.60	28.35	33.47	29.85
1	21.23	32.65	30.60	26.57	27.76
5	23.17	33.30	26.95	26.13	27.39
Ortalama	26.36c	32.66a	29.99b	30.06ab	
LSD <sub>(0.05)</sub>	4.69	ö.d.	6.54	6.90	

\* ö.d. : istatistiksel olarak önemli değil.

**Çizelge 2.** Artan dozlarda (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA ve ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulamalarının mısırın yeşil aksam kuru madde verimi üzerine etkisi.

**Table 2.** Effects of increased doses (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) and different forms (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA and ZnCl<sub>2</sub>) of Zn application on shoot dry matter yield of maize.

Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi (g bitki <sup>-1</sup> )				
	ZnO	ZnSO <sub>4</sub>	Zn-EDTA	ZnCl <sub>2</sub>	Ortalama
0	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
0.2	1.17	1.56	2.51	2.11	1.84
1	2.26	2.85	3.11	3.09	2.83
5	2.43	3.05	3.21	3.21	2.98
Ortalama	1.73c	2.13b	2.47a	2.37a	
LSD <sub>(0.05)</sub>	0.29	0.39	0.57	0.62	



Farklı formlarda uygulanan Zn'nun, mısır ve buğday bitkisinin dışında diğer bitki türlerinde de benzer etkileri görülmüştür. Örneğin, Gülmezoğlu ve Aytaç (2016), aspir bitkisine topraktan ve yapraktan uygulanan Zn-EDTA ve  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  formlarının verim ve Zn konsantrasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, farklı Zn form ve uygulama metotlarının, bitkinin tane verimini kontrol uygulamasına göre önemli oranda arttırdığını bildirmişlerdir.

Tarla ve sera koşullarının yanısıra mısır bitkisine farklı formlardan uygulanan Zn'nun etkileri su kültürü koşullarında da araştırılmıştır. Örneğin, Rasheed ve ark. (2019), su kültürü koşullarında yaptıkları çalışmada, iki farklı mısır genotipi ile farklı Zn form ve uygulama metotlarının bitkinin kuru madde verimi ve Zn konsantrasyonu üzerine etkilerini belirlemişler ve sonuç olarak doğrudan besin çözeltisine uygulanan Zn'nun yapraktan Zn uygulamasına göre bitkilerin kuru madde verimi üzerine daha etkili olduğunu, ayrıca Zn-EDTA'nın  $ZnSO_4$ 'dan daha olumlu sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

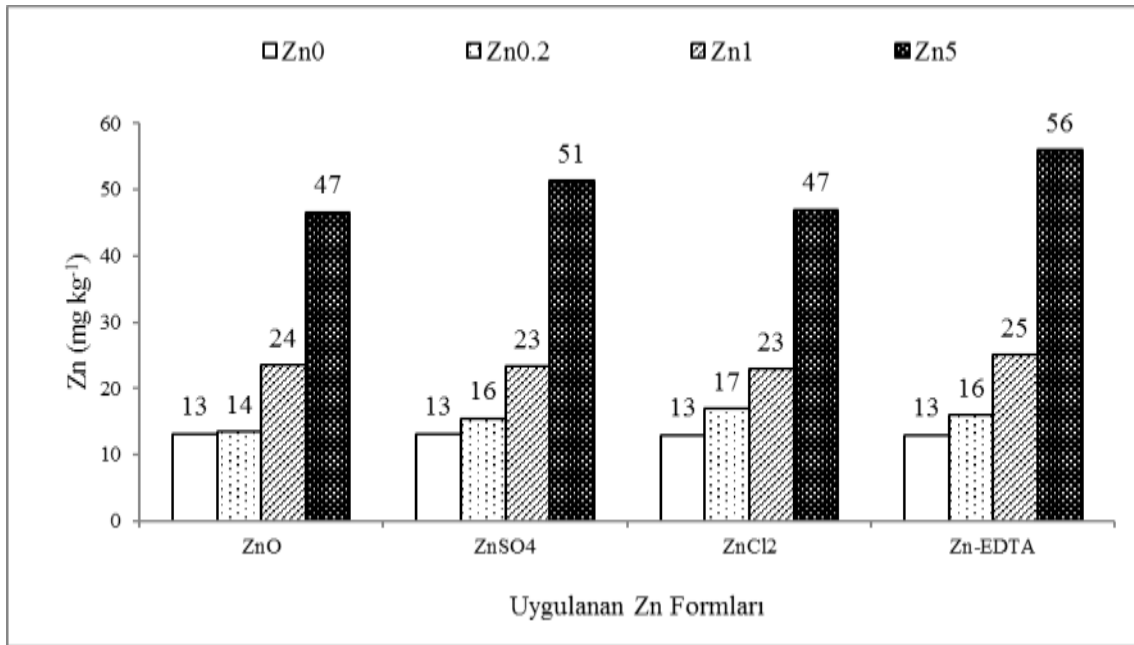
### 3.2. Çinko uygulamalarının yeşil aksam Zn konsantrasyonu ve içeriği üzerine etkisi

Artan dozlarda ve farklı formlarda Zn uygulamaları altında yetiştirilen mısır bitkisine ait yeşil aksam Zn konsantrasyonları Şekil 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Zn uygulamaları beklenildiği gibi bitkilerinin yeşil aksamındaki Zn konsantrasyonlarını önemli oranda arttırmıştır ( $p < 0.005$ ). Farklı Zn formlarından bağımsız olarak tüm saksılar için Zn'nun verilmediği uygulamada bitkinin yeşil aksam Zn konsantrasyonu  $13 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn'nun  $0.2$ ,  $1$  ve  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  uygulandığı saksılarda ise sırasıyla  $16$ ,  $24$  ve  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu bulunmuştur. Kontrol uygulamasına göre artan dozda Zn

uygulanması bitkilerin yeşil aksam Zn konsantrasyonunu arttırmış ve söz konusu artış oranları %2 (ZnO-Zn0.2) ile %327 (Zn-EDTA-Zn5) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu artışlarda Zn uygulama dozunun önemli olduğu buna karşılık uygulanan gübre formlarının ise önemli bir farklılık yaratmadığı görülmüştür (Şekil 3).

