

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



Volume: 33
Number: 3
Year: December 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. Mustafa ERKAN
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

Doç. Dr. Taki KARSLI

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/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

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-ULAKBIM (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

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: **3**

Yıl/Year: Aralık/December **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

Doç. Dr. 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

- Yüksek rakımda yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik ve kalite özellikleri**
Phenology and quality characteristics of table grape cultivars grown in high elevation
H. İ. UZUN, B. KILINÇ..... 303-308
- Farklı mikrobiyal gübrelerin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkileri**
Effects of different microbial fertilizers on rooting of boysenberry cuttings
S. ŞENER, C. N. DURAN..... 309-313
- The effect of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications on mineral contents of grape leaves**
Aminoetoksivinylgisin (AVG) uygulamalarının üzüm yapraklarının mineral içeriğine etkisi
Z. BABALIK..... 315-319
- Patlıcan fidelerine yapılan UV-B ışın uygulamalarının fidelerde bitki besin maddesi içeriğine etkisi**
Effects of UV-B irradiation on plant nutrient contents of eggplant seedlings
S. CANBAY, E. POLAT..... 321-325
- Organik yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinin verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi**
Investigation of yield and quality characteristics of the organically grown Trakya İlkeren grape variety
N. BALBABA..... 327-333

Bitki Koruma/Plant Protection

- Determination of effects of some fungicides used in hazelnut growing areas against *Trichoderma* species**
Fındık üretim alanlarında kullanılan bazı fungusitlerin *Trichoderma* türlerine karşı etkilerinin belirlenmesi
E. YILDIRIM, I. O. OZDEMİR, M. TURKKAN, C. TUNCER, R. KUSHIYEV, I. ERPER..... 335-340
- Amerika domates genetik kaynakları merkezinden temin edilen domates hatlarının *Fusarium* etmenlerine karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi**
Identification of resistance reactions of tomato accessions to *Fusarium* pathogens obtained from American tomato genetics resources center
S. CAN, G. ERBERK, Ö. ÇALIŞ..... 341-346

Gıda Bilimi ve Teknolojisi/ Food Science and Technology

- Arı sütü 10- Hidroksi-2-Dekanoik asit (10-HDA) miktarı ne olmalıdır?**
What should be the amount of 10- Hydroxi-2-Decanoic Acid (10-HDA) in royal jelly?
M. KESKİN, A. ÖZKÖK, F. YAYLACI KARAHALİL, S. KOLAYLI..... 347-350

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics

- Kırşehir ilinde bulunan zirai ilaç bayilerinin mevcut durumu ve sorunlarının değerlendirilmesi**
Evaluation of plant protection products dealers' current situation and their problems in Kırşehir province
H. D. SAĞLAM ALTINKÖY, K. AKAN, A. KAN, A. KORKMAZ..... 351-359
- Türkiye su ürünleri yetiştiricilik politikalarının Avrupa Birliği Ortak Balıkçılık Politikası kapsamında SWOT analizi yöntemiyle değerlendirilmesi**
Evaluating of Turkey aquaculture policy within the scope of the Common Fisheries Policy by SWOT analysis
S. ATAGÜL ÖZTÜRK, S. YILMAZ..... 361-367

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering

RTK GPS alıcısının yön açısı ölçüm doğruluğunun dijital pusula yardımı ile belirlenmesi Determining the heading angle measurement accuracy of RTK GPS receiver by the help of digital compass İ. ÜNAL	369-374
---	---------

Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology

Plant molecular pharming is a promising system for cost-effective production of veterinary vaccines Bitki moleküler üretimli ilaçlar, veteriner aşularının uygun maliyetli üretimi için umut verici bir sistemdir T. MAMEDOV, B. GULEC, G. MAMMADOVA	375-380
--	---------

Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation

Antalya bölgesi sulama şebekelerinin değerlendirilmesi Evaluation of the irrigation schemes in the Antalya region S. KARTAL, H. DEĞİRMENCİ	381-388
Damla sulama uygulamalarının ayçiçeğinin su kullanımı, vejetatif gelişme ve verim parametrelerine etkileri The effects of drip irrigation applications on sunflower water use, vegetative growth and yield parameters B. SALBAŞ, T. ERDEM	389-396
Lizimetre kullanılarak Maraş 18 çeşidi ceviz ağacının su tüketiminin belirlenmesi Determination of water consumption of Maras 18 type walnut tree using lysimeter C. GENÇOĞLAN, S. GENÇOĞLAN, S. USTA	397-403

Tarla Bitkileri/Field Crops

SSR marker analysis of plant height in sweet sorghum [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] Şeker sorgumunda [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] bitki boyunun SSR marker analizi B. GUDEN, E. YOL, C. ERDURMUS, B. UZUN	405-410
--	---------

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition

Stabilize ve kurutulmuş evsel arıtma çamurundan humik asit eldesi ve çim (<i>Lolium Perenne</i> L.) yetiştiriciliğinde kullanımı Obtaining humic acid from stabilized and dried domestic sewage sludge and its utilization in grass (<i>Lolium Perenne</i> L.) growth Ş. ORMAN, H. OK, M. FAHAD, A. ÖZGÜR	411-416
Effect of biochar applications on certain quality parameters and lettuce yield (<i>Lactuca sativa</i> L.) Biochar uygulamalarının marul (<i>Lactuca sativa</i> L.)'un bazı kalite parametreleri ve verimi üzerine etkisi M. M. GALADIMA, A. L. ABDUL AZIZ, E. YILMAZ, I. UZ	417-424
Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (<i>Solanum lycopersicum</i>) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri Effects of chicken manure and fertigation ECs on yield and quality in greenhouse spring tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) cultivation N. ATA, M. KAPLAN	425-431

Zootekni/Animal Science

Polymorphisms in candidate genes associated with egg yield and quality in brown layer pure lines Kahverengi yumurtacı saf tavuk hatlarında yumurta verim ve kalitesi ile ilişkili aday genlerdeki polimorfizmler T. KARSLI, E. DEMİR, H. G. FİDAN, B. ARGUN KARSLI, M. ASLAN, S. AKTAN, S. KAMANLI, K. KARABAĞ, E. Ş. SEMERCİ, M. S. BALCIOĞLU	433-439
Some morphological and physiological characteristics of South Karaman sheep II. Curly pelt and wool features Güney Karaman koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri II. Bukleli post ve yapağı özellikleri D. T. BEBEK, M. KESKİN	441-445
Hakemlere teşekkür/Acknowledgement of reviewers	447
Cilt içeriği/Volume content (Cilt/Vol. 33)	449-453
Yazar dizini/Author index	455



Yüksek rakımda yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik ve kalite özellikleri

Phenology and quality characteristics of table grape cultivars grown in high elevation

H. İbrahim UZUN¹, Bircan KILINÇ²

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. İ. Uzun, e-posta (e-mail): uzun@akdeniz.edu.tr

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 20 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 27 Ekim 2020
Kabul tarihi 27 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Ekoloji
Vinifera
Sofralık üzüm
Yayla bağcılığı

ÖZ

Bu çalışma, 2018 yılında Kahramanmaraş'ın Göksun ilçesinde (bağın rakımı: 1420 m) gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, Kabarcık, Kirkit ve Yalova İncisi sofralık üzüm çeşitleri incelenmiştir. Çeşitlerin fenolojik özelliklerinin yanında, salkım ve tane özellikleri ölçülmüştür. İncelenen çeşitler arasında en erken, Yalova İncisi'nde gerçekleşmiştir (138 gün). Çeşitler nisan sonunda uyanmış ve haziran ortasında çiçeklenmiştir. Yalova İncisi'nin hasat edildiği 5 Eylül 2018 tarihinde tanelerde %18.8 SÇKM ve %0.52 asit tespit edilmiştir. Yerel çeşitlerden Kirkit, ekim ayı başında olgunlaşmıştır. Bu çeşitte %22.8 SÇKM ve %0.56 asitlik belirlenmiş ve olgunluk indisi 34.03 olarak hesaplanmıştır. Fakat Kabarcık bu tarihte tam olarak olgunlaşmamış ve tanelerde %13.1 SÇKM belirlenmiş ve çeşidin bu tarihteki olgunluk indisi 14.24 olarak hesaplanmıştır. Bu zamanda yörede don olaylarının meydana gelmesi nedeniyle, Kabarcık çeşidi erken hasat edilmek zorunda kalmıştır. En büyük salkımlar Kabarcık'ta (583.99 g), en iri taneler ise Yalova İncisi'nde (4.85 g) saptanmıştır. Tane eti sertliği bakımında Kirkit (2.91 N) diğerlerine göre daha sert, tanenin saptan kopma kuvveti ise Kabarcık (1.88 N) çeşidinde daha kuvvetli bulunmuştur. en fazla çekirdek Kabarcık çeşidinde (3.2 adet tane⁻¹) saptanmıştır. İncelenen çeşitlerden Yalova İncisi ve Kirkit'in yöre için uygun olduğu fakat Kabarcık çeşidinin yöre de yetiştiriciliğinin sonbahardaki erken donlar nedeniyle riskli olduğu saptanmıştır. Yörede, diğer erkenci ve çok erkenci üzüm çeşitlerinin adaptasyon çalışmalarının yapılmasında fayda vardır.

ARTICLE INFO

Received 20 February 2020
Received in revised form 27 October 2020
Accepted 27 October 2020

Keywords:

Ecology
Vinifera
Table grape
Highland viticulture

ABSTRACT

This study was carried out in a vineyard located in Göksun town of Kahramanmaraş (elevation: 1420 m) in 2018. Yalova İncisi, Kabarcık and Kirkit grape cultivars were investigated for date of phenological stages and fruit characteristics. Yalova İncisi was the earliest matured cultivar. The shortest period of time from bud-burst to maturing was observed in Yalova İncisi (138 days). Bud-burst happened at the end of April and flowering was observed in mid-June. Clusters of Yalova İncisi were harvested at 18.8% brix and 0.52% acidity on September 5. Kirkit matured in early October at 22.8% brix and 0.67% acidity with maturity index was 34.03. However, Kabarcık was not fully matured at this date and maturity index was measured as 14.24. Because of the occurrence of early frosts in autumn, Kabarcık had to be harvested earlier on the beginning of October. The largest clusters were found in Kabarcık (583.99 g) and the largest berries in Yalova İncisi (4.85 g). In terms of berry firmness, Kirkit (2.91 N) was found to be stronger than the others, and berry detachment force of the berries were found to be strongest in the Kabarcık (1.88 N). The highest number of seeds per berry was measured in Kabarcık (3.2 piece berry⁻¹). Yalova İncisi and Kirkit cultivars were suitable for the region but cultivation of the Kabarcık variety was risky due to early frosts in autumn. It is recommended that adaptation studies of other early and very early grape cultivars should be carried out in that region.

1. Giriş

Ülkemizde yüksek rakımlarda yetiştirilen üzüm çeşitleri hakkında temel bilgiler yok denecek kadar azdır. Ülkemizde yetiştirilen üzümler için son turfanda dönemi olan ekim ayında geçici çeşitlerin yetiştirilmesi, üzümlerin yüksek fiyatla satılması imkanı sağlar.

Asmaların vejetasyon periyodundaki hayat döngüsü; uyanma, çiçeklenme, ben düşme, olgunlaşma ve yaprak dökümü gibi fenolojik safhaları içermektedir (Uzun 2004). Vejetasyon dönemi içerisinde yer alan fenolojik safhalarının başlangıç tarihleri asma çeşitleri arasında farklılık göstermekte ve çeşitlerin sıralaması safhadan safhaya değişebilmektedir. Başka bir deyişle, diğer çeşitlere nazaran daha erken bir tarihte uyanan bir asma çeşidinin diğer çeşitlerden daha erken bir tarihte hasat olgunluğuna erişeceğinin bir göstergesi olarak yorumlamak doğru bir yaklaşım değildir (Gürsöz ve Ergenoğlu 1987).

Karaçalı (2006), % şeker miktarının % asit miktarına oranlanması ile hesaplanan olgunluk indisinin en kullanışlı hasat ölçütü olduğunu belirtmiştir. SÇKM, pH ve asitlik değerlerinin olgunluğun tespit edilmesinde önemli etkenler olduğu, olgunluğun "amaca uygun bir olgunluk indisine" tespit edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Gürsöz ve Ergenoğlu 1987). Hasat olgunluğunun tespit edilmesinde baz alınacak olgunluk indisinin erkenci çeşitlerde 20, orta mevsim çeşitlerde 25, geçici özellik gösteren çeşitlerde ise 30-35 değerlerinde olması yeterli olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca, üzüm çeşitlerinde, SÇKM değerinin erkenci çeşitler için %12-13, diğer çeşitlerde ise %16-17 değerlerinde bulunmasının hasat tarihinin belirlenmesinde yeterli olacağı bildirilmiştir (Karaçalı 2006). Diğer taraftan Uzun ve ark. (1995), sıcaklığın üzümlerin yapısında bulunan asitlerin parçalanmasında etkili olduğunu ve bu olayın sıcak iklim bölgelerinde daha hızlı gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle aynı üzüm çeşidine ait olgunluk indisinin, üzüm yetiştiriciliğinin yapıldığı farklı bölgelerde sıcaklık değişimine bağlı olarak, farklı kuru madde ve asit değerinde olabileceğini bildirmişlerdir. Bir başka deyişle farklı sıcaklık değerlerinde yetiştirilen üzüm çeşidinin % asit değerinin sıcaklıkla ters orantılı olarak değişeceğini bildirmişlerdir. Ayrıca Ağaoglu (2002) tarafından, sürgün gelişiminin çeşit özelliklerine bağlı olarak farklı optimum sıcaklık değerlerine göre değişiklik gösterdiği ve sürgün gelişiminin genel olarak 25-30°C aralığında gerçekleştiği belirtilmiştir. Hava sıcaklığının 15°C'nin altında olması durumunda sürgün gelişimi olumsuz etkilendiği ve sürgün gelişimi için alt sınırın 8°C olarak kabul edildiği ifade edilmiştir.

Yücel (2009), Adana ili Ceyhan ilçesinde 2009 yılında 4 köyde 8 farklı bağ alanında Yalova İncisi, Early Cardinal, Trakya İlkeren çeşitlerinin yöre koşullarında pomolojik ve fenolojik özelliklerini incelemiştir. Yalova İncisi çeşidinin fenolojik safhalarından; gözlerin uyanmasının 10-13 Mart, tam çiçeklenmenin 26 Nisan-2 Mayıs, ben düşmenin 8-15 Haziran, olgunluk 6-13 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştiği saptanmıştır. Meyveyle ilgili analizlerde ise; salkım ağırlığı 338.30-477.67 g, SÇKM %11.67-13.93, asitlik %0.31-0.37 olarak ölçülmüştür.

Aktürk (2017), Antalya ekolojisinde farklı 32 üzüm çeşidinin fenolojik ve meyve özelliklerinin yanı sıra bunların değişik ekolojilere uygunluklarını inceleyen bir çalışma yürütmüştür. Söz konusu çalışmada hasat tarihindeki ölçümlerde Yalova İncisi çeşidinde; SÇKM %12.6, asitlik %0.44, pH 3.64, olgunluk indisini 28.4, ortalama salkım ağırlığı

626.5 g, ortalama salkım eni 15.83 cm, ortalama salkım boyu 18.75 cm olarak belirlenmiştir. Aynı çeşitte 2017 yılında fenolojik safhaların meydana geliş tarihleri; uyanma 22 Mart, tam çiçeklenme 13 Mayıs, ben düşme 08 Haziran, olgunlaşma 07 Temmuz olarak not edilmiştir. Aynı çalışmada Kabarcık çeşidinin hasat tarihinde tanelerdeki; SÇKM %14.6, asitlik %0.55, pH 3.61, olgunluk indisini 26.3 olarak belirlenmiştir. Hasat edilen salkımlarda; salkım ağırlığı 426.65 g, salkım eni 15.33 cm, salkım boyu 18.5 cm olarak ölçülmüştür. Kabarcık çeşidinin fenolojik safhalarından uyanma 12 Mart, tam çiçeklenme 13 Mayıs, ben düşme 2 Temmuz ve olgunlaşma 8 Ağustos tarihlerinde gerçekleşmiştir.

Gazioğlu Şensoy ve Balta (2010), 420A ve 110R anaçları üzerine aşılı Yalova İncisi ve diğer 5 üzüm çeşidinin Van ekolojisine adaptasyonları ile ilgili üç yıllık bir araştırma yürütmüşlerdir. Söz konusu çalışmada, 110R anacına aşılı Yalova İncisi çeşidinin salkım eni 9.33-13.75 cm, salkım boyu 22.00-24.25 cm, tane ağırlığı 5.07-6.31 g, tane eni 21.00-23.30 mm, tane boyu 25.00-27.10 mm, tanedeki çekirdek sayısı 1.40-2.50 adet, pH 3.64-3.70, SÇKM %17.21-16.66, titre edilebilir asitlik %0.41-0.51 aralığında olduğu saptanmıştır. Aynı çeşidin 420A anacına aşılı asmalarında ise; salkım eni 12.00-13.47 cm, salkım boyu 21.00-24.66 cm, tane ağırlığı 4.40-6.21 g, tane eni 18.40-24.80 mm, tane boyu 22.40-28.00 mm, tanedeki çekirdek sayısı 1.35-2.57 adet, pH 3.62-3.71, SÇKM %16.50-18.15, titre edilebilir asitlik %0.49-0.58 aralığında olduğu ölçülmüştür. Asma anaçları kıyaslandığında, 420A'nın 110P'e göre Yalova İncisi çeşidinde daha olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiş ve Van ekolojisinde Yalova İncisi çeşidinin ticari amaçlı yetiştiriciliğinin önerilebileceği belirtilmiştir.

Yalınkılıç (1996) tarafından, Kahramanmaraş bağıcılığı ve üzüm çeşitlerinin fenolojik gelişimleri üzerine ilçeler bazında 33 çeşit üzüm ile yürütülen bir çalışmada; Yalova İncisi, Kabarcık ve Kirkit çeşitlerinin fenolojik gelişim zamanları bildirilmiştir. Göksun ilçesinde Kabarcık çeşidinin 20 Eylül, Kirkit çeşidinin ise 30 Eylül tarihlerinde olgunlaştığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada, yörede bağıcılığın yapıldığı en yüksek rakımlardan biri olan Kahramanmaraş ilinin Göksun ilçesinde (Bağın rakımı: 1420 m) yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin fenolojik özellikleri ile hasat tarihindeki fiziksel ve biyokimyasal meyve özellikleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma, Kahramanmaraş İli, Göksun İlçesi, Kanlıkavak Mahallesi'nde bulunan bir bağ alanında, 2018 yılında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bağ alanının İlçe merkezine uzaklığı yaklaşık olarak 15 km olup, deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1420 m'dir. Bağ, yaklaşık %8 eğimli bir alanda kurulu olup, T şeklinde telli terbiye sistemi ve damlama sulama sistemi mevcuttur. Budama, sulama ve ilaçlama işlemleri çiftçi tarafından yapılmıştır. Bazı asmalarda az da olsa külleme zararı görülmüştür. Fakat salkım örnekleri hastalıklı asmalardan alınmıştır. Bağ, 2016 yılı Mart ve 2017 Nisan ayında (2017 yılında budamadan sonra) soğuktan etkilendi. Üzüm örneklerinin alındığı asmalar 6 yaşındadır. Araştırma materyali olarak, 1103 Paulsen anacı aşılı; Kabarcık, Kirkit ve Yalova İncisi isimli 3 adet sofralık üzüm çeşidi kullanılmıştır. Kabarcık ve Kirkit çeşitleri yerel üzüm

çeşitleridir. Yöredeki daha düşük rakımlı bağlarda yaygın olarak yetiştirilmektedir. Yalova İncisi ise Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme ile elde edilmiş çok erkenci bir çeşittir. Çeşitlerin tümü beyaz renkli ve çekirdekli tanelere sahip olup, sofralık olarak değerlendirilmektedir. Yerel çeşitler yörede tanınmış olması; diğer çeşit ise çok erkenci olması ve çok yüksek rakımda yetiştirme potansiyelinin fazla olabileceği düşüncesiyle seçilmiştir. Çalışma her bir çeşide ait 5 asmada yürütülmüştür.