Kutman ve ark. (2010), Zn'ca fakir bir toprakta yürüttükleri bir çalışmada topraktan ve yapraktan Zn uygulamalarının makarnalık buğdayın tanesindeki Zn birikimi üzerine önemli bir etkisinin olduğunu; yapraktan veya topraktan Zn'nun uygulanması ile tanenin Zn konsantrasyonunun önemli derecede artmış olduğunu bildirmişlerdir. Mısır bitkisi ile su kültürü koşullarında tohumdan Zn uygulamalarını konu alan bir çalışmada ise, çözeltiden Zn uygulamasının yeşil aksam ve kök Zn konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmiştir (Torun ve ark. 2016).

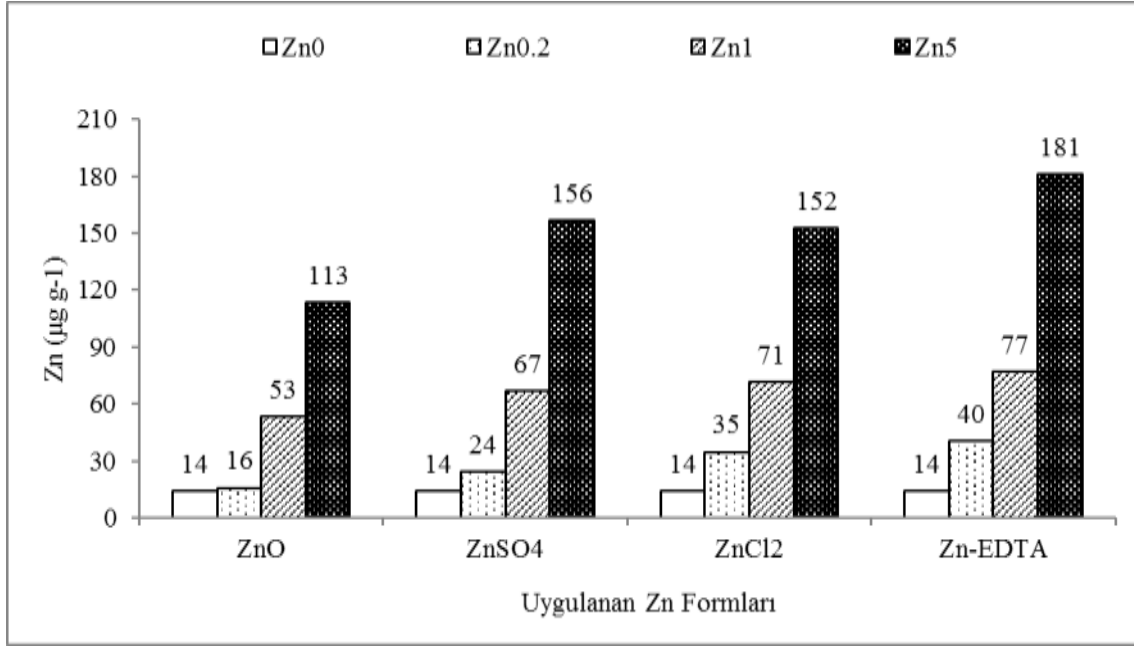
Bitkinin Zn alım karakteristiği açısından önemli bir parametre olan yeşil aksam Zn içeriğine Zn uygulama dozu ve formlarının etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Örneğin, ZnO'nin en düşük Zn uygulama dozu olan  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  Zn uygulaması altında Zn içeriği  $16 \text{ } \mu\text{g bitki}^{-1}$  iken bu değer Zn-EDTA,  $ZnCl_2$  ve  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  için sırasıyla  $40$ ,  $35$  ve  $24 \text{ } \mu\text{g bitki}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Tüm uygulama dozlarında Zn alımı açısından en yüksek ve en etkin alımların, Zn-EDTA'da olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla  $ZnCl_2$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  ve ZnO takip etmiştir (Şekil 4). Benzer bulgular Cevizcioglu (2012) tarafından vejetatif dönemde hasat edilen buğday bitkisinde de elde edilmiştir. Aynı çalışmada uygulanan tüm dozlarda bitki başına toplam Zn alımındaki en fazla artışın Zn-EDTA formunda olduğu, en az artışın ise ZnO formuna ait olduğu bildirilmiştir.



Şekil 3. Artan dozlarda (Zn0:  $0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn0.2:  $0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn1:  $1 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn5:  $5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ) ve farklı formlarda (ZnO,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , Zn-EDTA ve  $ZnCl_2$ ) Zn uygulamalarının mısırın yeşil aksam Zn konsantrasyonu üzerine etkisi ( $LSD_{(0.05)}$  ZnO: 5.26,  $ZnSO_4$ : 6.44;  $ZnCl_2$ : 9.85; Zn-EDTA: 8.68).

Figure 3. Effects of increased doses (Zn0:  $0 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn0.2:  $0.2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn1:  $1 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , Zn5:  $5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ) and different forms (ZnO,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , Zn-EDTA and  $ZnCl_2$ ) of Zn applications on shoot Zn concentration of maize ( $LSD_{(0.05)}$  ZnO: 5.26,  $ZnSO_4$ : 6.44;  $ZnCl_2$ : 9.85; Zn-EDTA: 8.68).





**Şekil 4.** Artan dozlarda (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) ve farklı formlarda (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA ve ZnCl<sub>2</sub>) Zn uygulamalarının mısırın yeşil aksam Zn içeriği üzerine etkisi (*LSD*<sub>(0,05)</sub> ZnO:14.54; ZnSO<sub>4</sub>:15.62; ZnCl<sub>2</sub>:16.09; Zn-EDTA:20.03).

**Figure 4.** Effects of increased doses (Zn0: 0 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn0.2: 0.2 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn1: 1 mg Zn kg<sup>-1</sup>, Zn5: 5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) and different forms (ZnO, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, Zn-EDTA and ZnCl<sub>2</sub>) of Zn applications on shoot Zn concentration of maize (*LSD*<sub>(0,05)</sub> ZnO:14.54; ZnSO<sub>4</sub>:15.62; ZnCl<sub>2</sub>:16.09; Zn-EDTA:20.03).

#### 4. Sonuç

Sera koşullarında gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, toprağa yapılan Zn uygulamaları bitkinin sadece kuru madde verimlerini artırmamış, aynı zamanda yeşil aksam Zn konsantrasyon ve içeriğinde de önemli artışlara yol açmıştır. Bu nedenle mısır bitkisinde Zn noksanlığından kaynaklı verim kayıplarının önüne geçmek için özellikle Zn'ca fakir topraklarda ekim öncesinde Zn uygulamasının mutlaka yapılması gerekmektedir. Ayrıca gübre kullanım formu olarak sırasıyla; Zn-EDTA, ZnCl<sub>2</sub> ve ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O'ın tercih edilmesi, ZnCl<sub>2</sub> kullanımında tuzluluk problemi olmayan alanlarda kullanımına dikkat edilmesi gerektiği ancak Zn'nun topraktaki residüal etkisinin uzunluğu ve ekonomik koşullar düşünüldüğünde ZnO'ın de değerlendirilebilir nitelikte olduğu söylenebilir. Ancak, denemeye konu olan doz ve form uygulamalarının bitkinin tane verimi üzerine etkisini görmek için generatif dönemi de içine alan çalışmaların yapılması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Aktaş H, Abak K, Öztürk L, Çakmak İ (2006) The effect of zinc on growth and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. *Turkish Journal Agriculture Forestry* 30: 407-412.
- Alloway BJ (2009) Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health* 31(5): 537-548.
- Bagci SA, Ekiz H, Yılmaz, A, Cakmak, I (2007) Effects of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in Central Anatolia. *Journal of Agronomy & Crop Science* 193: 198-206.
- Bouyoucos GJ (1951) A Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-437.

Cakmak I (2008) Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or biofortification. *Plant Soil* 302(1-2): 1-17.

Cakmak I, Kalayci M, Kaya Y, Torun AA, Aydın N, Wang Y, Arisoy Z, Erdem H, Yazici A, Gokmen O, Ozturk L, Horst WJ (2010) Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 58: 9092-9102.

Cakmak I, Kutman UB (2018) Agronomic biofortification of cereals with zinc: A review. *European Journal of Soil Science* 69: 172-180.

Cevizcioğlu Ö (2012) Değişik çinko formlarının ekmeçlik buğdayda verim ve tane çinko konsantrasyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Çağlar KÖ (1949) Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi. Yayınları No: 10, Ankara.

Dhaliwal SS, Sadana US, Manchanda JS, Dhadli HS (2009) Biofortification of wheat grains with zinc (Zn) and iron (Fe) in typical ustochrept soils of Punjab. *Indian Journal of Fertilizers* 5: 13-16.

Dhaliwal SS, Ram H, Shukla AK, Mavi GS (2019) Zinc biofortification of bread wheat, triticale, and durum wheat cultivars by foliar zinc fertilization. *Journal of Plant Nutrition* 42(8): 813.

Erdem H (2011) Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalitesine çinko gübrelemesinin etkilerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 28(2): 199-206.

FAO (2018) FAO Statistical Year. <http://faostat.fao.org>. Erişim 15 Mart 2018.

Geçer Y, McDonald GK, Graham RD (2004) Differential expression of zinc efficiency during the growing season of barley. *Plant and Soil* 263: 273-282.

Graham RD, Welch RM (1996) Breeding for staple-food crops with high micronutrient density: Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients, No.3. International Food Policy Institute, Washington DC.

- Grewal HS, Williams R (1999) Alfalfa genotypes differ in their ability to tolerate zinc deficiency. *Plant and Soil* 214: 39-48.
- Gülmezoğlu N, Aytaç, Z (2016) Farklı çinko uygulamalarının aspir bitkisinin verimi ve çinko alımı üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi* 5(2): 11-17.
- Güneş A, İnal A, Alpaslan M, Çıkılı Y (1999) Effect of salinity on phosphorus induced zinc deficiency in pepper (*Capsicum annuum* L.) *Plants. Agriculture and Forestry* 23: 459-464.
- Hacısalıhoğlu G, Öztürk L, Çakmak İ, Welch RM, Kochian L (2004) Genotypic variation in common bean in response to zinc deficiency in calcareous soil. *Plant and Soil* 259: 71-83.
- Hotz C, Brown KH (2004) Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutrition Bulletin* 25: 94-204.
- Jackson ML (1959) *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Khan HR, McDonald GK, Rengel Z (1998) Chickpea genotypes differ in their sensitivity to Zn deficiency. *Plant and Soil* 198: 11-18.
- Kutman UB, Yıldız B, Ozturk L, Cakmak I (2010) Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chemistry* 87: 1-9.
- Lindsay WL, Norwell WA (1978) Development of a DTPA Soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science Society of America: Proceedings* 42: 421-428.
- Martens DC, Westermann DT (1991) Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM (eds) *Micronutrients in Agriculture*. SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. s. 549-592.
- Modaihsh AS (1997) Foliar application of chelated and non-chelated metals for supplying micronutrients to wheat grown on calcareous soil. *Experimental Agriculture* 33: 237-245.
- Mortvedt JJ (1991) Micronutrient fertilizer technology. In: Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM (eds) *Micronutrients in Agriculture*. SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. s. 89-112.
- Ortiz-Monasterio JI, Palacios-Rojas N, Meng E, Pixley K, Trethowan R, Pena RJ (2007) Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal Cereal Science* 46 (3): 293-307.
- Özer MS (1999) Harran ovası koşullarında değişik mısır genotiplerinin çinko gübrelemesine reaksiyonları ve çinko yetersizliğine dayanıklı genotiplerin seçimi. *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana*.
- Özgülven N, Katkat AV (2001) Artan miktarlarda uygulanan çinkonun mısır bitkisinin verim ve çinko alımı üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15: 85-97.
- Pandey N, Pathak GC, Sharma CP (2006) Zinc is critically required for pollen function and fertilisation in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 20: 89-96.
- Quijano-Guerta, C, Kirk GJD, Portugal AM, Bartolome VI, McLaren GC (2002) Tolerance of Rice Germplasm to Zinc Deficiency. *Field Crops Research* 76: 123-130.
- Rasheed N, Maqsood MA, Aziz T, Rehman MZU, Bilal HM, Ayub MA, Irfan M, Sanaullah M (2019) Zinc application methods affect its accumulation and allocation pattern in maize grown in solution culture. *International Journal of Agriculture and Biology* 21: 1197-1204.
- Signorell C, Zimmermann MB, Cakmak I, Wegmuller R, Zeder C, Hurrell R, Aciksoz SB, Boy E, Tay F, Frossard E, Moretti D (2019) Zinc absorption from agronomically biofortified wheat is similar to post-harvest fortified wheat and is a substantial source of bioavailable zinc in humans. *The Journal of Nutrition* 149: 840-846.
- Singh B, Natesan SKA, Sing BK, Usha K (2005) Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science* 88: 1.
- Taban S, Alpaslan M, Güneş A, Aktaş M, Erdal İ, Eyüpoğlu H, Baran İ (1997) Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararlanılabilirliği üzerine etkisi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. Cilt 1, Eskişehir, s. 147-156.
- Torun B, Çakmak Ö, Özbek H, Çakmak İ (1998) Çinko eksikliği koşullarında yetiştirilen değişik tahıl türlerinin ve çeşitlerinin çinko eksikliğine karşı duyarlılığının belirlenmesi. I Ulusal Çinko Kongresi (Tarım, Gıda ve Sağlık) Cilt 1, Eskişehir, s. 363-369.
- Torun AA, Er A, Erdem H, Torun B (2016) Tohum çinko uygulama metodunun su kültürü koşullarında mısırın kuru madde verimi ve çinko konsantrasyonu üzerine etkisinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi* 5(2): 42-51.
- Torun AA, Duymuş E, Erdem H, Torun MB (2019) Effects of Zn applications on dry matter yield and mineral nutrient uptake of corn and wheat crops in two different regions of soils with zinc deficiency. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 7(9): 1382-1386.
- Welch RM, Graham RD (2004) Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany* 55: 353-364.
- White JG, Zasoski RJ (1999) Mapping soil micronutrients. *Field Crop Research* 60: 11-26.
- Yağmur B, Ceylan Ş, Yoldaş F, Oktay M (2002) Çinko katkılı ve katkısız kompoze gübrelerin sakız kabağı (*Cucurbita Pepo* cv.) yetiştiriciliğinde verim ve bazı verim kriterlerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 39(1): 111-117.