Araştırmada kullanılan sıcaklık rasatları, Temurağa Mahallesi İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından kurulan ve verilerin düzenli olarak kontrol edildiği Erken Uyarı Sisteminden alınmıştır. Temurağa Mahallesi araştırmanın yürütüldüğü bağ alanına yaklaşık 3 km uzaklıktadır. Kıraç (2016) tarafından ifade edildiği şekilde, 1978-2012 yılları arasında Göksun Meteoroloji Müdürlüğünden alınan rasat verilerine göre, 1978-2010 yılları arasında (2010 yılı dâhil) aylık ortalama hava sıcaklığı; mayıs-ekim döneminde 10°C'nin üstünde ölçülmüştür.

2.2. Yöntemler

2.2.1. Fenolojik safhaların gözlenmesi

Araştırmada; uyanma, tam çiçeklenme, ben düşme ve olgunlaşma safhaları belirlenmiştir. OIV tarafından bildirilen kriterler esas alınarak, 1 Nisan itibarı ile düzenli aralıklarla bağ ziyaret edilmiş olup, yapılan gözlemler sonucu fenolojik safhaların oluş tarihleri kayıt altına alınmıştır (OIV 2001). Ben düşme tarihinden 15 gün sonra belirli aralıklarla asmalardan alınan tane örneklerinden elde edilen şıradan, çeşitlerin olgunluk indisleri takip edilmiş ve hasat tarihleri buna göre belirlenmiştir.

Gözlerde uyanma; yaprak ucunun yeşil renginin tomurcukların %50'sinde görüldüğü tarih olarak belirlenmiştir. Tam çiçeklenme, bir asmadaki çiçeklerin %50'sinin açtığı tarih olarak kayıt edilmiştir. Ben düşme tarihi, bir asmadaki salkımların %50'sinde tanelerin yeşil renginin olgunluk dönemi rengine dönmeye başladığı zaman olarak kabul edilmiştir. Olgunluk; her bir çeşidin olgunluk indisi (%SÇKM %Asit⁻¹) değerinin 25-35 arasındaki bir değere ulaştığı zaman, hasat tarihi olarak kabul edilmiştir (Uzun 2004).

2.2.2. Çeşitlerin pomolojik özellikleri

Salkım ölçümleri, hasattan sonra her bir çeşidi temsil edecek özellikte olan ve her bir asmadan birer adet tesadüfen seçilen toplam 5 adet sağlam ve sağlıklı salkımlarda gerçekleştirilmiştir. Tane özelliklerinin saptanması, salkımların orta kısımlarından 5'er tane olarak tesadüfen alınan toplam 25 adet üzüm tanesinde, OIV ve Cemeroğlu tarafından bildirilen yöntemler esas alınarak yapılmıştır (OIV 2001; Cemeroğlu 2010). Titre edilebilir asit miktarları, titrasyon yöntemiyle NaOH ve fenol fitaleyn kullanılarak; pH analizleri, dijital göstergeli pH metre kullanılarak; SÇKM ölçümleri ise %0-32 Brix okuma aralığına sahip el refraktometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Salkım ağırlığı, çeşidi temsil edecek nitelikteki salkımların hassas terazide tartılmasıyla, her bir çeşit için ayrı ayrı saptanmış ve gram (g) cinsinden belirtilmiştir. Salkım eni ve boyu; şerit cetvel yardımıyla her bir çeşidi temsil eden salkımların eni ve boyu, OIV (2001) tarafından belirtildiği şekilde mm olarak ölçülmüştür. Tane ağırlığı, toplam 25 adet tanenin hassas terazide tartılması ve bunun ortalamasının alınmasıyla belirlenmiş ve g tane⁻¹ olarak verilmiştir. Tane eni ve boyu OIV (2001) tarafından belirtildiği şekilde dijital bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve milimetre (mm) olarak ifade

edilmiştir. Tane hacmi; salkımlardan alınan toplam 25 adet üzüm tanesinin taşıma kabına konulması sonucunda ve kaptan taşan suyun mililitre (ml) cinsinden ölçülmesiyle saptanmıştır. Daha sonra tanenin birim hacmi ml/tane⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Çekirdek sayısı; toplam 25 adet üzüm tanesinin çekirdekleri ayrılıp sayılarak toplam çekirdek sayısı belirlenmiş ve bu toplamın ortalaması alınarak, üzüm tanesi başına çekirdek sayısı adet tane⁻¹ şeklinde belirlenmiştir. Üzüm şırasında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı el refraktometresi yardımıyla % olarak ölçülmüştür. Titre edilebilir asitlik (TEA); Kolorimetrik titrasyon yöntemi kullanılarak, Cemeroğlu (2010) tarafından belirtildiği şekilde, tartarik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır. pH analizi, şıradan dijital pH metre ile ölçülmüştür (Cemeroğlu 2010). Tanenin saptanma kuvveti (SAK); Chatillon marka, 0,05 N hassasiyetli dijital göstergeli dinamometre ile Newton (N) cinsinden ölçülmüştür. Tane eti sertliği (TES); Chatillon marka, dinamometre ile Newton (N) cinsinden ölçülmüştür. Dinamometrenin ucu, ölçüme uygun bir aparat ile modifiye edilmiştir. Tanelerin uç kısmı bisturi ile kabuk kısmının ince bir şekilde kesilmesinden sonra ölçüm yapılmıştır. Ölçümler esnasında dinamometrenin uç kısmı çekirdeklere ulaşmamıştır.

2.2.3. İstatistikî analiz

Deneme, üretici bağında gerçekleştirildiğinden ve kullanılan çeşitlere ait asmaların dikiminin belirli bir deneme desenine göre planlanmamış olması nedeniyle, parametrelere ait veriler, ortalama ve standart sapma değerleri olarak verilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Fenolojik bulgular

Bağda yapılan gözlemlerde, Kirkit ve Yalova İncisi çeşitlerinin 20.04.2018 tarihinde uyandığı görülmüştür. Kabarcık çeşidinde ise uyanma bir gün önce gerçekleşmiştir. Böylece tüm çeşitlerde uyanma safhasının nisan ayının ikinci yarısında meydana geldiği belirlenmiştir. Tam çiçeklenme 14-17 Haziran tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Gözlem yapılan çeşitlerde ben düşme safhasının ağustos ayının ikinci yarısında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ben düşme safhası, ilk olarak Yalova İncisi (15.08.2018) çeşidinde gerçekleşirken, en son Kabarcık (28.08.2018) çeşidinde saptanmıştır. Uyanma safhasından ben düşme safhasına kadar geçen süre; Yalova İncisi çeşidinde 138, Kirkit çeşidinde 168 ve Kabarcık çeşidinde 167 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

İncelenen üzüm çeşitleri içerisinde en erken Kabarcık üzüm çeşidinin gözleri uyanmıştır (19 Nisan). Ancak ertesi gün diğer çeşitlerde de uyanma gerçekleşmiştir. Çeşitler haziran ayı içerisinde çiçeklenmişler ve ağustos ayı ortasından itibaren üzüm tanelerine ben düşmeye başlamıştır. Çeşitlerde ilk olgunlaşma Yalova İncisi çeşidinde 5 Eylül 2018 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu tarihte söz konusu çeşidin olgunluk indisi 36.15 olarak hesaplanmıştır. Daha sonra diğer iki yerel çeşit olgunlaşmaya devam etmiştir. Ancak ekim ayı başında ortaya çıkan don tehlikesi riski nedeniyle bu çeşitler 5 Ekim 2018 tarihinde hasat edilmiştir. Bu tarihte Kirkit çeşidi tam olarak olgunlaşmasına karşın (olgunluk indisi: 34.03), Kabarcık çeşidinde olgunlaşma tam olarak gerçekleşmemiştir (olgunluk indisi: 14.24). Bu durum, son çeşidin tam olarak olgunlaşabilmesi için normal durumlarda biraz daha geç bir tarihte hasat edilmesi gerektiğini işaret etmektedir.

Çeşitler arasında uyanma safhasının ilk başladığı tarih olan 18 Nisan ile olgunlaşma safhasının gerçekleştiği son tarih olan 5 Ekim aralığında Göksun ilçesinde ortalama günlük hava sıcaklığı değeri; en yüksek 25.7°C, en düşük 5.7°C olarak ölçülmüştür. Aynı tarihler arasında maksimum sıcaklık 36.7°C, minimum sıcaklık ise -1.5°C olarak ölçülmüştür.

3.2. Çeşitlere ait bazı pomolojik bulgular

3.2.1. Salkımların bazı kalite özellikleri

İncelenen üzüm çeşitleri içerisinde en büyük salkımlar Kabarcık çeşidinde saptanmıştır (583.99 g salkım⁻¹). Çeşitlerin salkım eni, 9.20-15.17 cm arasında; salkım boyu ise 20.70-21.64 cm arasında değişmiştir (Çizelge 2).

3.2.2. Tanelerde bazı kalite özellikleri

Üzüm tanelerinin büyüklüğüyle ilgili özellikler Çizelge 3'de verilmiştir. Tane eni en yüksek, Yalova İncisi ve Kabarcık çeşitlerinde saptanmıştır (17.30 mm). Tane boyunun en yüksek olduğu üzüm çeşidi ise Yalova İncisi'dir (22.87 mm). Tane ağırlığı ise en yüksek Yalova İncisi çeşidinde saptanmıştır

(4.85 g). Bu durumda en iri taneler Yalova İncisi çeşidinde saptanmıştır.

Üzüm çeşitlerinin tane eti sertliği (TES), tanenin saptanma kuvveti (SAK) ve çekirdek sayısı (ÇS)'na ilişkin veriler Çizelge 4'de sunulmuştur. Kirkit çeşidi tane eti sertliği bakımından diğer çeşitlere göre daha yüksek değere sahip olmuştur (2.91 N). Üzüm tanelerinin saptanma kuvveti en düşük Yalova İncisi (1.29 N) ve en yüksek Kabarcık (1.88 N) çeşidinde tespit edilmiştir. Tanedeki çekirdek sayısı en az Kirkit çeşidinde saptanmıştır (1.42 adet tane⁻¹).

3.2.3. Şıra özellikleri

Çeşitlerde yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek SÇKM %22.8 ile Kirkit çeşidinde, en düşük SÇKM değeri ise %13.1 ile Kabarcık çeşidinde ölçülmüştür. Asitlik değerleri %0.52 (Yalova İncisi) ile %0.92 (Kabarcık) arasında değişmiştir. Çeşitlere ait üzüm sırasının pH değeri; en yüksek %3.55 ile Yalova İncisinde; en düşük ise %3.17 ile Kabarcık çeşidinde saptanmıştır Olgunluk indisi en yüksek 36.15 olarak Yalova İncisi'nde hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 1. Çeşitlere ait 2018 yılı içerisinde kaydedilen fenolojik safha tarihleri ve safhalar arasında geçen gün sayıları.

Table 1. Date of phenological stages and number of days between phenological stages for each cultivar in 2018.

Çeşitler	Fenolojik safha tarihleri				Fenolojik safhalar arasındaki gün sayısı			
	U*	TÇ*	BD*	O*	U*-TÇ*	TÇ*-BD*	BD*-O*	U*-O*
Yalova İncisi	20.04	15.06	15.08	05.09	56	61	21	138
Kirkit	20.04	17.06	23.08	05.10	58	67	43	168
Kabarcık	19.04	14.06	28.08	05.10	54	73	38	167

*U: Uyanma; T.Ç. Tam Çiçeklenme; BD: Ben Düşme; O: Olgunluk

Çizelge 2. Çeşitlere ait salkımların fiziksel özellikleri.

Table 2. Cluster characteristics of grape cultivars.

Çeşitler	Salkım ağırlığı (g salkım ⁻¹)	Salkım eni (cm)	Salkım boyu (cm)	Salkım şekli
Yalova İncisi	333.97±49.15	9.20±1.35	20.70±1.20	Konik
Kirkit	422.40±150.87	13.30±3.17	21.40±2.04	Konik
Kabarcık	583.99±30.34	15.17±1.89	20.83±1.61	Konik

Çizelge 3. Üzüm tanelerinin bazı fiziksel özellikleri.

Table 3. Physical characteristics of grape berries.

Çeşitler	Tane eni (mm)	Tane boyu (mm)	Tane ağırlığı (g tane ⁻¹)	Tane hacmi (ml tane ⁻¹)
Yalova İncisi	17.30±1.74	22.87±2.18	4.85±1.07	4.4
Kirkit	15.93±0.74	19.99±0.93	3.23±0.46	2.8
Kabarcık	17.30±1.03	18.17±1.19	3.21±0.60	3.6

Çizelge 4. Üzüm tanelerine ait bazı kalite özellikleri.

Table 4. Quality characteristics of grape berries.

Çeşitler	TES (N)	SAK (N)	ÇS (Adet tane ⁻¹)
Yalova İncisi	2.10±0.43	1.29±0.57	2.08±0.76
Kirkit	2.91±0.49	1.83±0.46	1.42±0.58
Kabarcık	1.66±0.39	1.88±0.71	2.64±0.86

Çizelge 5. Üzüm şıralarının hasat tarihindeki bazı biyokimyasal özellikleri.

Table 5. Biochemical characteristics of grape juices at harvest date.

Çeşitler	SÇKM (%)	pH (%)	Asitlik (%)	Olgunluk İndisi
Yalova İncisi	18.8	3.55	0.52	36.15
Kirkit	22.8	3.45	0.67	34.03
Kabarcık	13.1	3.17	0.92	14.24

4. Tartışma ve Sonuç

Üzümlerin son olarak hasat edildiği 5 Ekim 2018 tarihinde Kirkit çeşidinin olgunluk indisi 30'un üzerinde olarak tam olgunlaşmasına karşın, Kabarcık çeşidinde olgunluk indisinin 14.24'de kaldığı görülmüştür. Bu değer, sofralık üzümler için kabul edilen minimum olgunluk indisi değeri olan 20'nin altındadır (Karaçalı 2006). Oysa bu tarihte Kirkit çeşidi söz konusu minimum değerinin üstünde olgunluk indisi değeri göstermiş ve olgunlaşmış kabul edilmiştir. Buna karşılık, Kabarcık çeşidine ait salkımların henüz tam olarak olgunlaşmadığı kararına varılmıştır. Ekim ayı başında gece oluşan beklenmedik sonbahar erken don olayları nedeniyle Kabarcık çeşidi henüz tam olgunlaşmadan erken hasat edilmek zorunda kalmıştır. Ekim ayının ilk haftası; yerel çeşitlerden Kirkit çeşidinin olgunluk indisi açısından hasat edilmeye uygun bir tarih olmasına karşın; Kabarcık çeşidi için erken bir tarihtir. Kabarcık çeşidinin hasadı için daha ileri tarihleri beklemek gerekir. Ancak bu durumda don riski de artacaktır. Bu gözlemler, Kabarcık çeşidinin ekim ayında oluşacak erken sonbahar donları nedeniyle Göksun için riskli olduğu, bunun yerine daha erken olgunlaşabilecek çok erkenci veya erkenci üzüm çeşitlerinin yörede tercih edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Yalova İncisi esas alınarak bu çeşidin başka yörelerdeki performansının Göksun'daki verileri ile karşılaştırıldığında bazı açılardan önemli farklılıklar görülmüştür. Aktürk (2017) tarafından, Antalya'da Yalova İncisi için elde edilen veriler, Göksun'da elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında; salkım ağırlığı Antalya'da 626 g saptanmasına karşın Göksun da 333.97 g; tane ağırlığı Antalya'da 5.46 g olmasına karşın, Göksun'da 4.85 g olarak tespit edilmiştir. Bu durum, Göksun'daki bağ külleme hastalığından kısmen etkilenmiş olmasına karşın; Antalya'daki bağım düzenli sulama ve gübreleme koşullarında; T terbiye sisteminde ve hastaliksız bir şekilde daha iyi bakım koşullarında yetiştirilmiş olmasına yorumlanabilir. Bu çalışmada Yalova İncisi'nin, salkım ve tane ağırlığı konusunda elde edilen veriler, Gazioğlu Şensoy ve Balta (2010) ile Yücel (2009) tarafından elde edilen veriler ile büyük oranda uyumludur. Aynı çeşit ile yapılan başka çalışmalarda elde edilen veriler arasındaki farklılıkların, ekolojilerin değişik olmasının yanı sıra, esas olarak yetiştirme koşullarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çeşitlerin ekolojilere göre elde edilen verilerin karşılaştırılması yapılırken yetiştirme koşullarının da dikkate alınması gerekir. Göksun ilçesinde eylül ayında Yalova İncisi çeşidinin %18.8'lik SÇKM değerine ulaşması, diğer erkenci çeşitlerin de bu bölgede rahatlıkla yetiştirilebileceğinin bir kanıtıdır. Bu durum, Yalova İncisi'nin yanısıra, diğer çok erkenci uygun çeşitlerin seçilmesi durumunda; erken don riski olmasına karşın, söz konusu rakımdaki yerlerin güneşlenme ve sıcaklıklar açısından son turfanda bağcılık potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, daha önce Yalınkılıç (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, Göksun ilçesinde Kabarcığın 20 Eylül, Kirkit'in 30 Eylül tarihinde hasat edildiği belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada rakım ve analiz yöntemi tam olarak belirtilmediği için verilerle ihtiyatla yaklaşmak gerekmektedir. Ayrıca, Kabarcığın Kirkit'e göre 10 gün daha erken olgunlaşması da bu çalışma ile uyumlu değildir. İklimsel değişimden dolayı yıllara göre çeşitlerin olgunlaşma zamanlarında tarih bakımından farklılıklar olabilmesine karşın, çeşitlerin bu iklimsel değişime benzer tepki göstermesi ve çeşitlerin olgunlaşma sıralamasının pek değişmemesi gerekir.

Sonuç olarak, Göksun yöresinde yetiştirilen Kirkit yerel çeşidine ek olarak, Yalova İncisi gibi yeni erkenci üzüm çeşitlerinin başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği saptanmıştır. Kabarcık çeşidinin yetiştiriciliği, yörede ekim ayı başında oluşan don olayları nedeniyle risklidir. Yalova İncisi gibi erkenci bir çeşidin yüksek bir rakımda başarılı sonuçlar vermesi son turfanda bağcılık açısından yörede diğer erkenci çeşitler ile bağ tesis edilerek erkenci çeşitlerin yöreye adaptasyonlarının incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu açıdan, yörede Early Sweet gibi çok erkenci, Trakya İlkeren, Prima, Victoria, Black Magic, Superior Seedless gibi diğer çok erkenci çeşitler ile bağ kurulmasında yarar vardır. Yeni seçilecek çeşitler arasında, çekirdekli veya çekirdeksiz; siyah veya beyaz taneli gibi olanlar seçilerek ve değişik çeşit kombinasyonları uygulanarak, tüketicilerin farklı üzüm tercihleri de karşılanabilir. Ayrıca, yüksek rakımlı yörelerde, erkenci çeşitlerin de kendi arasında kombinasyonu ile çeşit bazında üretim planlaması yapılarak yöre çiftçisine alternatif bir geçim kaynağı sunulabilir.