## Determination of *SacII* and *MboII* polymorphisms in the Nerve Growth Factor (NGF) gene in four native Turkish goat populations

Türkiye’de yetiştirilen dört keçi popülasyonunda Sinir Büyüme Faktörü (NGF) geninde *SacII* ve *MboII* polimorfizmlerinin belirlenmesi

Eymen DEMİR<sup>id</sup>, Bahar ARGUN KARSLI<sup>id</sup>, Taki KARSLI<sup>id</sup>, Murat Soner BALCIOĞLU<sup>id</sup>

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Antalya, 07058, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): E. Demir, e-mail (e-posta): eymendemir@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): bhrargun@akdeniz.edu.tr, takikarsli@akdeniz.edu.tr, msoner@akdeniz.edu.tr

### ARTICLE INFO

Received 15 October 2019

Received in revised form 11 November 2019

Accepted 12 November 2019

### Keywords:

Body length

Litter size

Nerve Growth Factor

NGF

PCR-RFLP

### ABSTRACT

Nerve Growth Factor Gene (*NGF*) has important functions in the maintenance of viability and proliferation of ovarian cells. Recent studies on caprine *NGF* gene revealed two SNPs (determined by *SacII*/C291A and *MboII*/A705G polymorphisms) related with body length and litter size in goats. This study aimed to determine *SacII* and *MboII* polymorphisms of *NGF* in native Turkish goat populations including Turkish Hair (HAI), Kabakulak (KBK), Honamlı (HNM) and Norduz (NRD) by using PCR-RFLP. Amplificated PCR fragments of 808 were digested with *SacII*, while amplificated PCR fragments of 319 bp were digested with *MboII* restriction enzyme in order to detect different genotypes of *NGF* gene. The “A” allele frequency ranged from 0.500 (HAI, HNM and KBK) to 0.950 (NRD), while the “C” allele frequency ranged from 0.025 (NRD) to 0.500 (HAI, HNM and KBK) in *NGF/SacII* polymorphism. The “A” allele frequency ranged from 0.213 (HAI) to 1.000 (NRD), while the “G” allele frequency ranged from 0.000 (NRD) to 0.787 (HAI) in *NGF/MboII* polymorphism. Deviation from HW equilibrium was significant in HNM goat population ( $P < 0.05$ ). In this study, polymorphisms of caprine *NGF* gene in native Turkish goat populations were revealed for the first time. The results obtained from this study showed that *NGF/SacII* polymorphisms could be used for body length in NRD population while *NGF/MboII* polymorphisms could be used for litter size in HAI, HNM and KBK populations in MAS studies.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Ekim 2019

Düzeltilme tarihi 11 Kasım 2019

Kabul tarihi 12 Kasım 2019

### Anahtar Kelimeler:

Vücut uzunluğu

Yavru sayısı

Sinir Büyüme Faktörü

NGF

PCR-RFLP

### ÖZ

Sinir Büyüme Faktörü (*NGF*) geni yumurtalık hücrelerinin yaşamını devam ettirmesi ve çoğalmasında önemli fonksiyonlara sahiptir. Keçi *NGF* geni üzerinde yapılan son çalışmalar, iki SNP’in (*SacII*/C291A ve *MboII*/A705G polimorfizmi) vücut uzunluğu ve bir batında doğan yavru sayısı ile ilişkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen Kıl (HAI), Kabakulak (KBK), Honamlı (HNM) ve Norduz (NRD) keçi popülasyonlarının *NGF* geninde *SacII* ve *MboII* polimorfizminin PCR-RFLP yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. *NGF* geninde farklı genotiplerin belirlenmesi için çoğaltılan 808 bp uzunluğundaki PCR ürünleri *SacII*, 319 bp uzunluğundaki PCR ürünleri ise *MboII* restriksiyon enzimi ile kesilmiştir. *NGF/SacII* polimorfizminde A allel frekansı 0.500 (Kıl, Honamlı ve Kabakulak) ile 0.950 (Norduz) aralığında değişirken, C allel frekansı 0.025 (Norduz) ile 0.500 (Kıl, Honamlı ve Kabakulak) aralığında değişmiştir. *NGF/MboII* polimorfizminde A allel frekansı 0.213 (Kıl) ile 1.000 (Norduz) aralığında değişirken, G allel frekansı 0.000 (Norduz) ile 0.787 (Kıl) aralığında değişmiştir. Honamlı popülasyonunda HW dengesinden sapma önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Bu çalışmada, Türkiye’nin yerli keçi popülasyonlarında keçi *NGF* gen polimorfizmi ilk defa ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmandan elde edilen sonuçlar, *NGF/SacII* polimorfizminin Norduz popülasyonunda vücut uzunluğu, için, *NGF/MboII* polimorfizminin ise Kıl, Honamlı ve Kabakulak popülasyonlarında bir batında doğan yavru sayısı için markör destekli seleksiyon (MAS) çalışmalarında kullanılabileceğini göstermiştir.

## 1. Introduction

A member of neurotrophin family, *NGF* is synthesized and released from ovarian cells (Disson et al. 2001). *NGF* and its receptors have important functions in the maintenance of viability and proliferation of ovarian cells (Chaves et al. 2013). Lower primary and secondary follicles were reported in *NGF* null mutant mice which indicates role of *NGF* in follicles development (Disson et al. 2001). In addition, overexpression of *NGF* in epidermis caused hypertrophy of the peripheral nervous system in transgenic mice (Albers et al. 1994). Expression of *NGF* and its receptors in the goat oviduct may indicate their functions in oviductal transport, fertilization, capacitation of spermatozoa and early embryonic development in the oviduct (Ren et al. 2005).

As well as in all the other countries, in Turkey, studies have been conducted to improve economically important traits such as body length and litter size in small ruminant industry. Body length is mainly calculated for phenotypic characterization of goat breeds. Litter size, determining value of animals, is one of the most important reproductive and economic traits in goat industry (Yan et al. 2018). Breeders can gain more profit by increasing reproductive traits such as litter size. Until today, many genes including *IGF-I* (Deng et al. 2010), *ATBFI* (Zhang et al. 2015), *MSTN* (Zhang et al. 2013), *STAT5A* (Wu et al. 2014), *KISS-I* (Cao et al. 2010), *GPR54* (Cao et al. 2011), *GDF9* (Wang et al. 2019) and *KDM6A* (Cui et al. 2018) were reported to be related to body length or litter size in goat populations. Recent studies in caprine *NGF* gene revealed two SNPs related with reproductive and economic traits in goat populations (An et al. 2013; Naicy et al. 2018). An et al. (2013) reported A705G SNP in coding region of caprine *NGF* gene in which the does with GG genotype had higher litter size than those with GA and AA genotypes. Additionally, Naicy et al. (2018) reported C291A SNP in coding region of caprine *NGF* gene in which the goats with CA genotypes showed superior values for body length and body length index than those with CC genotypes. Due to absence of AA genotype, they could not analyze the relationship between AA genotype and body length trait.

Although, traditional selection methods are insufficient to rapidly increase quantitative characters due to their low inheritance and controlling by multiple genes, traditional selection methods can be supplemented Marker Assisted Selection (MAS) to increase the reproductive and economic traits (Wang et al. 2018). By using *NGF* polymorphisms in MAS studies, the frequency of desired genotypes for litter size and body length might be increased in goat populations. Unfortunately, no study has been carried out so far to reveal *NGF* polymorphisms in native Turkish goat populations. Hence, this is the first study aimed to detect polymorphisms in the caprine *NGF* gene in four native Turkish goat populations.

## 2. Materials and Method

### 2.1. Blood samples collection and DNA extraction

In this study, a total of 121 goat belonging to HAI (n= 40), KBK (n= 30), HNM (n= 31) and NOR (n= 20) were used for polymorphism analysis. HAI, KBK and HNM populations were selected from different representative herds reared in Antalya province (Turkey), whereas NOR were selected from representative herds reared in Van province (Turkey). Blood samples were collected from the jugular vein of animals into vacutainer tubes containing EDTA as an anticoagulant and stored at -20°C until extraction. The genomic DNA was extracted from blood samples using a salting out method reported by Miller et al. (1988). Agarose gel electrophoresis was applied to check the quality of extracted DNA.

### 2.2. PCR-RFLP analysis

Two set of primers reported by An et al. (2013) were used to amplify 808 and 319 bp fragments of coding region of the caprine *NGF* gene (Table 1). PCR was performed in 50 µl reaction volume with 50 ng template DNA, 5 µl 10X reaction buffer, 0.6 mM dNTP, 25 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 pM of each primers, 1.5 U of *Taq* DNA polymerase and 31.25 µl nuclease free water. The cycling protocol followed with initial denaturation at 95°C for 5 min followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 30 s, annealing at 58°C for 30 s, extension at 72°C for 30 s with a final extension at 72°C for 5 min. Fragments of 808 and 319 bp lengths amplified for *NGF* gene are given in Figure 1 and Figure 2, respectively. Amplified 808 and 319 bp of PCR products were digested separately with *Sac*II and *Mbo*II restriction enzymes respectively. For this purpose, 5 µl of amplified PCR products were mixed with 2.5 U restriction enzymes (*Sac*II or *Mbo*II), 2 µl 10X buffer and 5 µl nuclease free water, and then incubated for 4 h at 37°C. In order to genotype the individuals, digested products were visualized on agarose gel electrophoresis.

### 2.3. Statistical analysis

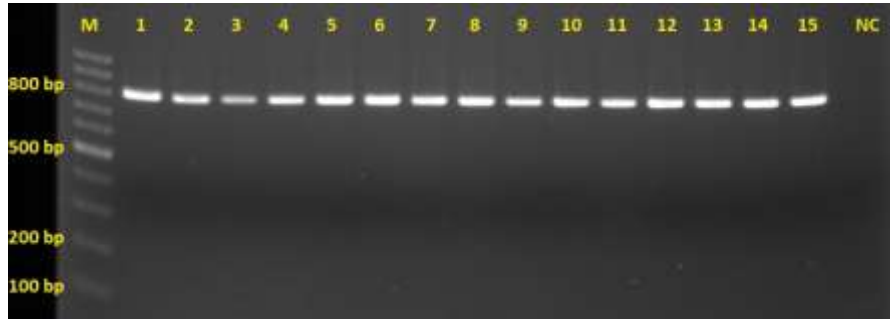
Popgene V. 1.32. (Yeh et al. 1997) package program was used to calculate the allele and genotype frequencies in the *NGF* gene and to test the HW equilibrium.