Teşekkür

Bu projenin gerçekleştirilmesine parasal katkı sağlayan Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje no: FYL-2018-2473) ile üzüm analizlerinin yapılmasında katkı sağlayan Burak Aktürk'e ve Göksun ilçesinde bağcılık yapan Oktay Ayar'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (2002) Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık, Cilt II, Asma Fizyolojisi (I). Kavaklıdere Eğitim Yayınları No: 5, Ankara, s. 445.
- Aktürk B (2017) Bazı üzüm çeşitlerinin Antalya ekolojisindeki fenolojik safha tarihleri, etkili sıcaklık toplamları ve yörelere uygunlukları üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, s. 62.
- Cemeroğlu B (2010) Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları No:34, Ankara, s. 657.
- Gazioğlu Şensoy R, Balta F (2010) Bazı üzüm çeşitlerinin Van ekolojik şartlarına adaptasyonu. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 20(3): 159-170.
- Gürsöz S, Ergenoğlu F (1987) Adana koşullarında yetiştirilen 16 üzüm çeşidinin bazı fenolojik ve kimyasal değerleri üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 1(2): 29-38.
- Karaçalı İ (2006) Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. 5. Baskı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir, s. 481.
- Kıraç AM (2016) Kısıntılı ve kısmi kök kuruluşu sulama tekniklerine MM 106 anaçlı "Red Chief" elma çeşidinin tepkilerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- OIV (2001) 2nd Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and vitis species. Paris, pp. 232.
- Uzun Hİ, Barış C, Gürnil K, Özışık S (1995) Bazı yeni üzüm çeşitlerinin Antalya koşullarına adaptasyonu üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8: 65-80.
- Uzun Hİ (2004) Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık, s. 156.

Yalınkılıç A (1996) Kahramanmaraş ili bağcılığı, üzüm çeşitlerinin fenolojik gelişimleri ve ümitvar görülen bazılarında göz verimliliklerinin saptanması üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, s. 23.

Yücel E (2009) Ceyhan ilçesi bağ alanlarının uzaktan algılama sistemleri kullanılarak saptanması ve üzüm çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, s. 66.



Farklı mikrobiyal gübrelerin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkileri

Effects of different microbial fertilizers on rooting of boysenberry cuttings

Sevinç ŞENER¹, Canan Nilay DURAN²

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Şener, e-posta (e-mail): ssener@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): cananilay07@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 16 Ekim 2020
Kabul tarihi 20 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Bacillus subtilis
Köklenme
Lactobacillus spp.
Trichoderma harzianum

ÖZ

Böğürtlen antioksidanlar ve bazı pigmentler bakımından zengin olması sebebiyle insan sağlığı açısından öneme sahip, farklı şekillerde değerlendirilebilen, ekonomik değeri yüksek bir meyve türüdür. Ticari böğürtlen yetiştiriciliğinde çeliklerinin köklendirilmesinde genellikle sentetik hormonlar kullanılmakta ve organik tarımda kullanılabilecek alternatif preparatların araştırılması önem arz etmektedir. Bu çalışma farklı mikrobiyal gübrelerin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkisinin araştırılması amacıyla, köklendirme için uygun koşulların sağlandığı sisleme serasında yürütülmüştür. Deneme deseni tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada bitkisel materyal olarak boysenberry (*Rubus loganbaccus* × *Rubus baileyanus* Britt) çelikleri kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca ticari firmalardan temin edilen SimBacil (%2, %4, %8), SimDerma (5 g, 10 g, 20 g), OrgaStar (%2, %4, %8) isimli preparatların 3 farklı dozu ve kontrol uygulaması yer almıştır. Deneme boyunca çeliklerde haftalık olarak yaprak sayısı (adet), gövde çapı (mm) ve sürgün uzunluğu (cm) ölçümleri kaydedilmiş, deneme sonunda ise köklenen çeliklerde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), ve kök ağırlığı (g) ölçümleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, mikrobiyal gübrelerin çeliklerinin köklenmesi üzerine kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde etki ettiği tayin edilmiştir. Deneme neticesinde, en yüksek ortalama kök uzunluğu 19.47 cm ile %8 SimBacil uygulamasında, kök ağırlığı 18.42 g ile %4 OrgaStar uygulamasında, kök sayısı ise 16.00 ile 20 g SimDerma uygulamasında belirlenmiştir. Çalışma neticesinde organik sertifikalı gübrelerin böğürtlen çeliklerinin köklendirilmesinde kullanılabileceği önerilmektedir.

ARTICLE INFO

Received 11 March 2020
Received in revised form 16 October 2020
Accepted 20 October 2020

Keywords:

Bacillus subtilis
Rooting
Lactobacillus spp.
Trichoderma harzianum

ABSTRACT

Blackberry is a kind of fruit that can be evaluated in different ways and important for human health because of antioxidants and pigments content. Synthetic hormones are generally used for rooting in commercial blackberry cultivation and it is important to investigate alternative preparations that can be used in organic farming. This study was carried out in the greenhouse where a mist propagation and suitable conditions for rooting were provided, to investigate the effect of different microbial fertilizers on rooting of boysenberry cuttings. The experiment was established in randomized plots experimental design with 4 replications. In the study, cuttings of boysenberry (*Rubus loganbaccus* × *Rubus baileyanus* Britt) were used as plant material. In the study, control application and 3 different doses of preparations named SimBacil (2%, 4%, 8%), SimDerma (5 g, 10 g, 20 g), OrgaStar (2%, 4%, 8%), obtained from commercial companies were used. Number of leaves, stem diameter and length of the cuttings were recorded weekly, root number, root length and root weight measurements were determined at the end of the experiment. At the end of the study, it was determined that microbial fertilizers had a significant effect on the rooting of blackberry cuttings compared to control application. As a result, the highest average root length determined in 8% SimBacil (19.47 cm), root weight was determined in 4% OrgaStar (18.42 g) and root number was determined in 20 g SimDerma (16.00 number/plant) application. As a result, it is suggested that organic certified fertilizers can be used in rooting blackberry cuttings.

1. Giriş

Rubus cinsi yaklaşık 740 tür ile, bitkiler aleminde en fazla türe sahip olan cinslerden birisidir (Gu ve ark. 1993). Böğürtlen *Rosaceae* familyasının, *Rubus* cinsinin *Eubatus* alt cinsine girmekte ve *Rubus fruticosus*, *Rubus discolor* ve *Rubus laciniatus* türleri bulunmaktadır (Aydın 2008; Karakoç 2011). Çalimsı, dik, yarı dik veya sürünücü formlarda ve çoğu çeşidi dikenli olabilen böğürtlen hem lezzetli meyvelere sahip olması hem de zengin besin içeriği sebebiyle birçok ülkede ticari olarak yetiştirilmektedir (Kefayeti ve ark. 2019). Anavatanı Güney, Batı ve Orta Avrupa olan böğürtlenin kültür çeşitlerinin birçoğu Amerika ve Avrupa'da yabancı olarak yayılım göstermektedir (Jennings ve ark. 1990; Hummer ve Janick 2007). Son yıllarda insan sağlığı ile beslenme arasındaki ilişkiler üzerinde sıkça durulmakta ve taze meyve sebze tüketiminin önemi vurgulanmaktadır. Taze ve işlenmiş olarak farklı şekillerde tüketim olanağı bulunan, vitamin, lif, antioksidanlar ve fenolikler bakımından zengin olan böğürtlen beslenme ve insan sağlığı açısından önem taşımaktadır (Siriwoham ve ark. 2004; Srivastava 2009). Böğürtlen günlük diyetinde tüketilmesi önerilen (*Diaconeasa* ve ark. 2014), dünyada önemli miktarlarda üretilen (Strik ve ark. 2008) bir meyve türüdür. Türkiye, *Rubus* türleri açısından zengin genetik kaynaklara sahip olmasına rağmen, ülkemizde böğürtlen yetiştiriciliği açısından istenilen ticari potansiyele ulaşılamamıştır (Kurt ve ark. 2003). İlk olarak 1960'lı yıllarda başlamış olan böğürtlenle ilgili adaptasyon çalışmaları, gerek böğürtlen meyvesinin içerdiği biyoaktif bileşikler ve bunların insan sağlığı açısından faydaları nedeniyle, gerekse farklı tüketim olanaklarının yaratmış olduğu ekonomik avantajlar sebebiyle hız kazanmıştır (Fidan ve ark. 1975; Ağaoğlu 1986; Okay 1998; Akbulut ve ark. 2003; Cangı ve İslam 2003; Kurt ve ark. 2003; Balcı ve Keleş 2019). Günümüzde dünyanın en değerli ticari meyvelerinden biri haline gelen bu bitkinin ülkemizde de üretimi ve tüketimi yıldan yıla artmaktadır (Akin ve ark. 2016). Türkiye'de 2807 da alanda yaklaşık 2540 ton böğürtlen üretimi yapılmakta olup, üretimin %82'si Doğu Marmara Bölgesinde yapılmaktadır (TÜİK 2020). Birçok meyve türünde olduğu gibi böğürtlen de üretim değerlerinin artması sağlıklı ve kolay elde edilebilen fidanların üretimi ile yakından ilişkilidir. Sürgünleri tek bir kökten oluşan böğürtlenler, genellikle vejetatif olarak çelikle çoğaltılmaktadır. Çelikle çoğaltmada başarı, köklenmenin genetik potansiyeli, ana bitkinin fizyolojik koşulları, çeliklerin alınma sezonu, hormonal denge, sıcaklık, ışık ve nem gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir (Soundy ve ark. 2008). Kök sistemi oluşturarak yeni bir bitki elde edilmeye çalışılan çelikle çoğaltma yönteminde, kök oluşumu oksin, etilen, sitokin, indole butrik asit (IBA), indole asetik asit (IAA) gibi bitkisel hormonların varlığından ve düzeyinden etkilenebilmektedir. Bunun yanı sıra besin elementleri de yeni kök oluşumu üzerine etki edebilmektedir (Hartman ve Kester 1974; Geneve ve Heuser 1983; Yıldız 2001). Meyve çeliklerinin köklendirilmesi amacıyla genellikle köklenme etkisi sürekli olan IBA yoğun (1000-8000 ppm) veya seyreltik (10-250 ppm) dozlarda kullanılabilir (Zenginbal ve ark. 2006). Vejetatif çoğaltmada çeliklerin köklenme oranlarının istenilen seviyede olmaması ve geniş alan gereksinimi gibi sorunlar yaşanabilmektedir (Najaf-Abadi ve Hamidoghli 2009). Çelikle çoğaltma yöntemi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, genellikle hormon uygulamasının kullanıldığı göze çarpmaktadır (Cooper 1936; McGuire ve Sorensen 1966; Edizer 2011; Campagnolo ve Pio 2012; Öztürk ve ark. 2016; Saraçoğlu ve ark. 2016; Debner ve ark. 2019). Günümüzde üretim ve tüketim değerleri hızla artan organik tarım (Greene

2018) gibi sentetik kimyasalların kullanılmadığı bitkisel üretim metotlarında kullanılacak alternatif materyallerin ve yöntemlerin araştırılması önem arz etmektedir. Ülkemizin birçok bölgesi böğürtlen yetiştiriciliği için uygun ekolojik koşullara sahip olmasına rağmen bu konuda yapılan çalışmalar literatürde hayli sınırlı sayıda yer almaktadır. Bu sebeple bu çalışma, organik sertifikalı 3 farklı mikrobiyal bitki büyüme düzenleyicisinin ve bunların 3 farklı dozunun (SimBacil; %2-%4-%8, SimDerma; 5 g-10 g-20 g, OrgaStar; %2-%4-%8) boysenberry çeliklerinin köklenme başarıları üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, bazı organik sertifikalı bitki büyüme düzenleyicilerinin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerindeki etkisini gözlemlemek için planlanmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak boysenberry (*Rubus loganbaccus* × *Rubus baileyanus* Britt) çelikleri kullanılırken, mikrobiyal gübre olarak ticari firmalardan temin edilen, 'SimBacil', 'SimDerma' ve 'OrgaStar' isimli preparatlar kullanılmıştır. SimBacil içeriğinde canlı *Bacillus subtilis* kültürünün yer aldığı üretici firma tarafından beyan edilmektedir. SimDerma ise doğal bir *Trichoderma harzianum* izolatu içeren mikrobiyal bir gübredir. OrgaStar isimli preparat ise, üretici firma tarafından çeşitli katı organik maddelerin fermentasyonu sonucu oluşan, organik madde, humik-fulvik asit ve yararlı bakterileri içeren mikrobiyal gübre olarak tanımlanmaktadır.

Araştırma 2018-2019 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama Arazisinde bulunan sisleme sistemine sahip çoğaltma ünitesinde, perlit ortamında yürütülmüştür. Çalışmada SimBacil (%2, %4, %8), SimDerma (5 g, 10g, 20 g) ve OrgaStar (%2, %4, %8) preparatlarının 3 farklı dozları ve kontrol uygulaması yer almıştır. Deneme deseni tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, her tekrarda 10 çelik kullanılmıştır. Bu amaçla, 400 adet çelik farklı uygulamalara tabi tutulduktan sonra sisleme ünitesinde 4 hafta süreyle köklendirme amacıyla bekletilmiştir. SimBacil, SimDerma ve OrgaStar preparatlarının belirtilen dozlarda hazırlanan solüsyonlarında ilkbahar taze çelikleri 5 dk süre ile bekletilmiştir (Aşan 2017). Kontrol uygulamasında çelikler 5dk süreyle saf suya daldırılmıştır. Uygulamaların etkinliğinin belirlenmesi amacıyla deneme boyunca çeliklerde haftalık olarak yaprak sayısı (adet), gövde çapı (mm) ve sürgün uzunluğu (cm) ölçümleri kaydedilmiş, deneme sonunda ise köklenen çeliklerde yaprak sayısı (adet), kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), sürgün uzunluğu (cm), gövde çapı (mm) ve kök ağırlığı (g) ölçümleri yapılmıştır.

Elde edilen veriler SPSS (23.0) paket programında istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuş, uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda mikrobiyal gübre uygulamaları arasında istatistiksel anlamda önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Farklı mikrobiyal preparatların boysenberry çeliklerinin sürgün gelişimi üzerine olan etkileri Çizelge 1'de yer almaktadır. Sürgün çapı açısından farklı uygulamaların ve dozların önemli bir etkisinin olmadığı bununla birlikte en yüksek ortalama sürgün çapının SimDerma uygulamasının 10 g

dozunda (5.81 mm), en düşük ise kontrol uygulamasında (3.75 mm) tespit edildiği Çizelge 1’de görülmektedir. Sürgün uzunluğu bakımından ise en yüksek ortalama değerler SimDerma Uygulamasının 20 g dozu (27.13 cm) ile OrgaStar uygulamasının %4 uygulama dozunda (27.00 cm) tayin edilmiştir. Uygulamaların yaprak sayısı üzerine etkileri değerlendirildiğinde ise en yüksek sonucun OrgaStar uygulamasının %4 uygulama dozunda (11.00 adet) belirlendiği görülmektedir. Bağçevli (2010) da benzer şekilde, Bioplin, Bioone, Endo Roots ve Vitormone isimli mikrobiyal içerikli ticari preparatlarının, asma çeliklerinin kök gelişimini ve bu çeliklerden elde edilen fidan gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Güneş (2015), 2 yaşlı Syrah/110R üzüm çeşidi fidanlarına farklı dozlarda *Trichoderma harzianum* 4 doz (5g l⁻¹, 10 g l⁻¹, 20 g l⁻¹, 0 g l⁻¹) ve *Bacillus subtilis* 4 doz (%2, %4, %8, %0) uyguladığı çalışma sonunda, *Trichoderma harzianum*’ un 20 g l⁻¹ lik dozu ve *Bacillus subtilis*’ in %8’ lik dozunun, bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde olumlu etkiler yaptığını bildirmiştir. Sonuç olarak mikrobiyal gübre uygulamalarının tüm dozlarının, kontrol parsellerine göre sürgün gelişimi parametreleri üzerine pozitif yönde katkı sağladığı kaydedilmiştir.

Boysenberry çeliklerinin farklı uygulamalardaki kök uzunluğu, kök ağırlığı ve kök sayısı verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de sunulan veriler incelendiğinde tüm uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli düzeyde farklılıkların (P<0.05) tayin edildiği görülmektedir. En yüksek

ortalama kök uzunluğu 19.47 cm ile SimBacil uygulamasının %8’lik dozunda tespit edilirken, en yüksek ortalama kök ağırlığı OrgaStar uygulamasının %4’lük dozunda (18.42 g) belirlenmiştir. Kök sayısı bakımından ise en yüksek ortalama değer SimDerma preparatının 20 g uygulama dozunda (16 adet) tespit edilmiştir. Kınık ve Çelikel (2017) yapmış oldukları çalışmada *Rosa canina* L. çeliklerinin köklenmesi üzerine 10 farklı rizobakterinin (bitki gelişimini düzenleyen) ve IBA’nın (1000 ppm) etkisini araştırmış, çalışma sonunda bakteri uygulamalarının köklenme oranı dışında, köklenme kalitesini (kök yumağı eni, kök boyu ve ana kök sayısı) artırdığını bildirmiştir. Bir diğer çalışmada ise Güler ve ark. (2017) Gemlik zeytin çeşidinin yarı odun çeliklerinin köklendirilmesi üzerine 1 ml l⁻¹ Gabiokat uygulamalarının etkisi araştırmış ve çalışma sonunda Gabiokat uygulamasının kontrole göre köklenme oranını önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Öztürk ve ark. (2016), Jumbo böğürtlen çeşidine ait çeliklerin köklenmesi üzerine IBA’nın farklı dozlarının (0, 1000, 2000 ve 3000 ppm) etkisini araştırmışlar ve en yüksek köklenme oranını 1000 ppm alt-üst IBA uygulamasında tayin etmişlerdir. Bitki çeliklerinin köklenmesinde ki başarının, köklendirmeyi teşvik etmek için kullanılan materyalin yanı sıra çelik alma zamanı ve yetiştirme koşulları farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar yüksek yoğunluktaki bazal uygulamaların çeliklere zarar verebileceğini bildirmektelerdir (Cooper 1936).

Çizelge 1. Farklı uygulamaların boysenberry çeliklerinin sürgün gelişimi üzerine etkileri.

Table 1. Effects of different applications on shoot development of boysenberry cuttings.

Uygulamalar	Uygulama Dozu	Sürgün Uzunluğu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Sürgün Çapı (mm)
Kontrol	%0	24.72 abc	5.80 b	3.75
	%2	18.38 bcd*	8.33 ab	4.71
SimBacil	%4	25.10 ab	7.50 ab	4.85
	%8	21.45 abcd	9.75 ab	5.63
SimDerma	5 g	19.23 bcd	9.25 ab	4.18
	10 g	16.57 d	6.67 b	5.81
	20 g	27.13 a	7.33 ab	5.25
OrgaStar	%2	18.10 cd	9.50 ab	5.45
	%4	27.00 a	11.00 a	5.46
	%8	21.25 abcd	8.10 ab	5.31

*:Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.05 önem seviyesinde önemli değildir.