## 3. Results and Discussion

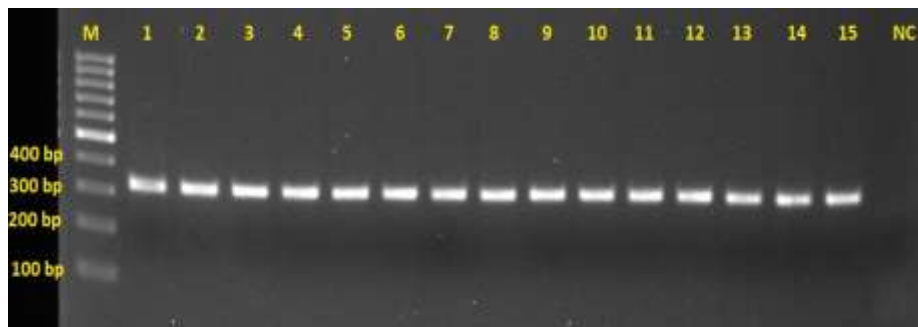
In this study, two genotypes including AA (808 bp) and CA (301, 507 and 808) were detected in *NGF/Sac*II polymorphism (Figure 3). All individuals of HAI, HNM, and KBK showed CA genotype which is reported to be related with higher body length. Except one, all individuals of NRD population were with AA genotype. The frequencies of AA and CA genotypes were 0.95 and 0.05 in NRD population, while the frequencies of

**Table 1:** Primer sequences and restriction enzymes to detect SNPs on caprine *NGF* gene

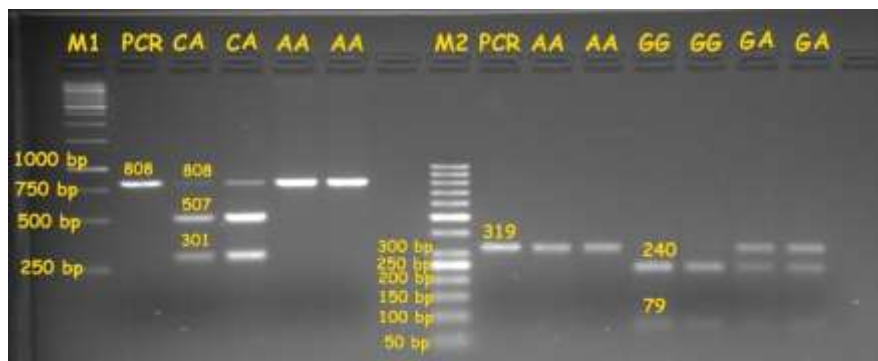
SNP	Primer Sequence	PCR Products (bp)	Enzyme	Genotypes	References
C291A	F: 5-ATAGCGTAATGTCCATGTTG-3	808	<i>Sac</i> II	AA: 808	Naicy et al. 2018
	R: 5- ATTTACAGGTTGAGGTAGGG-3			CA: 301-507-808 CC:301-507	
A705G	F: 5-CTGGGAGAGGTGAACATC-3 R: 5-ACAGGTTGAGGTAGGGAG-3	319	<i>Mbo</i> II	AA: 319 GA: 79-240-319 GG: 79-240	An et al. 2013



**Figure 1.** PCR products with 808 bp length for the *NGF* gene in goat populations, M: Thermo 100 bp ladder Cat. No: SM0241; PCR amplicons of caprine *NGF* gene; NC: Negative control.



**Figure 2.** PCR products with 319 bp length for the *NGF* gene in goat populations, M: Thermo 100 bp ladder Cat. No: SM0241; 1-15: PCR amplicons of caprine *NGF* gene; NC: Negative control.



**Figure 3.** Digestion image of caprine *NGF* gene using *SacII* and *MboII* restriction enzymes, M1: Thermo 1 kb DNA ladder; Cat. No: SM0311; M2: Thermo 50 bp DNA ladder; Cat. No: SM0371; PCR: Undigested PCR product; 2.5% agarose gel.

CA genotype was 1.00 in HAI, HNM and KBK populations (Table 2). This finding is accordant with results of Naicy et al. (2018). In a study on Malabari and Attappady Black goat breeds, Naicy et al. (2018) reported two genotypes including CC (301 and 507 bp) and CA (301, 507 and 808 bp) in caprine *NGF* gene after *SacII* digestion. On the contrary, it is reported that the frequency of CC (0.66) was higher than the frequency of CA (0.34) in Indian goat breeds. It is also emphasized that the goats with CA genotypes had superior values for body length and body length index than those with CC genotypes.

Among the goat breeds raising in Turkey, HNM and NRD have the highest and the lowest body length trait, respectively (Yilmaz et al. 2012). KBK goat is a subtype which differs from HAI goats due to some morphological traits including ear length, live weight, etc. It is known that live weight of KBK, rearing in limited regions of Turkey including Kaş, Elmalı and Fethiye provinces, is higher than HAI goats. In this respect, it is not surprising that frequency of CA genotype, which is related to higher body length, in HAI, HNM and KBK was higher than

in NRD population in this study. The results obtained in this study showed that HNM, HAI and KBK populations were monomorphic for *NGF* gene (all individuals are CA genotype). Therefore *NGF/SacII* polymorphism can not be used in HNM, HAI and KBK populations for MAS studies.

In this study, AA (319 bp), GA (79, 240 and 319 bp) and GG (79 and 240 bp) genotypes were generated in *NGF/MboII* polymorphism (Figure 3). The frequency of A allele ranged from 0.213 (HAI) to 1.000 (NRD), while the frequency of G allele ranged from 0.000 (NRD) to 0.787 (HAI) (Table 2). While no individual with AA genotype was detected in HNM population, all individuals of NRD population were with AA genotype. The higher G allele frequency was detected in HAI, HNM and KBK populations. Similarly, it is reported that G allele frequencies were higher than A allele frequency in Xinong Saanen, Guanzhong and Boer goat populations (An et al. 2013). It is also reported that the does with GG genotype had higher litter size than those with GA and AA genotypes.



**Table 2.** Allele and genotype frequencies for *NGF* gene in four goat populations reared in Turkey.

Gen	Populations	n	Allele Frequencies		Genotype Frequencies			$\chi^2$
			A	C	AA	CA	CC	
SacII	NRD	20	0.975	0.025	0.950 (19)	0.050 (1)	0.000	0.013 <sup>a</sup>
	HAI	40	0.500	0.500	0.000	1.000 (40)	0.000	-
	HNM	31	0.500	0.500	0.000	1.000 (31)	0.000	-
	KBK	30	0.500	0.500	0.000	1.000 (30)	0.000	-
MboII	Populations	n	A	G	AA	GA	GG	$\chi^2$
	NRD	20	1.000	0.000	1.000 (20)	0.000	0.000	-
	HAI	40	0.213	0.787	0.025 (1)	0.375 (15)	0.600 (24)	0.580 <sup>a</sup>
	HNM	31	0.338	0.662	0.000 (0)	0.677 (21)	0.323 (10)	8.133 <sup>b</sup>
	KBK	30	0.233	0.767	0.067 (2)	0.333 (10)	0.600 (18)	0.140 <sup>a</sup>

$\chi^2_{0.05;1}$ : 3.84; a: Deviation from H-W equilibrium is not significant, b: Deviation from H-W equilibrium is significant ( $P < 0.05$ ).

In this study, GG genotype, which is related to higher litter size in goats, was not detected in NRD population, while variable values were detected in HAI, HNM and KBK populations. It is known that litter size ranges from 1 to 1.5 in studied goat populations (Yilmaz et al. 2012). *NGF* is not a major gene on litter size and it is possible that there are other genes affecting litter size in goats. Although HAI, KBK and HNM are not prolific populations, GG genotypes were detected in these populations. Detecting of GG genotype in HAI, HNM and KBK populations shows that *NGF/MboII* polymorphisms could be integrated in MAS studies in terms of litter size. Additionally, it is necessary to research other genes affecting litter size in goat populations. The use of *NGF* gene together with other genes affecting litter size will increase the success rate in MAS studies.

#### 4. Conclusion

In this study, polymorphisms of *NGF/SacII* related to body length and *NGF/MboII* related to litter size were revealed in four goat populations raising in Turkey for the first time. Desired genotypes for body length (CA) and litter size (GG) were detected in variable frequencies in native Turkish goat populations. The results of this study showed that *NGF/MboII* polymorphisms could be used in MAS studies for litter size in HAI, HNM and KBK populations.

#### References

- Albers KM, Wright DF, Dawis BM (1994) Overexpression of Nerve Growth Factor in epidermis of transgenic mice causes hypertrophy of the peripheral nervous system. *The Journal of Neuroscience* 14: 1422-1432.
- An X, Bai L, Hou J, Zhao H, Peng J, Song Y, Wang J, Cao B (2013) Molecular cloning, tissue expression and SNP analysis in the goat nerve growth factor gene. *Molecular Biology Reports* 40: 857-863.
- Cao GL, Chu MX, Fang L, Di R, Feng T, Li N (2010) Analysis on DNA sequence of *KISS-1* gene and its association with litter size in goats. *Molecular Biology Reports* 37: 3921-3929.
- Cao GL, Chu MX, Fang L, Feng T, Di R, Li N (2011) Analysis on DNA sequence of *GPR54* gene and its association with litter size in goats. *Molecular Biology Reports* 38: 3839-3848.
- Chaves RN, Alves AMCV, Lima LF, Matos HMT, Rodrigues APR., Figueiredo JR (2013) Role of nerve growth factor (NGF) and its receptors in folliculogenesis. *Zygote* 21: 187-197.
- Cui Y, Yan H, Wang K, Xu H, Zhang X, Zhu H, Liu J, Qu L, Lan X, Pan C (2018) Insertion/deletion within the *KDM6A* gene is significantly associated with litter size in goat. *Frontiers in Genetics* 9: 91.
- Deng C, Ma R, Yue X, Lan X, Chen H, Lei C (2010) Association of

*IGF-I* gene polymorphisms with milk yield and body size in Chinese dairy goats. *Genetics and Molecular Biology* 33: 266-270.

- Dissen GA, Romero C, Hirshfield AN, Ojeda SR (2001) Nerve growth factor is required for early follicular development in the mammalian ovary. *Endocrinology* 142: 2078-2086.
- Miller S, Dykes D, Plesky HA (1988) Simple salting out procedure for extracting DNA from human cells. *Nucleic Acids Research* 16: 1215.
- Naicy T, Venkatchalapathy T, Aravindakshan TV, Bosewell A, Silpa MV (2018) Association of a *SacII* polymorphism in the Nerve Growth Factor (NGF) gene exon 3 with growth traits in Indian goats. *Small Ruminant Research* 158: 19-21.
- Ren L, Medan MS, Weng Q, Jin W, Li C, Watanabe G, Taya K (2005) Immunolocalization of Nerve Growth Factor (NGF) and its receptors (TrkA and p75LNGFR) in the reproductive organs of Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development* 51: 399-404.
- Yan H, Zhang F, Wang K, Liu J, Zhu H, Pan C, Qu L (2018) A novel 12 bp deletion within goat *LHX4* gene significantly affected litter size. *Archives Animal Breeding* 61: 1-8.
- Yeh FC, Yang RC, Boyle TBJ., Ye ZH, Mao JX (1997) POPGENE, The user-friendly shareware for population genetic analysis. *Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada.*
- Yilmaz O, Kor A, Ertugrul M, Wilson T (2012) The domestic livestock resources of Turkey: goat breeds and types and their conservation status. *Animal Genetic Resources* 51: 105-116.
- Wang K, Yan H, Xu H, Yang Q, Zhang S, Pan C, Chen H, Zhu H, Liu J, Qu L, Lan X (2018) A novel indel within goat *casein alpha S1* gene is significantly associated with litter size. *Gene* 671: 161-169.
- Wang X, Yang Q, Wang K, Yan H, Pan C, Chen H, Liu J, Zhu H, Qu L, Lan X (2019) Two strongly linked single nucleotide polymorphisms (Q320P and V397I) in *GDF9* gene are associated with litter size in cashmere goats. *Theriogenology* 125: 115-121.
- Wu X, Jia W, Zhang J, Li X, Pan C, Lei C, Chen H, Dang R, Lan X (2014) Determination of the novel genetic variants of goat *STAT5A* gene and their effects on body measurement traits in two Chinese native breeds. *Small Ruminant Research* 121: 232-243.
- Zhang ZJ, Ling YH, Wang LJ, Hang YF, Guo XF, Zhang YH, Ding JP, Zhang XR (2013) Polymorphisms of the myostatin gene (*MSTN*) and its relationship with growth traits in goat breeds. *Genetics and Molecular Research* 12: 965-971.
- Zhang X, Wu X, Jia W, Pan C, Li X, Lei C, Chen H, Lan X (2015) Novel nucleotide variations, haplotypes structure and associations with growth related traits of goat AT Motif-Binding Factor (*ATBFI*) gene. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 28: 1349-1406.

## YAZIM KURALLARI

### Kapsam

*MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES*, tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili bilim alanlarının çok disiplinli bir platformudur. Dergiye bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyometri ve genetik, doğal kaynaklar, gıda bilimi ve teknolojisi, hayvancılık, peyzaj ve doğa koruma, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri ile toprak bilimi ve bitki besleme alanlarındaki özgün araştırma makaleleri ile sınırlı sayıda çağrılı derleme kabul edilmektedir.

### Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayımlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak (International Committee of Medical Journal Editors ve Committee on Publication Ethics) zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğüne hazırlanır.