Çizelge 2. Farklı uygulamaların boysenberry çeliklerinin kök gelişimi üzerine etkileri.

Table 2. Effects of different applications on root development of boysenberry cuttings.

Uygulamalar	Uygulama Dozu	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Ağırlığı (g)	Kök Sayısı (adet)
Kontrol	%0	10.00 b	2.25 c	8.00 ab
	%2	17.55 ab*	5.66 bc	12.00 ab
SimBacil	%4	14.80 ab	6.3 bc	11.88 ab
	%8	19.47 a	12.02 b	11.25 ab
SimDerma	5 g	14.50 ab	3.63 c	6.66 b
	10 g	15.17 ab	2.64 c	10.00 ab
	20 g	13.67 ab	8.81 bc	16.00 a
OrgaStar	%2	15.25 ab	4.73 c	7.00 b
	%4	15.95 ab	18.42 a	10.40 ab
	%8	14.60 ab	2.78 c	8.80 ab

*:Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar P<0.05 önem seviyesinde önemli değildir.

4. Sonuç

Organik sertifikalı 3 mikrobiyal gübrelerin ve bunların farklı dozlarının (SimBacil, SimDerma, OrgaStar), boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışma sonunda, çeliklerin büyüme ve gelişme parametreleri (yaprak sayısı, gövde çapı ve sürgün uzunluğu) ortalama değerleri ile kök parametreleri (kök sayısı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı) ortalama değerlerinin uygulamalara ve dozlara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte böğürtlen çeliklerinin köklendirilmesinde mikrobiyal gübre kullanımının sentetik hormon kullanımına alternatif olabileceği düşünülmektedir. Araştırma bulgularının değerlendirilmesi neticesinde böğürtlen çeliklerinin köklendirilmesinde SimBacil preparatı için %8, SimDerma için 20 g ve OrgaStar preparatı için %4'lük uygulama dozları tavsiye edilmiştir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (1986) Üzümsü Meyveler. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Akbulut M, Kaplan N, Macit İ, Özdemir C (2003) Samsun Çarşamba Ovası Koşullarına uygun böğürtlen çeşitlerinin belirlenmesi. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu. Ordu, Türkiye. s. 357-360.
- Akın M, Eydurana SP, Ercisli S, Kapchina-Toteva V, Eydurana E (2016) Phytochemical profiles of wild blackberries, black and white mulberries from southern Bulgaria. Biotechnology Biotechnological Equipment 30: 899-906.
- Aşan H (2017) Asma fidanı üretiminde aşılı çeliklere biyo-ajan uygulamalarının aşıda başarı oranı, fidan randımanı ve kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aydın E (2008) Bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin Trabzon (Hayrat) ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Bağçevli A (2010) Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde köklenme ve bitki gelişimi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Balcı G, Keles H (2019) Bazı böğürtlen çeşitlerinin Yozgat ekolojisinde adaptasyonu yeteneklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 45-52.
- Campagnolo MA, Pio R (2012) Rooting of stems and root cutting of blackberry cultivars collected in different times, cold storage and treatment with IBA. Ciência Rural 42: 232-237.
- Cangi R, İslam A (2003) Bazı ahududu çeşitlerinin Ordu yöresine adaptasyonu (2000-2002 Gözlem Sonuçları). Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu. Ordu, Türkiye, s. 344-347.
- Cooper WC (1936) Transport of Root-Forming Hormone in Woodycuttings. Plant Physiology 11: 779-793.
- Debner AR, Hatterman-Valenti H, Takeda F (2019) Blackberry propagation limitations when using florican cuttings. HortTechnology 29: 276-282.
- Diaconeasa Z, Florica R, Rugmă D, Lucian C, Socaciu C (2014) HPLC/PDA-ESI/MS identification of phenolic acids, flavonol glycosides and antioxidant potential in blueberry, blackberry, raspberries and cranberries. Journal of Food and Nutrition Research 2: 781-785.
- Edizer AS (2011) Jumbo böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) çeşidinde vejetatif çoğaltma potansiyelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Fidan Y, Ağaoğlu, S, Çelik H (1975) Ankara şartlarında yetiştirilen muhtelif ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin bazı özelliklerinin tespiti

üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25: 905-917.

- Geneve RL, Heuzer CV (1983) The relationship between ethephon and auxin on adventitious root initiation in cuttings of *Vigna radiata* L. Journal of the American Society for Horticultural Science 108: 330-333.
- Greene C, Hitaj C, Bowman M, Cooke B, Ferreira G, Carlson A, McBride W (2018) The Outlook for Organic Agriculture. No. 2072-2018-3278, United States Department of Agriculture, USA.
- Gu Y, Li WL, Jin W, Zhao CM (1993) Evaluation of *Rubus* germplasm resources in China. Acta Horticulturae 352: 317-324.
- Güler Z, Özkaya MT, Dousti S (2017) Gemlik zeytin çeşidinin yarı odun çeliklerinin köklendirilmesi. Zeytin Bilimi 7: 1-4.
- Güneş N (2015) Organik bağcılıkta syrah üzüm çeşidi fidanlarına farklı dozlarda uygulanan *Trichoderma harzianum* ve *Bacillus subtilis*' in tutma ve gelişme üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Hartman HT, Kester DE (1974) (Çevirenler: N. Kaşka, M. Yılmaz). Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Hummer KE, Janick J (2006) Rubus iconography: Antiquity to the Renaissance. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: Global Horticulture: Diversity and Harmony, an Introduction to IHC2006 759. pp. 89-106.
- Jennings DL, Daubeny HA, Moore JN (1990) Blackberries and raspberries (*Rubus*). Acta Horticulturae 290: 331-389.
- Karakoç D (2011) Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi doğal florasındaki böğürtlen genotipleri arasındaki biyoçeşitliliğin moleküler belirteçlerle saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Kefayeti S, Kafkas E, Ercisli S (2019) Micropropagation of 'Chester thornless' blackberry cultivar using axillary bud explants. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 47: 162-168.
- Kımk E, Çelikel FG (2017) Effects of plant growth promoting bacteria and auxin on cutting propagation of *rosa canina* L. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 5: 1714-1719.
- Kurt H, Turan A, Ruşen M (2003) Bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin giresun ekolojik koşullarına adaptasyonu. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu. Ordu, Türkiye, s. 365-371.
- McGuire JJ, Sorensen DC (1966) Effect of terminal applications of IBA on rooting of woody ornamental plants. Proceedings of the International Plant Propagator's Society 16: 257-260.
- Najaf-Abadi AJ, Hamidoghli Y (2009) Micropropagation of thornless trailing blackberry (*Rubus* sp.) by axillary bud explants. Australian Journal of Crop Science 3: 191-194.
- Okay AN (1998) Doğu Karadeniz Bölgesinde ahududu ve böğürtlen tarımı. Doğu Karadeniz Bölgesi Tarımsal ve Sosyo-ekonomik Problemlerinin Çözümleri Sempozyum ve Paneli. Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayınları.
- Öztürk ES, Çekiç Ç, Saraçoğlu O, Yıldız K (2016) Jumbo böğürtlen *rubus fruticosus* l çeşidinin odun çeliklerinde farklı IBA doz ve uygulama yöntemlerinin köklenme üzerine etkileri. Bahçe 45: 93-99.
- Saraçoğlu O, Oğuz Hİ, Yıldız K, Çekiç Ç (2016) Gf 677 ve Rootpac R anaçlarına ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı IBA dozlarının etkisi. Bahçe 45: 623-656.
- Siriwoharn T, Wrolstad RE, Finn CE, Pereira CB (2004) Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) Anthocyanins, polyphenolics and antioxidant properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 8021-8031.
- Soundy P, Mpati KW, du Toit ES, Mudau FN, Araya HT (2008) Influence of cutting position, medium, hormone and season on rooting of fever tea (*Lippia javanica* L.) stem cuttings. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 2: 114-116.

- Srivastava A (2009) Phenolic constituents of Georgia-grown blackberry cultivars: fractionation and characterization of their antioxidant, radical scavenging, and anti-inflammatory capacities. Doctoral Thesis, University of Georgia, Athens.
- Strik BC, Clark JR, Finn CE, Banados MP (2008) Worldwide production of blackberries. *Acta horticulturae* 777: 209-217.
- TÜİK (2020) Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim 09 Ocak 2020.
- Yıldız K (2001) Bazı meyve türlerinde odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA, CEPA ve AVG'nin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 11: 51-54.
- Zenginbal H, Özcan M, Haznedar A (2006) Kivi (*Actinidia Deliciosa*, A. Chev.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA uygulamalarının etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 21: 40-43.



The effect of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications on mineral contents of grape leaves

Aminoetoksiviniilglisin (AVG) uygulamalarının üzüm yapraklarının mineral içeriğine etkisi

Zehra BABALIK

Isparta University of Applied Sciences, Atabey Vocational School, Department of Plant and Animal Production, 32670, Atabey-Isparta-Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): Z. Babalık, e-mail (e-posta): zehrababalik@isparta.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 12 March 2020
Received in revised form 21 October 2020
Accepted 22 October 2020

Keywords:

Grapevine
Aminoethoxyvinylglycine
Macroelements
Microelements

ABSTRACT

Plant growth regulators may have different physiological effects depending on the application stage and concentration when applied externally. In this study, it was aimed to determine the effects of pre-harvest aminoethoxyvinylglycine applications on the mineral contents of *Vitis vinifera* L. cv. Alphonse Lavallée leaves. AVG was applied to vines at five different concentrations (0, 250, 500, 750 and 1000 mg L⁻¹) and two application stages (at full bloom and fruit set). As a result, the effects on macro elements content of the grapevine of AVG applications were significant except P. In terms of microelement contents, generally, microelement contents were increased with the AVG applications, only the amount of Fe decreased with the AVG applications. For this reason, AVG plant growth regulator is thought to have both increasing and decreasing effects on the mineral element contents of Alphonse Lavallée leaves.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 12 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 21 Ekim 2020
Kabul tarihi 22 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Asma
Aminoetoksiviniilglisin
Makro elementler
Mikro elementler

ÖZ

Bitki büyüme düzenleyicileri, dışsal olarak uygulandığında uygulama zamanına ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklı fizyolojik etkilere sahip olabilmektedirler. Bu çalışma ile hasat öncesi aminoetoksiviniilglisin uygulamalarının *Vitis vinifera* L. cv. Alphonse Lavallée üzüm çeşidinin yapraklarındaki mineral besin elementi içeriği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. AVG uygulamaları asmalara beş farklı konsantrasyonda (0, 250, 500, 750 ve 1000 mg L⁻¹) ve iki farklı uygulama zamanında (tam çiçeklenme dönemi ve meyve tutumu döneminde) uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, AVG uygulamalarının asmalarının makro element içeriği üzerindeki etkileri, P hariç önemli bulunmuştur. Mikro element içeriği bakımından ise, genel olarak mikro element içeriklerinin AVG uygulamaları ile arttığı, buna karşılık sadece Fe miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, AVG bitki büyüme düzenleyicisinin Alphonse Lavallée yapraklarının mineral element içerikleri üzerinde hem artan hem de azaltıcı etkileri olduğu düşünülmektedir.

1. Introduction

Plant growth regulators naturally produced by plants or synthesized in laboratories are organic compounds that control and modify physiological processes such as plant growth, development and movement and can be effective even at very low concentrations (Sezgin and Kahya 2018). Ethylene is a plant hormone that plays a role in various physiological processes such as germination, flowering, plant growth, dormancy, fruit set, maturity, softening and senescence affects the plant development during the whole life (Khan et al. 2015; Öztürk et al. 2015). Senescence-promoting property of ethylene limits flower life during flowering and decreases fruit set (Öztürk et al. 2015). Although ethylene levels seem much lower

than climacteric fruits, there is evidence that minor changes in ethylene and CO₂ evolution may occur during ripening in some non-climacteric fruits such as grapes. Thus, the role of ethylene in non-climacteric fruits, especially fruit ripening, has recently been revised again (Böttcher et al. 2013). Ruperti et al. (2001) stated that the ethylene increase during flowering is associated with a rise of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) and the ACC oxidase (ACO) activity. Also, they pointed out that at the beginnings of grapevine flowering, the ACO activity increases significantly and persisted at a high and steady level until the end of abscission. This enzyme was thought to play a major role in grapevine floral abscission.

Aminoethoxyvinylglycine (AVG) is a potent ethylene biosynthesis inhibitor that inhibits the conversion of S-adenosyl methionine (SAM) to (ACC) (Çetinbaş and Butar 2013; Ünsal and Yıldırım 2017). In recent years, AVG has been used to increase pre-harvest fruit fall and fruit quality. Pre-harvest application of AVG affects ripening, abscission, and senescence by inhibiting the biosynthesis of ethylene and also reduces quality loss after harvest in many crops (Pech et al. 2012; Küçüker et al. 2015; Çetinbaş 2018). Hilt and Bessis (2003) stated that the ethylene increase during grapevine flowering was associated with a similar increase in ACC and the ACO activity. Hu et al. (1999) found that AVG application before flowering in grapevines reduces ACC content in flowers. In addition to these effects of AVG on fruit set and quality, the determination of possible effects on nutrient content will provide more detailed information about the physiological status of the vines. In this study, the effects of AVG concentrations applied during the full bloom and fruit set on the mineral content of the leaves were investigated in Alphonse Lavallée grape cultivar.

2. Material and Methods

The experiments were carried out in a commercial vineyard in Gönen-Isparta-Turkey. Uniform 9-years old *Vitis vinifera* L. cv. Alphonse Lavallée grafted on 41 B M.G. rootstocks, spaced 2x3 m were used. Vines were trained on a bilateral cordon system and standard cultural practices had been used regularly during the trial. In the study, AVG (ReTain (15% AVG) Valent BioScience Corporation) at five different concentrations (0, 250, 500, 750 and 1000 mg L⁻¹) was applied to the vines. AVG concentrations were calculated based on the active substance. These doses were applied to vines at full bloom and fruit sets. AVG solutions contained 0.1% (v/v) Tween 20 as a surfactant. Control vines were sprayed with water added Tween 20. A pump sprayer was used for spraying directly onto the vines (1 L per vine). AVG applications were given in Table 1. When the grapes were at commercial maturity, leaves were collected from the sixth to twelfth leaves on the shoot counted from the base (Hallaç Türk 2009). The collected leaves were immediately transferred to the laboratory and washed with distilled water and then dried in an oven at 45°C oven until the constant mass is achieved. They were kept in the desiccator until the analyses.

Table 1. AVG applications.

Applications	AVG concentrations (mg L ⁻¹)	Application stage
1	Control	-
2	250	full bloom
3	500	full bloom
4	750	full bloom
5	1000	full bloom
6	250	fruit set
7	500	fruit set
8	750	fruit set
9	1000	fruit set

2.1. Determination of the leaf mineral element contents

Total nitrogen (N) concentrations were determined according to the Kjeldahl method. The phosphorus (P) concentrations of the leaves were determined by a spectrophotometer at 430 nm according to the vanadomolybdophosphoric acid method. Potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn) and boron (B) concentrations were

determined using atomic absorption spectrophotometer (Kaçar and İnal 2010).

2.2. Statistical analysis

The collected data were subjected to statistical analysis using a randomized complete block design. Statistical analyses were performed using SSPS V.25. Mean values were compared using Duncan's multiple range test at p≤0.05 level. Each treatment was designed with three replicates consisting of five vines.

3. Results and Discussion

As illustrated in Figure 1, the effect of AVG applications on the contents of the macro element except for the P of leaves was found to be statistically significant (p<0.05). Nitrogen contents increased with 1000 ppm AVG applications in the full bloom stage. In the stage of fruit set, all AVG concentrations caused a decrease in nitrogen content (Figure 1a). Nitrogen is an important nutrient required for plant growth and development as it is a core constituent of a plant's nucleic acid, proteins, enzymes, and cell wall and pigment system (Khan et al. 2015). For this reason, in this study, it can be said that the increase in the amount of N in the leaves as a result of AVG applications performed especially during the full bloom period can positively affect the growth of the shoots and stimulate vegetative development in the vine. Çetinbaş (2018) also mentioned that a positive correlation was detected between N content and AVG applications in pear leaves. The amount of P was found to be statistically insignificant (Figure 1b). Phosphorus is needed for the formation of cell membranes, carbohydrate metabolism, protein synthesis, photosynthesis, respiration, sugar metabolism, energy carriers such as ATP (Brunetto et al. 2015). In this study, it has been determined that AVG applications did not affect the P accumulation in leaves. Similarly, Çetinbaş (2018) stated that AVG applications did not statistically affect P accumulation in fruits and leaves. In terms of K contents, the amount of K increased with the AVG applications in general. The highest K content was obtained through the use of 750 mg L⁻¹ of AVG at the fruit set stage (Figure 1c). Plants, in general, take up an amount of K greater than their metabolic needs and accumulated it into cell organelles in luxury consumption (Brunetto et al. 2015). However, the optimum K level also depends on the balance between N and K in the leaves. It is determined that when plants have proportionally high N and low K content, pathogen attacks increase (Bergmann 1992). In this study, AVG applications affect K contents in different ways in leaves. Concerning the effect of AVG applications on Ca, calcium content was changed between 1.68 and 2.78%. The highest Ca content was obtained with 500 mg L⁻¹ of AVG at fruit set stage (Figure 1d). It is known that applications promoting vegetative development negatively affect Ca content in the plant (Atay et al. 2016). As a matter of fact, it has been determined that AVG application, which is the highest in terms of N accumulation, is the lowest in terms of Ca accumulation. The effect of AVG applications was statistically significant on the Mg of leaves as well. According to this, the highest Mg contents were recorded from the vines treated with 1000 mg L⁻¹ of AVG at fruit set stage while the lowest values detected from the vines were treated with 1000 mg L⁻¹ of AVG at full bloom stage (Figure 1e). Some authors have indicated antagonism between both Mg and K (Paulo and Furlani 2010). According to this, as the K content of the plant increases, their needs for Mg increase. Such results were confirmed in the herein study,

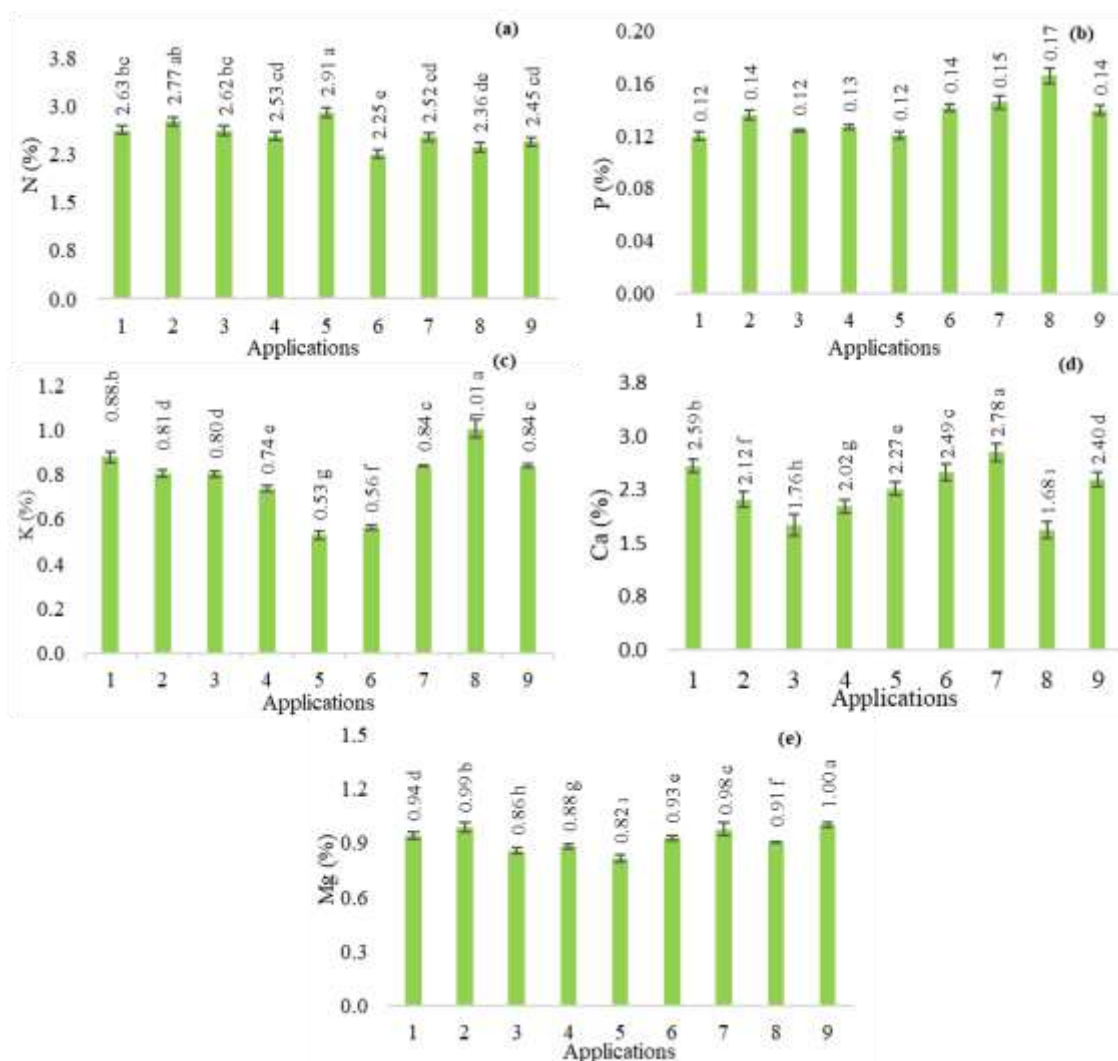


Figure 1. The effects of AVG treatments on macro elements in Alphonse Lavallée grapevine leaves a) N, b) P, c) K, d) Ca, e) Mg.

evidenced by the negative correlation observed between leaves K and Mg concentrations.

Microelements are of great importance because of their role in various metabolic processes, enzymatic processes, and also processes that determine the quality of viticulture products (Sala and Blidariu 2012). Figure 2 shows the effect of AVG applications on the Fe, Cu, Zn, Mn and B contents of the leaves. The effect of AVG applications on all microelements contents of leaves was found to be statistically significant ($p < 0.05$). In terms of Fe contents, the amount of Fe decreased with the AVG applications. Iron content had the highest value in the control treatment (Figure 2a). Aglar et al. (2016) mentioned that AVG treatments increased leaf Mn and K contents, decreased Fe and N contents and did not result in significant changes in the other nutrients. Also, Çetinbaş (2018) stated that AVG plant growth regulator is thought to have both increasing and decreasing effects on the mineral element contents in the fruits and leaves of Akça pear. It was determined that 750 mg L⁻¹ AVG applications at the fruit set stage lead to significant increases in the amounts of Cu (Figure 2b). Similarly, when the study of Çetinbaş (2018) is examined, it was seen that the AVG applications increased the Cu content. Copper is an essential micronutrient that is important to plants as a constituent of several enzymes and as a redox catalyst in a variety of

metabolic pathways (Devez et al. 2005). Also, Since the late 19th century, Bordeaux mixture [CuSO₄+Ca(OH)₂], a fungicide containing Cu, has been widely applied on vineyards to control downy mildew in vine growing areas and is therefore of great importance in viticulture (Lai et al. 2010). Zinc was found to be significantly affected by treatments and the highest value was detected from the leaves applied with 250 mg L⁻¹ of AVG at the fruit set stage (Figure 2c). Zn was reported to play a significant role in auxin metabolism (Kramer and Clemens 2006). Different results were reported by previous researchers about the effects of AVG on leaves Zn content (Aglar et al. 2016; Çetinbaş 2018). As illustrated in Figure 2d and Figure 2e, Mn and B contents of the leaves increased in the full bloom stage. For Mn and B, the highest values were obtained 250 mg L⁻¹ and 750 mg L⁻¹ of AVG, respectively. Boron, improve fruit-set, increase the fertilization of seeds, and enlarge berry size. Christensen et al. (2006) stated that when B fertilizer is sprayed on leaves, it is taken in more effectively by the plant and especially reduces fruit set deficiency symptoms in Thompson seedless grapes.

Butar (2013) applied different AVG doses to Jersey Mac apples and indicated that AVG treatments did not have significant effects on fruit micro and macro elements. Contrarily in this study, AVG treatments had significant effects on all microelements and N, K, Ca and Mg-like macro elements.

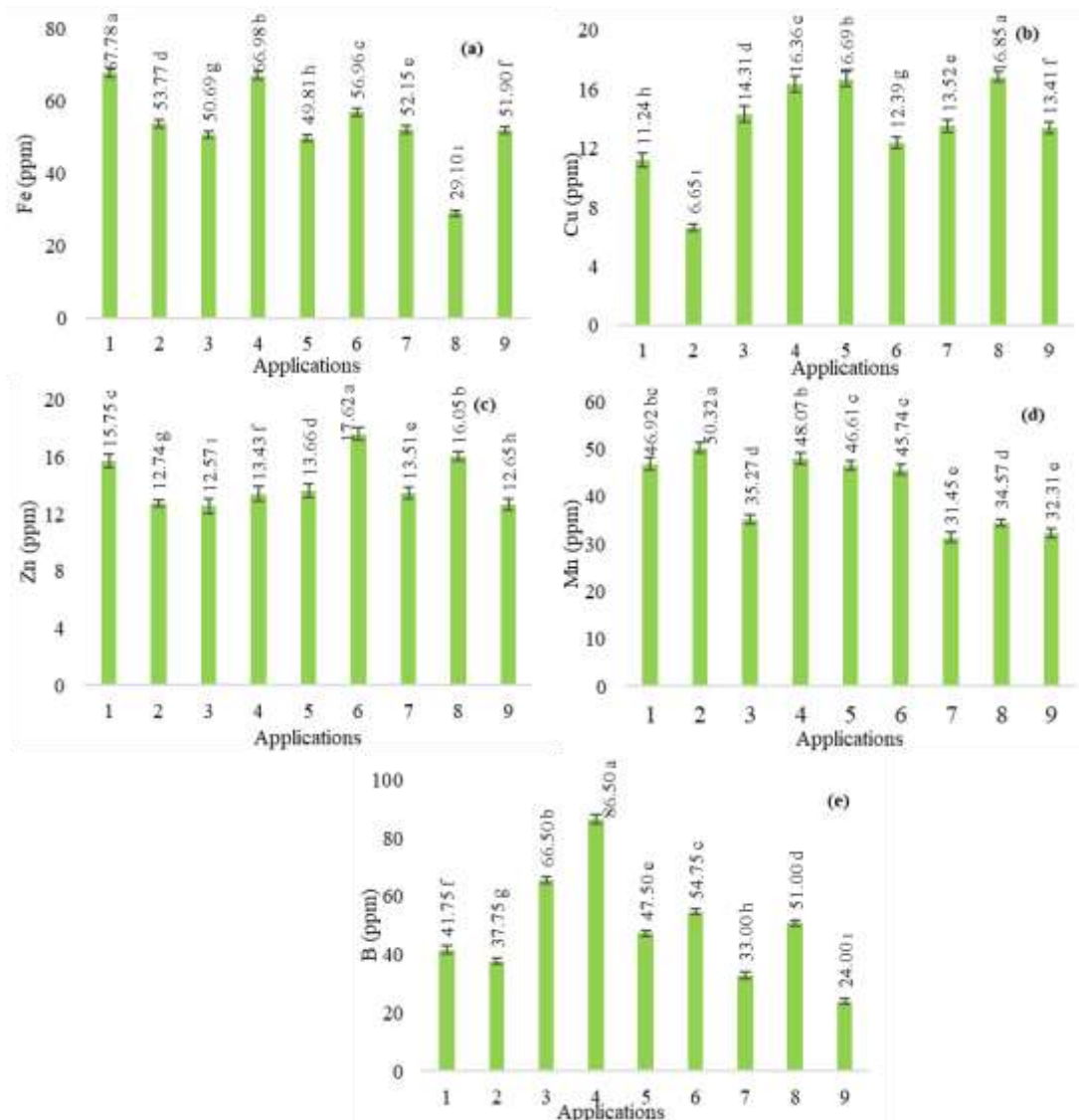


Figure 2. The effects of AVG treatments on microelements in Alphonse Lavallée grapevine leaves a) Fe, b) Cu, c) Zn, d) Mn, e) B.

4. Conclusion

When the results are analyzed, it is concluded that AVG causes significant increases in the mineral content of Alphonse Lavallée grapevine leaves in this study. In general, the best results were obtained from the high concentrations of AVG at the fruit set stage for Alphonse Lavallée grape cultivar in terms of, especially microelements. However, more detailed studies are needed in this regard, as plant nutrients interact with plant growth regulators.

References

- Ağlar E, Yıldız K, Ozkan Y, Ozturk B, Erdem H (2016) The effects of aminoethoxyvinylglycine and foliar zinc treatments on pre-harvest drops and fruit quality attributes of Jersey Mac apples. *Scientia Horticulturae* 213: 173-178.
- Atay AN, Koyuncu F, Atay E, Altındal M, Yalçın B (2016) Bitki Büyüme Düzenleyici Uygulamalarının Golden Delicious Elmasının Mineral Madde İçeriğine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 33(1): 84-91.
- Bergmann W (1992) Nutritional disorders of plants, development, visual and analytical diagnosis, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, p. 741.
- Böttcher C, Harvey KE, Boss PK, Davies C (2013) Ripening of grape berries can be advanced or delayed by reagents that either reduce or increase ethylene levels. *Functional Plant Biology* 40(6): 566-581.
- Brunetto G, Melo GWBD, Toselli M, Quartieri M, Tagliavini M (2015) The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37(4): 1089-1104.
- Butar S (2013) Effects of AVG (aminoethoxyvinylglycine) Pre-harvest Drop, Harvest Time and Fruit Quality of Jersey Mac Apple M.sc. Thesis. Department of Horticulture, Adnan Menderes University, Aydın, Turkey.
- Christensen LP, Beede RH, Peacock WL (2006) Fall foliar sprays prevent boron deficiency symptoms in grapes. *Calif Agr* 60: 100-103.
- Çetinbaş M, Butar S (2013) Aminoethoxyvinylglycine (AVG) delays maturation and improves fruit size and firmness of cv.'0900 Ziraat'sweet cherry. *European Journal of Horticultural Science* 78(3): 126-131.

- Çetinbaş M (2018) The important role of aminoethoxyvinylglycine (AVG) pre-harvest application in fruit harvest time, fruit quality and mineral element contents of 'Akça' (*Pyrus communis* L.). *Applied Ecology and Environmental Research* 16(5): 5551-5569.
- Devez A, Gomez E, Gilbin R (2005) Assessment of copper bioavailability and toxicity in vineyard runoff waters by DPASV and algal bioassay. *Science of the Total Environment* 348: 82-92.
- Hallaç Türk F (2009) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde farklı dönemlerde alınan yapraklardaki fenolik ve mineral madde değişimlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Hilt C, Bessis R (2003) Abscission of grapevine fruitlets in relation to ethylene biosynthesis. *Vitis* 42(1):1-4.
- Hu J F, Fukuda T, Ohara H, Takahashi E, Matsui H (1999) Effect of AVG application on berry set of 'Kyoho' grape. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 68(4): 833-838.
- Kaçar B, İnal A (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 1241.
- Khan M I R, Trivellini A, Fatma M, Masood A, Francini A, Iqbal N, Khan N A (2015) Role of ethylene in responses of plants to nitrogen availability. *Frontiers in Plant Science* 6: 927.
- Kramer U, Clemens S (2006) Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. In: *Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification*. Springer, Berlin, Germany, pp. 215-271.
- Küçükler E, Oztürk B, Aksit H, Genç N (2015) Effect of pre-harvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) application on bioactive compounds and fruit quality of plum (*Prunus salicina* Lindell cv. Black beauty) at the time of harvest and during cold storage. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 25(3): 763-770.
- Lai HY, Juang KW, Chen BC (2010) Copper concentrations in grapevines and vineyard soils in central Taiwan. *Soil Science and Plant Nutrition* 56(4): 601-606.
- Öztürk A, Öztürk B, Demirel G, Karakaya O (2015) Abate Fétel Armut Çeşidinin Meyve Tutumu Üzerine Aminoetoksivinilglisin (AVG) Uygulamalarının Etkisi. 7. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, s. 424-427.
- Paulo EM, Furlani JE (2010) Yield performance and leaf nutrient levels of coffee cultivars under different plant densities. *Scientia Agricola* 67(6): 720-726.
- Pech JC, Purgatto E, Bouzayen M, Latche A (2012) Ethylene and fruit ripening. *Annual Plant Reviews* 44: 275-304.
- Ruperti B, Bonghi C, Rasori A, Ramina A, Tonutti P (2001) Characterization and expression of two members of the peach 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase gene family. *Physiology Plantarum* 111: 336-344.
- Sala F, Blidariu C (2012) Macro-and micronutrient content in grapevine cordons under the influence of organic and mineral fertilization. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture* 69(1): 317-324.
- Sezgin M, Kahya M (2018) Phytohormones. *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology* 8(1): 35-39.
- Ünsal Y E, Yıldırım A N (2017) Scarlet Spur Elma Çeşidinde Aminoetoksivinilglisin (AVG) Uygulamalarının Hasat Önü Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(2): 55-65.



Patlıcan fidelerine yapılan UV-B ışın uygulamalarının fidelerde bitki besin maddesi içeriğine etkisi

Effects of UV-B irradiation on plant nutrient contents of eggplant seedlings

Serkan CANBAY¹, Ersin POLAT²

¹Antalya Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, 07260 Kepez/Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07070 Antalya

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

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 03 Mayıs 2020
Düzeltilme tarihi 08 Ekim 2020
Kabul tarihi 09 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Solanum melongena L.
UV-B
Bitki besin maddesi
H₂O₂

ÖZ

Bu çalışmada, Ultraviyole B (UV-B) ışın uygulamalarının patlıcan fidelerinde bitki besin maddesi içeriğine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla patlıcan (*Solanum melongena* L. cv. Anamur F₁) fideleri, kontrol (0 kJ m⁻² gün⁻¹), 10.8 kJ m⁻² gün⁻¹ (düşük doz) ve 16.2 kJ m⁻² gün⁻¹ (yüksek doz) UV-B ışın uygulamasına ilk gerçek yapraklı oldukları dönemden itibaren 10 gün (sırasıyla, 76.5 dk gün⁻¹ ve 114.75 dk gün⁻¹) süre ile tabi tutulmuşlardır. Araştırmada fide köklerinde ve toprak üstü aksamda azot, potasyum, fosfor, kalsiyum, demir, magnezyum, mangan ve çinko içerikleri ile yapraklardaki H₂O₂ miktarı belirlenmiştir. Yüksek doz UV-B uygulamasının patlıcan fide köklerinde fosfor içeriğinin artışına sebep olduğu, düşük doz UV-B uygulamasının ise üst aksam fosfor içeriğini azaltırken, kök ve üst aksamda çinko miktarını arttırdığı, azot miktarındaki artışın ise sadece üst aksamda olduğu görülmüştür.

ARTICLE INFO

Received 03 May 2020
Received in revised form 08 October 2020
Accepted 09 October 2020

Keywords:

Solanum melongena L.
UV-B
Plant nutrient
H₂O₂

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effects of UV-B irradiation on plant nutrient contents in eggplant (*Solanum melongena* L) seedlings. Seedlings were subjected to UV-B irradiation 0 kJ m⁻² day⁻¹, 10.8 kJ m⁻² day⁻¹ and 16.2 kJ m⁻² day⁻¹ for 10 days (76.5 min day⁻¹-114.75 min day⁻¹) when they reached to the first true leaves stage. In the study, nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, iron, magnesium, manganese and zinc contents in the seedling roots and upper parts of seedlings and the amount of H₂O₂ in the leaves were determined. It has been determined that high-dose UV-B application causes an increase in phosphorus content in eggplant seedling roots, while low-dose UV-B application increases the amount of zinc in the root and upper parts. The increase in the amount of nitrogen by low-dose UV-B application was observed only in the upper part of seedlings.

1. Giriş

Güneşten yayılan enerji, fotosentez yoluyla dünya üzerindeki hayatın hemen hemen tamamının var olmasını sağlayan en önemli kaynaktır. Dünyaya güneşten gelen ışıklardan dalga boyları 4000-3150 Å arasında olan "UV-A" ışınları dalga boyları 3150-2800 Å arasında olan "UV-B" ışınları, dalga boyları 2800 Å dan küçük olan "UV-C" ışınları olarak adlandırılırlar. Yeryüzüne gelen toplam ışıkların yaklaşık %39'u dalga boyları 4000-7000 Å arasında olan ve gözle görülebilen, %60 kadarı dalga boyu 7000 Å'dan büyük olan ve %1 kadarı da dalga boyu 4000 Å'dan küçük olan ışıklardan oluşmaktadır. Ozon tabakası Ultraviyole radyasyonu için koruyucu bir bariyerdir. Ozon tabakasındaki incelme, yeryüzüne ulaşan UV-B radyasyon düzeyinde artışa yol açmakta ve bu da biyolojik ve kimyasal süreçleri olumsuz yönde etkilemektedir.

Güneşten kaynaklanan UV-B ya da yakıcı UV ışınları, atmosferin toplam ozon içeriğindeki değişimlere karşı çok hassastır. Ozondaki her %1'lik azalma, biyosfere ulaşan UV-B ışınında %1.3-1.8'lik artışa sebep olmaktadır (Anderson ve ark. 1991)

Stres, bitkisel üretimde biyotik ve abiyotik kökenli faktörler nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişmesinde yavaşlama ve bunların sonucunda ise verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerileme olarak nitelendirilebilmektedir (Yaşar 2003). Süperoksit ve H₂O₂ gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi, abiyotik stres altındaki bitkilerin en yaygın tepkisi olarak kabul edilir. Yüksek ROS seviyeleri protein ve lipid peroksidasyonuna, klorofilin bozulmasına ve programlanmış hücre ölümüne neden olabilmektedir (Li ve ark. 2015).

Çinko katkılı gübrelerin ya da uygulamalarının farklı bitki türlerinde verim ve kalite artışlarında olumlu etki gösterdiğinin birçok çalışma desteklemektedir. Çinko katkılı gübrelerin katkısızlara göre; karpuzda %24, brokkoli de %35, marul baş ağırlığında %20 oranında verim artışları sağladığı bildirilmektedir (Oktay 1999).

Verimi arttırmak hem de kaliteli bir ürün elde etmek için kaliteli bir fide ile üretime başlamak oldukça önemlidir. Pişkin ve kuru maddece zengin olan fidelerin tümü aynı büyüklükte ve gelişme hızında olmalıdır (Vural ve ark. 2000).