### Eser Sunumu

Eserler, online sistem ([www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean)) kullanılarak dergiye sunulmalıdır. Esere katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmış "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" eser online sisteme yüklenmelidir. Etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgesi makale gönderilirken sisteme yüklenmelidir.

### Makale Değerlendirme Süreçleri

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

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

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

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

Basıma kabul edilmiş makale basılmadan önce sorumlu yazara son defa kontrol edilmek üzere gönderilir. Sorumlu yazar son kontrolleri yapılan makaleyi 10 gün içinde geri göndermek zorundadır. Yazarların hepsi basılan makalelerine [www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean) adresinden ulaşabilirler.

### MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES'de makale basımı ücretsizdir.

### Makale Hazırlama İlkeleri

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

**1. İlk Sayfa:** Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir.

**2. Makale:** Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında, solunda, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır.

Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) 16 sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Toplam Çizelge ve Şekil sayısı 8'den fazla olmamalıdır.

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

**Öz:** Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir.

**Anahtar Sözcükler:** Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

**Giriş:** Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir. *Makale içinde seksiyon başlıkları:* 'Kaynaklar' seksiyonu hariç hepsi numaralandırılmalıdır. Başlığın ilk harfi büyük diğerleri küçük olmalıdır. Ana başlıklar koyu ve alt başlıklar italik olmalıdır.

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

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

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

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

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

**Kaynaklar:** Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır: Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere "..... bildirilmektedir (Burton 1947).", iki yazarlı eserlere ".... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).", üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise "..... ortaya konmuştur ( Keeve ve ark. 2000)." örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile "... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010)." örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır.

Yazara yapılan atıflar ise “Borton (1947)’a göre ...”, “Sayan ve Karagüzel (2010), ...bildirmektedirler.” ve “Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir.” örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa “... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)” örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

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

**Dergi:**

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

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

**Kitap:**

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

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

**Kitap bölümü:**

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

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

**Yazarı belirtilmeyen kurum yayımları:**

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

**DOI ve internetten alınan bilgi:**

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

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

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

**Tezler:**

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

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

**Tam metin kongre/sempozyum kitabı:**

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

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

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

**Şekiller ve Çizelgeler:**

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

**Birimler:**

Makalelerde SI (Système International d’Units) birim sistemi kullanılmalıdır. **Ondalık ayraç olarak nokta kullanılmalıdır** (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmalıdır (örneğin: 5.6 kg/ha değil, 5.6 kg ha<sup>-1</sup>; 18.9 g/cm<sup>3</sup> değil, 18.9 g cm<sup>-3</sup>; 1.8 µmol/s/m<sup>2</sup> değil, 1.8 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>).

**Kısaltmalar ve Semboller:**

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

**Latince İsimler ve Kimyasallar:**

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

**Formüller:**

Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı, gerektiğinde numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmeli ve eşitlikler mümkün olduğunca tek satıra (çift sütunda 8 cm) sığdırılmalıdır. Yazar(lar)a, web sayfasından ([www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean)) derginin son sayılarını incelemeleri önerilir.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

### Scope

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is a multidisciplinary platform for the related scientific areas of agriculture and life sciences. Therefore, the journal primarily publishes original research articles and accepts a limited number of invited reviews in agricultural biotechnology, agricultural economics, agricultural machinery, animal husbandry, bioenergy, biostatistics and genetics, farm structure and irrigation, field crops, food science and technology, horticulture, landscape and nature conservation, natural resources, plant protection, soil science and plant nutrition.

### General rules

Manuscripts within the scope of MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES can be submitted. The submitted manuscript must be unpublished, must not be simultaneously submitted for publication elsewhere, nor can the copyright be transferred somewhere else. Responsibility for the work published in this journal remains with the author(s). Moreover, the author(s) must comply with the ethical rules of science and scientific publications (International Committee of Medical Journal Editors and Committee on Publication Ethics). The journal is not responsible for these issues. For authors of non-Turkish origin, the Turkish title and abstract of the manuscripts will be translated from English into Turkish by the editorial team of the journal.

### Manuscript submission

The manuscripts should be submitted to the journal by using online system: [www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean). A copy of the "Copyright Transfer Agreement" signed by all authors who contributed to the manuscript should be submitted by the corresponding author. Those manuscripts requiring an Ethics Committee Report should be supplied a copy of the report by the Ethics Committee.

### Review process, proof and publishing

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

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

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

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

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

Before publishing, the proof of the accepted manuscript is sent to the corresponding author for a final check. The corresponding author is expected to return the corrected final proof within 10 days. All authors can access their article on the web page of the journal ([www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean)).

**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is free of charge.**

### Manuscript preparation guidelines

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

**1. The first page:** Should contain the title, names of the author(s) and addresses including the corresponding author's name and full contact details.

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

The manuscript should not be longer than **16** pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables). A total of Tables or Figures should not be more than 8 in the manuscript, and must have the following sections:

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

**Abstract:** The abstract should not exceed 250 words, and it should summarize the objective of the study, the methods employed and the results.

**Keywords:** A maximum of five keywords, directly related to the subject matter and not employed in the title, should be recorded directly below the abstract.

**Introduction:** In this section, the subject of the study should be summarized, previous studies directly related to the study should be evaluated with the current knowledge of the subject, and the issues associated with production of the information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be clearly and explicitly stated. *Section titles within the manuscript:* except for the "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital letters. Main titles should be written in bold and the sub-titles in italics.

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

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

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

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



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

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

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

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

Examples:

**Journal:**

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

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

**Book:**

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

**Book chapter:**

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

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

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

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

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

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

**Theses:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The author (s) is encouraged to visit the web site ([www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean)) to see the latest issue of the journal.



**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES**

e-ISSN 2528-9675

Dergi Web Sayfası: www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean

**Adres:**

Akdeniz Üniversitesi

Ziraat Fakültesi

07058 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2412

Faks: 0 242 310 2479

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

**TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ**

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

İMZALAYINIZ VE ONLİNE SİSTEME YÜKLEYİNİZ.

**MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES**

e-ISSN 2528-9675

Journal web page: [www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean](http://www.dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean)

**Address:**

Faculty of Agriculture  
Akdeniz University  
07058 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2412

Fax: +90 242 310 2479

E-mail: [ziraatdergi@akdeniz.edu.tr](mailto:ziraatdergi@akdeniz.edu.tr)

**COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT**

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

Author(s)	
Article title	

**Corresponding Author's Contact Information**

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**PLEASE SIGN THE FORM AND UPLOAD ONLINE SYSTEM.**