Fide işletmelerinde pişkin fide üretimi bitki gelişim düzenleyiciler ya da iklimsel faktörler (sıcaklık, ışık, nem vs.), sulama ve gübreleme dengelerini değiştirmek gibi çeşitli teknikler kullanarak yapılmaktadır. Bu çalışma; patlıcan fidelerine uygulanan farklı dozlardaki UV-B ışın uygulamalarının fidelerde büyüme ve gelişmeye olan etkisine katkı sağlayan bitki besin maddesi içeriklerini saptamak amacıyla yapılmıştır.

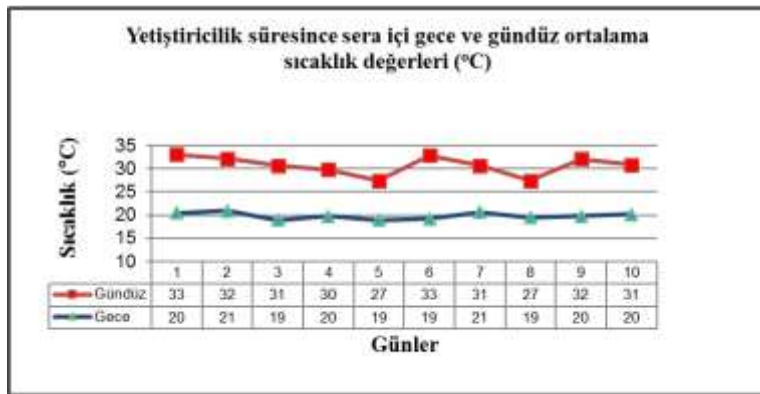
2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde cam serada yürütülmüştür. Araştırmada, deneme materyali olarak, Antalya il sınırları içerisindeki ticari bir fide üreticisinden sağlanan patlıcan (*Solanum melongena* L. cv. Anamur F₁) fideleri kullanılmıştır.

Fideler, kontrol dahil olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve ilk iki grup, stratosferik ozon tabakasındaki %20 ve %25'lik incelmeye karşılık gelebilecek doz için sırasıyla 4.25 ve 5.31

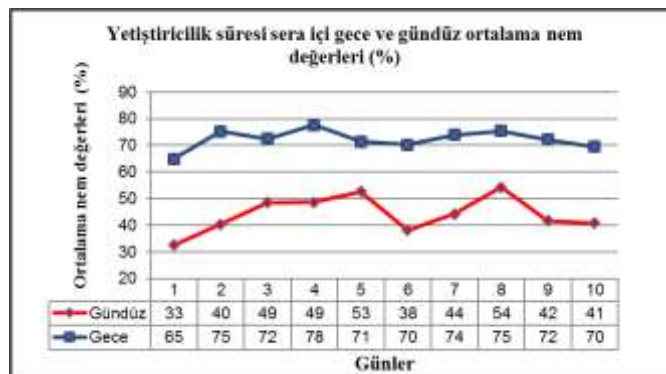
kJ m⁻² gün⁻¹ olarak uygulayan Yuan ve ark. (1998)'nin belirttiği değerler referans alınmıştır. Buna göre çalışmada etkisi görülmek istenen uygulama dozları 10.8 kJ m⁻² gün⁻¹ (düşük doz) ve 16.2 kJ m⁻² gün⁻¹ (yüksek doz) olarak belirlenmiştir. Üçüncü grup fidelere ise UV-B ışını uygulanmamış, bu grup kontrol olarak denemede yer almıştır. Sistem, lambaların bitkiler üzerinde farklı yüksekliklere ayarlanmasına imkan verecek şekilde dizayn edilmiştir. UV-B ışın uygulamaları 311 nm dalga boyunda ışın yayan ve 25 mm çapında dar band UV-B lambalar (Philips TL 100W/01 UV-B) ile gerçekleştirilmiştir. Belirtilen dozların ayarlaması, Watt x saniye= Joule formülünden yararlanılarak hesaplanmış ve uygulamaya konulmuştur. İlk uygulamada doz ayarlaması dijital radyometrenin 0 değeri ölçtüğü akşam saatinde, UV-B lambası açılmış ve sensör lambadan 25 cm altta olacak şekilde tutularak yaklaşık 10 farklı noktadan ölçümler yapılmıştır. Radyometrede okunan ortalama 240 µW cm⁻² (2.40 W m⁻²) değeri formülde yerine konulduğunda lambalar; 10.8 kJ m⁻² gün⁻¹ için 76.5 dk, 16.2 kJ m⁻² gün⁻¹ için 114.75 dk çalıştırılarak uygulama yapılacak dozlar hesaplanmıştır. Fidelere ilk gerçek yapraklı oldukları dönemde bitki tepe noktasının 25 cm üstüne lambalar yerleştirilerek 10 gün süre ile UV-B ışın uygulaması yapılmıştır. Uygulama süresi boyunca hastalık ve zararlılara karşı herhangi bir bitki koruma ürünü kullanılmamış ve gübreleme yapılmamıştır.

Uygulamaların yapıldığı 13-22/05/2017 tarihleri arasında cam sera gece ve gündüz ortalama sıcaklık (Şekil 1) ve nem (Şekil 2) değerleri elektronik veri kaydedici olan Onset-HOBO ölçüm cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 1. Uygulamaların yapıldığı 13-22/05/2017 tarihleri arası cam sera gece ve gündüz ortalama sıcaklık değerleri.

Figure 1. Average day and night temperature in glasshouse between 13-22/05/2017.



Şekil 2. Uygulamaların yapıldığı 13-22/05/2017 tarihleri arası cam sera gece ve gündüz ortalama nem değerleri.

Figure 2. Average day and night relative humidity in glasshouse between 13-22/05/2017.

Çalışmada fide kök ve üst aksamlarında Azot, Potasyum, Fosfor, Kalsiyum, Demir, Magnezyum, Mangan ve Çinko içerikleri ile fide yapraklarında H_2O_2 miktarı belirlenmiştir.

Bu amaçla öğütülmüş kök ve üst aksam örneklerinden 0.5-2 g alınarak HNO_3 ile mikrodalgada yakılmış örneklerden elde edilen çözeltilerde kalsiyum (Ca), demir (Fe), magnezyum (Mg), mangan (Mn), fosfor (P), çinko (Zn) ve potasyum (K) miktarları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optik Emisyon Spektrofotometre) cihazında analiz edilmiştir (NMKL 161 1998). Azot içeriği ise kök ve üst aksamda Leco FP-528 (protein analiz) cihazında belirlenmiştir (AOAC 1992).

Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarının belirlenmesi için; her bir uygulamadan 6 fide seçilmiş ve her fide örneğinden 0.5 g taze yaprak alınarak 5 ml soğuk %0.1 TCA (Trikloroasetik Asit) içerisinde buz üzerinde havanda ezilerek homojenize edilmiş ve sonrasında $4^\circ C$ 'de 10 dakika 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra elde edilen süpernatantın 0.75 ml'sine, sırasıyla 0.75 ml 10 mM KH_2PO_4 (pH: 7.0) tamponu ve 1.5 ml 1 M KI eklenmiştir. Karışımın absorbansı Shimadzu UV-VIS 160 Spektrofotometrede 390 nm'de okutulmuştur. H_2O_2 içeriği daha önce cihazda hazırlanan standart eğri yardımıyla μM (mikromol) olarak hesaplanmıştır (Velikova ark. 2000).

Araştırma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 fide olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. İstatistiksel analizler Costat 6.3 programı ile yapılmış olup ortalamaların karşılaştırılmasında LSD Çoklu Karşılaştırma Testi ($P \leq 0.01, 0.05$) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Patlıcan fidelerinde kök ve üst aksam Azot, Potasyum ve Fosfor içeriği

Patlıcan fide köklerinde UV-B uygulamalarının azot miktarında istatistiksel olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı, düşük doz UV-B uygulamasına bağlı olarak üst aksamda azot içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Kökte potasyum miktarının doz arttıkça arttığı saptanmış, üst aksamda potasyum miktarı UV-B uygulanan fidelerde azalmıştır. Yüksek doz UV-B uygulaması kökte fosfor miktarında artışa neden olurken, düşük doz UV-B uygulaması üst aksamda fosfor içeriğini azaltıcı etki yapmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı UV-B doz uygulamaların patlıcan fidelerinin kök ve üst aksamlarında azot, potasyum ve fosfor içeriği üzerine olan etkisi.

Table 1. The effect of different UV-B dose applications on the nitrogen, potassium and phosphorus content in the root and upper parts of eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Kökte Azot (%)	Üst Aksamda Azot (%)	Kökte Potasyum (%)	Üst Aksamda Potasyum (%)	Kökte Fosfor (%)	Üst Aksamda Fosfor (%)
Kontrol	1.96	2.17 b	1.44 c	3.86 a	0.79 b	0.52 a
10.8 ($kJ m^{-2} gün^{-1}$)	2.32	3.56 a	1.80 b	3.22 b	0.74 b	0.20 b
16.2 ($kJ m^{-2} gün^{-1}$)	2.04	1.98 b	2.50 a	3.31 b	1.49 a	0.56 a

LSD $\%_1$ (kök azot)= Ö.D., LSD $\%_1$ (üst aksam azot)= 0.416, LSD $\%_1$ (kök potasyum)= 0.129, LSD $\%_1$ (üst aksam potasyum)= 0.471, LSD $\%_1$ (kök fosfor)= 0.245, LSD $\%_1$ (üst aksam fosfor)= 0.078.

Çizelge 2. Farklı UV-B doz uygulamaların patlıcan fidelerinin kök ve üst aksamlarında kalsiyum, demir ve magnezyum içeriği üzerine olan etkisi.

Table 2. The effect of different UV-B dose applications on calcium, iron and magnesium content in the root and upper parts of eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Kökte Kalsiyum (%)	Üst Aksamda Kalsiyum (%)	Kökte Demir (ppm)	Üst Aksamda Demir (ppm)	Kökte Magnezyum (%)	Üst Aksamda Magnezyum (%)
Kontrol	2.47 b	1.61	16.83	62.32 b	1.73 b	5.39 a
10.8 ($kJ m^{-2} gün^{-1}$)	2.33 b	1.67	17.08	61.98 b	1.80 b	2.65 b
16.2 ($kJ m^{-2} gün^{-1}$)	2.69 a	1.70	18.10	75.28 a	6.11 a	2.86 b

LSD $\%_1$ (kök kalsiyum)= 0.208, LSD $\%_1$ (üst aksam kalsiyum)= Ö.D., LSD $\%_1$ (kök demir)= Ö.D., LSD $\%_1$ (üst aksam demir)= 10.91, LSD $\%_1$ (kök magnezyum)= 0.068, LSD $\%_1$ (üst aksam magnezyum)= 0.456.

Farklı büyüme evreleri boyunca UV-B'nin kışık buğday verimi ve kalitesi üzerine etkilerini inceleyen Yao ark. (2014), buğdaylara bitki tepe noktasından 60 cm yükseklikte ve günlük 8 saat süreyle ilave $8.45 m^{-2}d^{-1}$ UV-B ışın uygulaması yapmışlardır. Kontrol grubuna göre UV-B ışın uygulanan bitkilerde azot, fosfor ve demir konsantrasyonu azalırken, mangan, çinko, bakır konsantrasyonu artmıştır, potasyum konsantrasyonunun ise etkilenmediği bildirilmiştir. UV-B radyasyonunun artışı ile bitkinin besin elementi alınımının arttığını kaydetmişlerdir. UV-B'nin bitkilerdeki makro ve mikroelement konsantrasyonu üzerine etkisinin UV-B süresi ve dozuna göre değiştiği belirtilmiştir. Yüksek doz UV-B uygulaması sonucu patlıcan fidelerinin üst aksamında elde edilen azot içeriğinin araştırmacıların çalışmasına uyumlu olarak azaldığı görülmüştür. Araştırmacıların sonuçlarından farklı olarak yüksek doz UV-B uygulamasının patlıcan fidelerinin üst aksamlarında demir içeriğini arttırdığı saptanmıştır.

3.2. Patlıcan fidelerinde kök ve üst aksam Kalsiyum, Demir ve Magnezyum içeriği

Yüksek doz UV-B uygulaması patlıcan fide köklerinde kalsiyum, üst aksamda demir miktarını artırıcı etki yaparken uygulamaların üst aksam kalsiyum ve kökte demir miktarı üzerine bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Yüksek doz UV-B uygulaması kökte magnezyum içeriğinin artmasına sebep olurken, UV-B uygulamalarının patlıcan fidelerinin üst aksamlarında magnezyum içeriğinin düşmesine yol açtığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Peng ve Zhou (2010) UV-B ışın uygulamalarının soya fidelerinde kök, gövde ve yapraklardaki mineral elementlerin dağılımında değişiklik meydana getirdiğini, bunun da kuru madde birikiminin azalmasına ve daha sonra da büyümesinin engellenmesine yol açtığını bildirmişlerdir. Artan UV-B stresyle kök, gövde ve yapraklarda potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinde azalmalar görüldüğü, yapraklardaki bakır, molibden ve demir içeriklerinde de azalmalar olurken mangan içeriğinin arttığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Patlıcan fidelerinin üst aksamlarında potasyum içeriği için elde edilen sonuçlar yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

3.3. Patlıcan fidelerinde kök ve üst aksam Mangan, Çinko ve H₂O₂ içeriği

Patlıcan fidelerinin üst aksamlarında mangan miktarının uygulama dozuna bağlı olarak artış gösterdiği, köklerde ise bu artışın sadece yüksek doz UV-B uygulamasında görüldüğü tespit edilmiştir. Düşük doz UV-B uygulaması kök ve üst aksamda çinko miktarını artırıcı etki gösterirken yüksek doz azaltıcı etkide bulunmuştur. H₂O₂ miktarı üzerine UV-B uygulamalarının patlıcan fidelerinde istatistiksel önemde bir etki yapmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Mullineaux ark. (2000) H₂O₂'in patojen-indüklü tepkiler esnasında olduğu gibi abiyotik stresler esnasında da bir sinyal molekülü olarak işlev gördüğünü bildirmişlerdir. Süperoksit radikalleri (O₂⁻), oksidatif metabolizmanın toksik yan ürünleridir ve H₂O₂ ile tepkimeye girerek, hücrelerdeki oksijen toksitesinden birincil derecede sorumlu olan yüksek reaktif hidroksil radikallerini ([•]OH) oluşturur (Bowler ark. 1992). O₂'nin H₂O₂ ve oksijene dismutasyonu, hücreyi korumada ilk adımdır (de Azevedo ark. 2005). Antioksidan enzimler, oksidatif hasarı hafifletmek için ROS (reaktif oksijen türleri) süpürücüleri olarak rol oynamaktadır. SOD (süperoksit dismutaz), süperoksit radikalle H₂O₂ üretmek üzere reaksiyona girmekte ve H₂O₂'de APX (askorbat peroksidaz) ve CAT (katalaz) başta olmak üzere peroksidazlar tarafından süpürülmektedir (Miller ark. 2010). Bitkilerde UV-B radyasyonuna yanıt olarak tür içi ve türler arasında büyüme, kuru madde üretimi, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler bakımından büyük farklılıklar rapor edilmiştir (Fedina ark. 2010).

Çizelge 3. Farklı UV-B doz uygulamaların patlıcan fidelerinin kök ve üst aksamlarında mangan, çinko ve fide yapraklarında H₂O₂ içeriği üzerine olan etkisi.

Table 3. The effect of different UV-B dose applications on manganese, zinc and H₂O₂ in the root and upper parts of eggplant seedlings.

Uygulama Dozları	Kökte Mangan (ppm)	Üst Aksamda Mangan (ppm)	Kökte Çinko (ppm)	Üst Aksamda Çinko (ppm)	H ₂ O ₂ (µM)
Kontrol	25.93 b	62.90 c	46.18 b	22.02 ab	0.06
10.8 (kJ m ⁻² gün ⁻¹)	23.82 b	86.01 b	54.99 a	26.65 a	0.07
16.2 (kJ m ⁻² gün ⁻¹)	52.28 a	100.88 a	25.56 c	11.55 b	0.07

LSD %₁ (kök mangan)= 2.824, LSD %₁ (üst aksam mangan)= 9.54, LSD %₁ (kök çinko)= 6.70, LSD %₁ (üst aksam çinko)= 11.59, LSD %₁ (H₂O₂)= Ö.D..

Teşekkür

Bu araştırma yüksek lisans tez çalışmasındaki verilerin bir kısmından oluşmaktadır. Desteklerinden dolayı Akdeniz Üniversitesine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anderson JG, Toohey DW, Brune WH (1991) Free radicals within the antarctic vortex: The role of cfcs in antarctic ozone loss. Science 251(4989): 39-46.
- AOAC (1992) Crude Protein in Cereal Grains and Oilseeds. Official Method 992.23.
- Bowler C, Montagu M, Inze D (1992) Superoxide dismutase and stress tolerance. Annual Review of Plant Biology 43: 83-116.
- Correia CM, Coutinho JF, Bacelar EA, Gonçalves BM, Bjorn LO, Pereira JM (2012) Ultraviolet-B radiation and nitrogen affect nutrient concentrations and the amount of nutrients acquired by above-ground organs of maize. Science World Journal 1: 11.
- de Azevedo Neto AD, Prisco JT, Eneas-Filho J (2005) Hydrogen peroxide pretreatment induces salt-stress acclimation in maize plants. Journal of Plant Physiology 162: 1114-1122.

Uygulamada kullanılan UV-B ışınının patlıcan fidelerinde H₂O₂ içeriğine etki etmemesine neden olarak doz ve/veya uygulama sürelerinin fidelerde stres oluşturacak miktarda olmadığı ya da CAT (Katalaz) enzim aktivitesinin H₂O₂ miktarına azaltıcı etki yaptığı düşünülebilir.

Correia ark. (2012) UV-B stresi altında mısır yapraklarında fosfor, azot, bakır, çinko ve mangan konsantrasyonunun azaldığını rapor etmişlerdir. Sonuçlar patlıcan fidelerinde yüksek doz UV-B uygulaması çinko içeriği için yukarıdaki araştırmacıların çalışması ile uyum göstermektedir.

4. Sonuç

Stres faktörlerini kullanarak fidelerde korunma mekanizmasını uyarmak, bu şekilde dayanıklılığı artırmak fidecilik sektöründe kimyasal uygulamalarına alternatif olarak son yıllarda önemli hale gelmiştir. Bir stres faktörü olan UV-B ışın uygulamalarının fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri bu anlamda değer kazanmıştır.

Düşük doz UV-B uygulaması patlıcan fidelerinin kök ve üst aksamlarında çinko miktarını artırmış, azot miktarındaki artış ise sadece üst aksamda görülmüştür. Yüksek doz uygulamasında ise kök ve üst aksamda kalsiyum, mangan ve fosfor içeriklerinin arttığı; bu artışın sadece kökte potasyum, magnezyum ve üst aksamda da demir için olduğu saptanmıştır.

Fidelerde bazı minerallerin içeriğine olan etkisi nedeniyle, ultraviyole-B ışın uygulamasının dozlara ve türlerin dozlara verdiği tepkiye bağlı olarak fide sektöründe fide kalitesine olumlu etki edebileceği düşünülmektedir.

Fedina I, Hidema J, Velitchkova M, Georgieva K, Nedeva D (2010) UV-B induced stress responses in three rice cultivars. Biologia Plantarum 54: 571-574.

Li Z, Zhang Y, Peng D, Wang X, Peng Y, He X, Zhang X, Ma X, Huang L, Yan Y (2015) Polyamine regulates tolerance to water stress in leaves of white clover associated with antioxidant defense and dehydrin genes via involvement in calcium messenger system and hydrogen peroxide signaling. Front Physiol 6: 280. doi: 10.3389/fphys.2015.00280.

Miller GAD, Suzuki N, Ciftci-Yilmaz S (2010) Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. Plant Cell Environ 33(4): 453-67.

Mullineaux P, Bali L, Escobar C, Karpinska B, Creissen G, Karpinski S (2000) Are diverse signaling pathways integrated in the regulation of Arabidopsis antioxidant defense gene expression in response to excess excitation energy. Philosophical Transactions of Royal Society London 355: 1531-1540.

NMKL 161 (1998) Metals determination by atomic absorption spectrophotometry after wet digestion in a microwave oven (Codex Endorsed Method).

Oktay M (1999) Çinko katkılı kompoze gübrelerin değişik kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde kullanımı. Ege Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yay. No: 35, İzmir.

- Peng Q, Zhou Q (2010) Effects of enhanced UV-B radiation on the distribution of mineral elements in soybean (*Glycine Max*) seedlings. *Chemosphere* 78(7): 859-863.
- Velikova V, Yordanow I, Edreva A (2000) Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain treated bean plants protective role of exogenous polyamines. *Plant Science* (151): 59-66.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000) Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova, İzmir.
- Yao X, Chu J, He X, Si C (2014) Grain yield, starch, protein and nutritional element concentrations of winter wheat exposed to enhanced UV-B during different growth stages. *Journal of Cereal Science* 60: 31-36.
- Yaşar F (2003) Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi (doktora tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, s. 139.
- Yuan L, Ming Y, Xunling W (1998) Effects of enhanced ultraviolet-B radiation on crop structure, Growth and yield components of spring wheat under field conditions. *Field Crops Research* 57(3): 253-263.



Organik yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinin verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi

Investigation of yield and quality characteristics of the organically grown Trakya İlkeren grape variety

Nazan BALBABA

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kahramanmaraş
Sorumlu yazar (Corresponding author): N. Balbaba, e-posta (e-mail): dogar@ksu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 01 Haziran 2020
Düzeltilme tarihi 26 Eylül 2020
Kabul tarihi 28 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

Organik bağcılık
Sürme oranı
Salkım ağırlığı
T terbiye şekli
Y terbiye şekli

ÖZ

Bu araştırma, iki farklı terbiye şekli ile üç farklı göz yükü seviyesi uygulamasının Trakya İlkeren üzüm çeşidinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla üç yıl süreyle yürütülmüştür. Bütün göz yükü seviyelerinde ilk 500 g budama odunu ağırlığı için 20 adet göz bırakılmış sonraki ilave her 500 g için Kontrol göz yükü uygulamasında 10 adet, 1. Göz yükü (1GY) uygulaması için 5 adet ve 2. Göz yükü (2GY) uygulaması için ise 15 adet göz bırakılmıştır. Süren göz sayısı 2GY seviyesi uygulanan omcalarda; salkım sayısı ise Y terbiye şeklinde ve 2GY uygulamasında daha yüksek düzeyde elde edilmiştir. Verim miktarı Y terbiye şeklinde denemenin 1. yıl ve 2. yılında 9763 g ile 19168 g olarak saptanmıştır. Ayrıca göz yükleri bakımından 2GY uygulamasında 1. yıl 10845 g, 2. yıl 19693 g ve 3. yıl 14097 g verim elde edilmiştir. Salkım ağırlığı, Y şekli verilen omcalarda, denemenin 1. 2. ve 3. yılı boyunca sırasıyla; 210 g, 279.7 g ve 364.4 g olarak belirlenmiştir. T ve Y terbiye şekli uygulanan omcalardan elde edilen üzümlerde antioksidan aktivite düzeyi benzer olarak saptanmıştır. Şıra özellikleri bakımından bütün uygulamalar ve yıllara göre farklı sonuçlar kaydedilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, Trakya İlkeren üzüm çeşidi için Y terbiye sistemi ve 2GY seviyesinin önerilebilmesi mümkün gözükmektedir.

ARTICLE INFO

Received 01 June 2020
Received in revised form 26 September 2020
Accepted 28 September 2020

Keywords:

Organic viticulture
Shooting rate
Cluster weight
T type trellis
Y type trellis

ABSTRACT

This research was carried out for 3 years in order to determine the effect of two different training types and three different bud load levels on the yield and quality characteristics of the Trakya İlkeren grape variety. In all of the bud load levels, 20 buds were left for the first 500 g pruning weight and for each additional 500 g pruning weight. 10 more buds left for control; 5 more buds left for first bud load and 15 more buds left for second bud load. Number of the burst into buds in 2GY treatments of the grapevines and cluster number was obtained higher level in the form of Y training and 2GY treatments. The yield was determined as 9763 g and 19168 g in the 1st and 2nd years of the trial in the form of Y training. In terms of bud loads, 2GY treatment yielded 10845 g in the first year, 19693 g in the second year and 14097 g in the third year. In Y-shaped vines, during the 1st, 2nd and 3rd years of the experiment, respectively; bunch weight has been determined as 210 g, 279.7 g and 364.4 g. The antioxidant activity level was found to be similar in the grapes obtained from the vines with T and Y shapes. Different results were recorded according to all treatments and years in terms of must. Based on these results, it seems possible to recommend Y training system and 2GY level for Trakya İlkeren grape variety.

1. Giriş

Dünya üzüm üretimi son verilere göre, 9.9 milyon ha alanda 74.2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bağ alanı bakımından 939.283 ha ile İspanya 1. sırada yer almakta, Türkiye ise 416.907 ha ile Çin ve Fransa'dan sonra 4. sırada bulunmaktadır (FAO 2020). Üzüm üretimi bakımından; Türkiye 3.9 milyon ton ile Çin, İtalya, ABD, İspanya ve Fransa'dan sonra 6. sırada

yer almaktadır. Dünya üzüm ihracatında Şili, 1.2 milyar \$ ihracat geliriyle 1. sırada iken, Türkiye üzüm ihracatında 2017 yılında 195 milyon \$ gelir elde edebilmiştir. Ülkemiz diğer ülkelerle kıyaslandığında ihracat bakımından ancak 13. sırada yer alabilmektedir (FAO 2020).

Ülkemizde son verilere göre, 1.9 milyon ton sofralık üzüm, 1.5 milyon ton kurutmalık üzüm ve 463 bin ton şaraplık üzüm olarak toplam 3.9 milyon ton üzüm üretilmiştir (Tük 2020). Sofralık üzüm üretimi bakımından Çin 9.4 milyon ton ile 1. sırada, Hindistan 2.7 milyon ton ile 2. sırada üzüm üretimi ile yer alırken Türkiye 1.9 milyon ton ile 3. sırada bulunmaktadır (Index mundi 2019).

Terbiye şekli verim, kalite ve maliyeti doğrudan etkilediğinden üzerinde durulan konulardan biridir. Asmalarda yapılan çalışmalar, sürgünlerin yukarı doğru büyümesi ile kışık gözlerin verimliliğinin arttığını göstermiştir. Ağaoğlu (1973), sürgün gelişme yönünün verimlilik üzerine etkisini inceleyerek yukarı doğru büyüyenlerde salkım sayısı ve tomurcuk oranının daha fazla olduğunu belirlemiştir. (Karataş ve Ağaoğlu 2005)'da asmanın verimliliği ve gelişimi üzerine sürgün gelişme yönünün bilinmesinin terbiye şeklinin seçimi konusunda önemli olduğunu vurgulamıştır. Asma başına çubuk sayısı bir önceki yılın budama düzeyine, bağlı olup, bu da asmanın gelişimi ve sürgünlerde var olan salkım sayısını doğrudan etkilemektedir. Verim artışı, verimli göz sayısının artışı nedeniyle (Christensen ve ark. 1994). Üzümlerde kalite de, doğrudan veya dolaylı olarak asmaya verilen terbiye şekline göre etkilenmektedir. Verim artarken kalite düşmemesi temel yetiştiricilik hedefleri içinde yer almalıdır.

Sofralık üzümlerde verim ve kaliteyi doğrudan etkileyen önemli temel konulardan birisi de asmaların budanması sırasında bırakılan göz sayısına, yani asma şarjına bağlı, ürün yükü konusudur (Winkler ve ark. 1974; Ahmedullah ve Himmelrick 1990; Ergenoğlu ve ark. 1991). Bazı araştırmacılar tarafından kapasitesine uygun, az veya daha fazla göz veya ürün yükü uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Bu araştırmacılar Gök Tangolar ve ark. (2015) çalışmasında Narince üzüm çeşidinde farklı göz yükü uygulamalarının etkisini incelemiştir. Buna göre üzüm örneklerinde şeker, organik asit ve antioksidan aktivite bakımından farklı göz yüklerine göre çok fazla bir değişim gerçekleşmemiştir. Howell ve ark. (1991) ise farklı terbiye sistemlerinde farklı budama yükleri uygulayarak kalite özelliklerini araştırmışlardır. Kontrol, az göz yükü ve fazla göz yükü uygulamaları arasında omca başına verim artışının fazla göz yükü uygulanan omcalarda daha yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Deneme alanında uygulanan organik bağcılık toprak biyolojik aktivitesini, biyolojik çemberi ve biyo çeşitliliği artıran ve teşvik eden bir üretim sistemidir (Mulero ve ark. 2010). Organik üzüm üretiminin temel amacı insan sağlığını ve doğal gübrelerle toprağın biyolojik aktivitesini korumaktır (Zafrilla ve ark. 2003).

Ülkemizde organik bağcılık faaliyetleri giderek artmaktadır. Bu kapsamda 2018 yılı itibarıyla organik olarak üretilen toplam üzüm miktarının 112 bin ton olduğu belirlenmiştir. Aynı yıl organik üretilen toplam ürün miktarı (organik tarıma geçiş süreci dahil olmak üzere) 2.3 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Buna göre toplam organik ürün miktarı içinde üzüm üretim değeri yaklaşık %4.8 civarındadır (Tarım ve Orman Bakanlığı 2019).

Kırmızı üzümlerin antioksidan aktivitesi fenolik ve flavonoid bileşiklerin kapsamı ile ilgilidir. Üzüm çeşitlerine bağlı olarak fenolik bileşik düzeyinin artması ile antioksidan aktivite seviyesi yükselmektedir (Luque-Rodríguez ve ark. 2005). Fitokimyasallar bakımından zengin olan üzümde bulunan antioksidan kapasite pek çok hastalığa neden olan

serbest radikallere karşı güçlü bir etki sağlamaktadır (Wongnarat ve Srihanam 2017).

Bu çalışmanın amacı, organik yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinde T ve Y terbiye şekli verilen omcalarda farklı göz yükü seviyelerinin uygulanarak etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışma sonucunda uygun terbiye şekli yanında, uygun bir göz yükü seviyesinin önerilmesi düşünülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Bağında 1103 P Amerikan Asma Anacı üzerine aşılanmış 10 yaşlı Trakya İlkeren çeşidiyle 2.25 x 3.5 m aralıklı oluşturulan bir deneme parselinde 2013, 2014 ve 2015 yıllarında yürütülmüştür. Asmalarda gövde yükseklikleri 130 cm olan T ve Y terbiye şekillerinin etkisi incelenmiştir.

1.1. Terbiye şekilleri

Denemede uygulanan terbiye şekilleri aşağıda belirtilmiştir:

1) T şekli; yüksekliği 1.90 m olan bir L demiri üzerine çapraz monte edilmiş 1 m genişlikte bir demir ile bunun yaklaşık 40 cm aşağısından 40 cm aralıklı delinmiş ikinci bir 40 cm genişlikte çapraz demirden oluşmuştur. 40'ar cm aralıklı teller tutunma; 1.50 m yükseklikteki alt demirin iki tarafından geçirilmiş iki tel ise yatırma teli olarak kullanılmıştır. Yatırma telleri üzerinde 4 adet sabit kol (kordon) oluşturulmuştur.

2) Y şekli; direklerin yerden 1.30 m yüksekliğine V şeklinde bir parçanın monte edilmesi ile destek sisteminin oluşturulduğu bu terbiye şeklinde, V demirinin kol uzunlukları 100 cm, üst açıklığı ise 150 cm olmuştur. 1.50 m yükseklikte çekilen iki tele kollar yatırılırken, üstteki tellere sürgünler bağlanmıştır.

Her iki terbiye şeklinde göz yükleri çubuk ağırlıklarına göre aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1) Kontrol göz yükü: İlk 500 g çubuk ağırlığı için 20 göz ve sonraki her 500 g için 10 göz daha bırakılarak (Winkler ve ark. 1974; Ahmedullah ve Himmelrick 1990; Çelik 2007)

2) 1. Göz yükü (1GY): İlk 500 g budama ağırlığı için 20 ve sonraki her 500 g için 5' er göz bırakılarak

3) 2. Göz yükü (2GY): İlk 500 g için 20 ve sonraki her 500 g için 15' er göz bırakma şeklinde oluşturulmuştur.

Terbiye şekilleri ile göz yükü uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla; süren göz sayısı, doğuş oranı, salkım sayısı, verim, salkım ve tane ağırlığı ile suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), asitlik, pH ve antioksidan aktivite özellikleri incelenmiştir.

Hasat tarihi asmadaki salkımların %50-60'ında çeşide özgü renk ile tat refraktometre ile saptandığında kaydedilmiştir. Derim tarihi 2013 yılında 22 Haziran, 2014 yılında 19 Haziran, 2015 yılında 30 Haziran olarak kaydedilmiştir.

Doğuş Oranı (%): Bu oran her omcadaki süren göz sayısının, budamada bırakılan göz sayısına oranı olarak alınmıştır.

Toplam Salkım Sayısı (n omca⁻¹): Bir omcadaki tüm salkımların sayılması yoluyla bulunmuştur.

Üzüm Verimi (g omca⁻¹): Bir asmadaki salkım sayısı ile ortalama salkım ağırlığının çarpılması yoluyla saptanmıştır.

Salkım Ağırlığı (g): Bir asmadan hasat edilen rastgele 10 salkım tartılarak ortalaması alınmıştır.

Tane Ağırlığı (g): Tane ağırlığı değeri her uygulamaya ait omcalardan hasat edilen 10 salkımdan rastgele alınan 100 adet tanenin ortalaması olarak saptanmıştır.

SÇKM (%): Salkımlardan rastgele alınan 100 adet tanenin şirasından refraktometre ile kaydedilmiştir.

Titrasyon asitliği (g 100 ml şıra⁻¹): Salkımlardan rastgele alınan 100 adet tanenin şirasından 0.1 N NaOH kullanılarak titrasyon yöntemiyle bulunmuştur.

pH: Salkımlardan elde edilen şırada pH metre ile ölçülmüştür.

Antioksidan Aktivite Analizi: Üzüm örneklerinde antioksidan aktivite analizi DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) serbest radikali kullanılarak yapılmıştır (Özden ve Vardin 2009; Kelebek ve ark. 2009). Antioksidan aktivite analizi denemenin ilk iki yılında elde edilen üzümlerde yapılmıştır.

Deneme parselinde bulunan omcaların kültürel işlemleri organik tarım kurallarına uygun şekilde yapılmıştır. Asmaların beslenmesi amacıyla organik bağcılıkta kullanım için sertifikalı ürünler kullanılarak uygun miktarlarda makro ve mikro elementlerin uygulanması gerçekleştirilmiştir. Omcaların azot ihtiyacını karşılamak için 8-10 kg da⁻¹ hesabıyla sıra aralarına ekilmiş olan fiğ toprağa karıştırılmıştır. Power ve Zachariassen (1993), Ranells ve Wagger (1996), Mueller ve Thoroup-Kristensen (2001), Bair ve ark. (2008), Steinmaus ve ark. (2008), fiğın organik bağcılıkta mükemmel bir azot sağlayıcı olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir.

Bağda ana fungal hastalıklardan külleme için kükürtlü; mildiyö için bakır içeren sertifikalı preparatlar kullanılmıştır. Ana zararlı salkım güvesi mücadelesinde spinosad etkili preparatlardan faydalanılmıştır.

Çalışma 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 2 adet omca olacak şekilde düzenlenmiştir. Elde edilen verilere bölünmüş parseller

deneme desenine uygun şekilde JMP 8.0 istatistik programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre belirlenmiştir. Farklı grupların saptanmasında %5 hata seviyesi dikkate alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1'de verilen 3 yılın toplam göz sayısı, süren göz sayısı ve doğuş oranı değerlerinden terbiye şekilleri arasında bu bakımlardan farklılık bulunmazken süren göz sayıları 2GY uygulamasında daha yüksek çıkmıştır. Buna karşın 2015 yılında kontrol ve 1GY omcalarında doğuş oranının (sırasıyla %95 ve %93), 2GY uygulanan asmalardakinden (%89) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Delice ve Çelik (2005), İtalia, Hafızali ve Kozak Beyazı üzüm çeşitlerinde uygun terbiye şeklinin belirlenmesine yönelik çalışmalarında çift kollu kordon ile rasyonel pergola terbiye şekline ait omcalarda kışık gözlerin doğuş oranının %70 ile %100 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Trakya İlkeren çeşidinde kışık gözlerde doğuş oranı T terbiye şeklinde %83 ile %93 değerleri arasında Y terbiye şeklinde ise %84 ve %92 oranında belirlenmiştir. Literatürde de belirtildiği gibi kışık gözlerin doğuş oranı farklı terbiye şekline, budama tipine, asma üzerinde buldukları pozisyona ve iklim koşullarına göre değişmektedir.

Çizelge 2 incelendiğinde çalışmanın ilk yılı (2013 yılı) itibariyle omcadaki toplam salkım sayısı bakımından yapılan varyans analizine göre istatistiksel olarak önemlilik kaydedilmemiştir. Denemenin 2. yılında ise toplam salkım sayısı bakımından sadece göz yükü seviyeleri önemli bulunmuş, 3. yıl verileri terbiye şekli ile göz yükü seviyelerinin de önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Yapılan tüm uygulamalar değerlendirildiğinde fenolojik dönemler arasında çok fazla bir değişim belirlenmemiştir.

Çizelge 1. Trakya İlkeren çeşidinin T ve Y terbiye şekillerinde uygulanan farklı göz yükü seviyelerinin doğuş oranı (%) üzerine etkisi.

Table 1. The effect of Trakya İlkeren cultivar on the shooting rate (%) of different bud load levels applied in the T and Y training.

Uygulama		Toplam göz sayısı (n)			Süren göz sayısı (n)			Doğuş oranı (%)		
Terbiye şekli	Göz yükü**	2013 ^Y	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
T	Kontrol	50	44	35	45	36	34	90	83	95
	1GY	51	36	31	48	29	29	93	83	95
	2GY	69	60	37	62	49	33	91	82	89
Ortalama		56	46	34	51	38	32	91	83	93
Y	Kontrol	61	49	32	53	42	31	87	86	95
	1GY	45	30	28	40	27	26	89	88	92
	2GY	67	60	39	59	48	35	89	80	89
Ortalama		58	46	33	51	39	30	88	84	92
Göz yükü ort.	Kontrol	55	46	34ab	49b	39b	32ab	89	84	95a
	1GY	48	33	29b	44b	28c	27b	91	85	93ab
	2GY	68	60	38a	60a	48a	34a	90	81	89b
D %5 (T.Ş.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
D %5 (G.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	4.10	8.30	6.27	4.19	Ö.D.	Ö.D.	4.83
D %5 (T.ŞxG.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

1GY: 1. Göz yükü seviyesi, 2GY: 2. Göz yükü seviyesi, **Tüm göz yükü uygulamalarında ilk 500 g çubuk ağırlığı için 20; sonraki her 500 g için K'da 10; 1GY'de 5; 2GY'de 15 göz bırakılmıştır, ^Y: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır, Ö.D.: Önemli değil.

Çizelge 2. Trakya İlkeren çeşidinin T ve Y terbiye şekillerinde uygulanan farklı göz yükü seviyelerinin toplam salkım sayısı ve verim üzerine etkisi.

Table 2. The effect of Trakya İlkeren variety on the total cluster number and yield of different bud load levels applied in the T and Y training.

Uygulama		Salkım sayısı (n)			Verim (g omca ⁻¹)		
Terbiye Şekli	Göz yükü**	2013 ^Y	2014	2015	2013	2014	2015
T	Kontrol	26	55	35	3753	12586b	12115
	1GY	43	54	32	8658	14184ab	9547
	2GY	42	66	40	9990	18210ab	15113
Ortalama		37	58	36a	7467b	14993b	12258
Y	Kontrol	42	72	29	10486	23090a	11725
	1GY	37	49	25	7104	13237ab	8558
	2GY	52	77	35	11648	21177ab	13081
Ortalama		43	66	30b	9763a	19168a	11121
Göz yükü ort.	Kontrol	34	63b	32ab	7119b	17838b	11920b
	1GY	40	51c	28b	7881b	13710c	9052c
	2GY	47	71a	38a	10845a	19693a	14097a
D %5 (T.Ş.)		Ö.D.	Ö.D.	4.08	998.6	3235.3	Ö.D.
D %5 (G.Y.)		Ö.D.	9.4	6.11	2979	3962.6	2689.9
D %5 (T.ŞxG.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	6998.5	Ö.D.

1GY: 1. Göz yükü seviyesi, 2GY: 2. Göz yükü seviyesi, **Tüm göz yükü uygulamalarında ilk 500 g çubuk ağırlığı için 20; sonraki her 500 g için K'da 10, 1GY'de 5, 2GY'de 15 göz bırakılmıştır, ^Y: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır, Ö.D. : Önemli değil.

Çizelge 2'e göre, Y terbiye şekli ve 2GY seviyesi uygulanan omcalardan daha yüksek üzüm verimi elde edilmiştir. 2013 yılı üzüm verimi bakımından terbiye şekli ve göz yükü seviyeleri istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur. 2014 yılında ise, terbiye şekli ve göz yükü seviyeleri ile interaksiyon önemli, 3. yıl verileri itibarıyla ise yalnızca göz yükü seviyeleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır (**Çizelge 2**).

Trakya İlkeren çeşidinde üzüm veriminin farklı ve 2GY uygulamasında yüksek olmasının, kış budaması zamanında 2GY grubu omcalarda diğer göz yükü seviyelerine göre daha fazla süren göz sayısı elde edilmesine bağlı olarak daha fazla sürgün ve salkım sayısının elde edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Lenz-mozer, alçak kordon, pendelbogen ve Y şekillerinin omcalar üzerine etkisini araştıran **Reynolds ve ark. (1996)**, Y terbiye şeklinde omca başına salkım sayısını ve buna bağlı verimi diğer terbiye şekillerine göre daha yüksek bulmuşlardır. Literatürde anıldığı gibi bizim araştırmamızda da Y terbiye şekline ait omcalarda salkım sayısı T terbiye şekline göre ilk iki yıl istatistiksel önemde olmamakla birlikte yüksek çıkmış ve bu durum verime de yansımıştır. Y ve T terbiye şekilleri arasında salkım sayısı ve üzüm verimi açısından açıkça saptanamayan farklılık da bize deneme alanında kurulum maliyetleri dikkate alınarak iki şeklin de önerilebileceğinin işaretlerini vermiştir.

Çalışmamızda omca başına salkım sayısı daha fazla göz bırakılan 2 GY grubuna ait omcalarda daha yüksek düzeyde elde edilmiştir. **Polat ve Uzun (2007)** ile **Akın ve ark. (2012)**, araştırmalarında en yüksek verimi en fazla göz bırakılan omcalardan elde etmişlerdir. Ayrıca Y terbiye şekline alınan ortalama verim daha fazla saptanmıştır. **Çelik (2003)**, Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde farklı göz yükleri uygulamış ve fazla göz yükü uygulanan omcalardan ortalama 41.8 ile 46 adet salkım sayısı elde edilmiştir. Bu sonuçlar ile bizim çalışma verilerimiz benzerdir.

Dardeniz ve ark. (2007), tek kollu ve çift kollu kordon terbiye şekli verilen Müşküle üzüm çeşidinde salkım ağırlığı ile omca başına üzüm verimini daha fazla göz bırakılmış olan çift kollu kordon terbiye şeklinde daha yüksek düzeyde elde etmişlerdir. Bu sistemde ortalama salkım ağırlığı 377.8 g olarak, omca başına üzüm verimi ise ortalama 7391 g olarak belirlenmiştir.

Peterlunger ve ark. (2002), Pinot Noir üzüm çeşidinde basit guyot, çift guyot, yatay kordon ve dikey kordon terbiye şekillerini uygulayarak verim ve kalite özelliklerini incelemiştir. Farklı terbiye sistemlerine göre omca başına verim 0.9 kg -2.6 kg, salkım ağırlığı 78-94 g, SÇKM %17.5-18.0, pH 3.42-3.52, titrasyon asitliği 6.4-7.0 g L⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Yatay kordon sistemi diğerlerine göre, verim, SÇKM ve titrasyon asitliği bakımından daha iyi sonuç vermiştir.

İşçi ve Altındişli (2014)'nin araştırmalarında organik olarak yetiştirilen Trakya İlkeren omcalarına farklı kültürel uygulamalar yapılmış ve Kontrol grubu omcalarında verim değerleri 8.02 kg ile 8.43 kg arasında elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise üzüm verimi daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. **İşçi ve Gökbayrak (2014)**, yürüttükleri çalışmada Çift kollu Guyot terbiye şekli verilen Trakya İlkeren çeşidi Kontrol grubuna ait omcalarda üzüm verimini, 1. yıl 8.23 kg, 2. yıl 8.02 kg olarak belirlemişlerdir. Verim değerlerinin bizim araştırmamızda, bu değerlerden daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir (**Çizelge 2**). **Çelik (2003)**, Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidiyle yapılan çalışmada fazla göz yükü uygulanan omcalardan ortalama 15.91 kg üzüm verimi alındığını bildirmiştir. Bu sonuçlar bizim verilerimizle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3'e görüldüğü üzere, Trakya İlkeren çeşidinde salkım ağırlığı Y terbiye şekli omcalarında 2014 yılı ölçümlerinde istatistiksel olarak daha yüksek seviyede belirlenmiştir. Salkım ağırlığı bu şeklin verildiği asmalarda denemenin ilk yılında 210 g, 2. yıl 279.7 g ve 3. yıl 364.4 g olarak elde edilmiştir.

Denemenin 1. yılında salkım ağırlığı için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel önemlilik olmadığı görülmektedir. 2014 yılında terbiye şekli ile interaksiyon, denemenin 3. yıl verileri incelendiğinde ise yalnızca göz yükü seviyeleri açısından ortaya çıkmıştır (**Çizelge 3**).

Polat ve Uzun (2007), plastik serada yetiştirilen ve Y terbiye şekli verilen ve farklı asma şarjları uygulanan Trakya İlkeren çeşidinde, en yüksek salkım ağırlığı 12 (146 g) ve 18 (135 g) göz bırakılan asmalardan elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise Y terbiye şekli verilen Trakya İlkeren çeşidinde salkım ağırlığı 210 g ile 364.4 g arasında belirlenmiştir. **Akın ve ark. (2012)**, farklı ürün yükü seviyesi uyguladıkları çalışmalarında, en fazla verim ve salkım ağırlığı değerlerini daha çok göz bırakılan omcalardan elde etmişlerdir.

İşçi ve Altundişli (2014), organik olarak yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidi Kontrol grubuna ait omcalarında ortalama salkım ağırlığını 1. yıl 502.33 g, 2. yıl ise 343.50 g olarak belirlemişlerdir.

Dardeniz ve ark. (2007), tek kollu ve çift kollu kordon terbiye şekli verilen Müşküle üzüm çeşidinde çalışmışlardır. Salkım uzunluğunun, çift kollu kordon terbiye şekline ait omcılardan elde edilen salkımlarda tek kollu kordon terbiye şeklinden elde edilenlerden daha fazla (ortalama 20.03 cm) olduğunu saptamışlardır.

Denemenin her 3 yılında da 100 tane ağırlığı için yapılan analizlerin sonuçları bu bakımdan terbiye şekli ve göz yükü seviyeleri arasındaki farklılık ile interaksyonun önemli olmadığını göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4’de verilen SÇKM değerleri bakımından terbiye şekli ve göz yükü seviyeleri bakımından ortalamalar arasında önemlilik görülmemiştir. Titre edilebilir asitlik, denemenin 2. ve 3. yılında, en az sayıda gözün bırakıldığı 1GY uygulama omcalarından alınan salkım örneklerinde daha yüksek düzeyde

çıkıştır. Şıranın pH düzeyi üzerine uygulamaların önemli bir etkisi saptanmamıştır (Çizelge 4).

Polat ve Uzun (2007), serada yetiştirilen ve Y terbiye şekli verilen Trakya İlkeren çeşidinde yaptıkları çalışmada titre edilebilir asitlik %0.8, SÇKM oranını ise %15.2 olarak bulmuşken; bizim çalışmamızda titre edilebilir asitlik Y terbiye şeklinde ortalama %0.507 ve %0.730 arasında değişmiş, SÇKM düzeyi ortalama olarak %16.9 ile %18.2 arasında belirlenmiştir. İşçi ve Gökbayrak (2014), yürüttükleri çalışmada Çift kollu Guyot terbiye şekli verilen Trakya İlkeren çeşidi Kontrol grubuna ait üzümlerin SÇKM düzeylerini ortalama %16.53, asitlik düzeyini ortalama %0.696, pH’yı ise ortalama 3.67 olarak belirlemişlerdir. İşçi ve Altundişli (2014), farklı kültürel uygulamaların yapıldığı araştırmalarında, Trakya İlkeren SÇKM düzeylerini 1. yıl ve 2. yıl sırasıyla; %14.86 ile %18.16, asitlik düzeyini %0.351 ile 0.526, pH’yı ise 3.63 ile 3.99 olarak kaydetmişlerdir. Tangolar ve ark. (2018), Trakya İlkeren üzüm çeşidinde SÇKM ‘yi %16.35, titre edilebilir asitlik düzeyini %0.463, pH’yı ise 3.66 olarak bildirmişlerdir. Bu değerler bizim araştırma verilerimizi desteklemektedir.

Çizelge 3. Trakya İlkeren çeşidinin T ve Y terbiye şekillerinde uygulanan farklı göz yükü seviyelerinin salkım ve tane ağırlığı üzerine etkisi.

Table 3. The effect of Trakya İlkeren cultivar on the bunch and berry weight of different bud load levels applied in the T and Y training.

Uygulama			Salkım ağırlığı (g)			100 tane ağırlığı (g)		
Terbiye şekli	Göz yükü**	2013 ^Y	2014	2015	2013	2014	2015	
T	Kontrol	139	226.8b	349.5	291	350.5	306.4	
	1GY	234	259.5ab	305.1	378	357.2	322.7	
	2GY	222	262.7ab	374.7	359	360.6	323.1	
Ortalama		198	249.7b	343.1	343	356.1	317.4	
Y	Kontrol	214	309.6a	399.4	354	374.6	374.9	
	1GY	192	264.9ab	330.1	370	367.5	311.5	
	2GY	225	264.7ab	363.9	369	325.1	311.6	
Ortalama		210	279.7a	364.4	364	355.7	332.6	
Göz yükü ort.	Kontrol	176	268.2	374.4a	322	362.5	340.6	
	1GY	213	262.2	317.6b	374	362.3	317.1	
	2GY	223	263.7	369.2a	364	342.8	317.3	
D %5 (T. Ş.)		Ö.D.	28.58	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
D %5 (G.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	42.29	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
D %5 (T.ŞxG.Y.)		Ö.D.	49.51	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	

1GY: 1. Göz yükü seviyesi, 2GY: 2. Göz yükü seviyesi, **Tüm göz yükü uygulamalarında ilk 500 g çubuk ağırlığı için 20; sonraki her 500 g için K’da 10, 1GY’de 5, 2GY’de 15 göz bırakılmıştır, ^Y: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır, Ö.D.: Önemli değil.

Çizelge 4. Trakya İlkeren çeşidinin T ve Y terbiye şekillerinde uygulanan farklı göz yükü seviyelerinin sıra özellikleri üzerine etkisi.

Table 4. The effect of Trakya İlkeren variety on the characteristics of must of different bud load levels applied in the T and Y training.

Uygulama		SÇKM (%)			Asitlik (g 100 mL ⁻¹)			pH		
Terbiye şekli	Göz yükü**	2013 ^Y	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
T	Kontrol	16.0	18.9	17.0	0.456	0.507	0.729	3.79	3.82a	3.30
	1GY	16.9	18.1	16.9	0.463	0.532	0.766	3.75	3.75b	3.27
	2GY	16.5	18.0	16.8	0.484	0.516	0.673	3.73	3.73b	3.30
Ortalama		16.1	18.3	16.9	0.460	0.518	0.730	3.80	3.77	3.29
Y	Kontrol	17.4	18.1	16.9	0.568	0.503	0.724	3.72	3.76b	3.33
	1GY	17.3	17.9	17.0	0.512	0.543	0.763	3.71	3.74b	3.36
	2GY	16.7	18.7	16.9	0.505	0.474	0.701	3.70	3.81a	3.32
Ortalama		17.1	18.2	16.9	0.512	0.507	0.730	3.71	3.77	3.33
Göz yükü ort.	Kontrol	16.7	18.5	16.9	0.487	0.505ab	0.730ab	3.75	3.79	3.32
	1GY	17.1	18	16.8	0.487	0.537a	0.770a	3.73	3.74	3.32
	2GY	16.6	18.3	16.9	0.494	0.495b	0.690b	3.71	3.77	3.31
D %5 (T.Ş.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
D %5 (G.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.028	0.05	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
D %5(T.ŞxG.Y.)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.06	Ö.D.

1GY: 1. Göz yükü seviyesi, 2GY: 2. Göz yükü seviyesi, **Tüm göz yükü uygulamalarında ilk 500 g çubuk ağırlığı için 20; sonraki her 500 g için K’da 10, 1GY’de 5, 2GY’de 15 göz bırakılmıştır, ^Y: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmaktadır, Ö.D.: Önemli değil.

Mulero ve ark. (2010)'nın organik yetiştirilen Monastrell üzüm çeşidi ile yaptıkları çalışmada titre edilebilir asitlik düzeyi ortalama 0.658 g 100 ml⁻¹ ve pH 3.64 olarak belirlenmiştir. Trakya İlkeren çeşidinde T terbiye şeklinde asitlik düzeyi 0.460 ile 0.730 g 100 ml⁻¹, pH 3.29 ile 3.80 arasında saptanmış, Y terbiye şeklinde asitlik oranı 0.507 ile 0.730 g 100 ml⁻¹, pH 3.29 ile 3.80 değerleri arasında elde edilmiştir. Sonuçlarımız literatürle benzerlik göstermektedir.

Antioksidan aktivite bakımından Trakya İlkeren üzüm çeşidinde denemenin ilk yılında terbiye şekli ile göz yükü ortalamaları; denemenin 2. yılında interaksyon önemli olarak kaydedilmiştir. Trakya İlkeren çeşidinde 2013 ve 2014 yıllarında antioksidan aktivite düzeyi T terbiye şeklinde %94.20 ile %92.86 arasında değişirken; Y terbiye şeklinde %93.59 ile %93.21 olarak bulunmuştur. Trakya İlkeren çeşitlerinin antioksidan aktivite düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Trakya İlkeren çeşidinin T ve Y terbiye şekillerinde uygulanan farklı göz yükü seviyelerinin antioksidan aktivite üzerine etkisi.

Table 5. The effect of Trakya İlkeren cultivar on the antioxidant activity (%) of different bud load levels applied in the T and Y training.

Uygulama		% Antioksidan aktivite	
Terbiye şekli	Göz yükü**	2013 ^Y	2014
T	Kontrol	92.01	94.08ab
	1GY	93.25	94.44a
	2GY	93.31	94.09ab
Ortalama		94.20a	92.86
Y	Kontrol	93.64	93.62ab
	1GY	92.90	94.42a
	2GY	93.10	92.74b
Ortalama		93.59b	93.21
Göz yükü ort.	Kontrol	92.83b	93.85
	1GY	93.07ab	94.43
	2GY	93.21a	93.41
D %5 (T.Ş.)		0.48	Ö.D.
D %5 (G.Y.)		0.59	Ö.D.
D %5 (T.ŞxG.Y.)		Ö.D.	1.08

1GY: 1. Göz yükü seviyesi, 2GY: 2. Göz yükü seviyesi, **Tüm göz yükü uygulamalarında ilk 500 g çubuk ağırlığı için 20; sonraki her 500 g için K'da 10, 1GY'de 5, 2GY'de 15 göz bırakılmıştır. ^Y: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik farklılık bulunmaktadır, Ö.D.: Önemli değil.

Mulero ve ark. (2010), Monastrell üzüm çeşidinin organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinde denemenin 1. ve 2. yılında antioksidan aktivite düzeyini sırasıyla; 4.70 mM Trolox g⁻¹ ve 4.80 mM Trolox g⁻¹ ile 4.61 mM Trolox g⁻¹ ve 3.99 mM Trolox g⁻¹ olarak kaydetmişlerdir. Araştırmanın 2. yılında organik olarak yetiştirilen üzümlerde antioksidan aktivite, konvansiyonel yetiştirilen üzümlerden daha yüksek düzeyde elde edilmiştir. Du ve ark. (2012), Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Cabernet Gernischt, Muscat ile Red Globe üzüm çeşitlerinde antioksidan kapasite oranını sırasıyla %92.77, %89.30, %89.91, %85.59, %90.83 ve %85.75 olarak kaydetmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2007)'nin yürüttükleri çalışmada organik olarak yetiştirdikleri Merlot üzüm çeşidinde antioksidan aktivite düzeyini %86.55, Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde ise %83.60 bulmuşlardır. Bu değerler bizim bulgularımıza yakın değerler arasındadır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, organik olarak yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinde T ve Y terbiye şekilleri ile üç farklı göz yükü

seviyesi uygulamalarının üzümlerde verim ve kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, Y terbiye şeklinin T terbiye şekline farklı olarak; üzüm verimi, salkım sayısı, salkım ve tane ağırlığı ile antioksidan aktiviteyi (%) artırdığı belirlenmiştir. Göz yükü seviyeleri bakımından ise 2 GY uygulaması ile omcalarda daha yüksek düzeyde süren göz sayısı ve buna bağlı olarak verimin elde edilmesi sağlanmıştır. Y terbiye şekli ve 2GY uygulamasıyla Trakya İlkeren çeşidinin verim ve kalite parametrelerinde artış kaydedilmiştir. Bu bulgulara dayanarak çalışmada öne çıkan Y terbiye şekli ile 2GY seviyesinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmanın organik üzüm yetiştiriciliği koşullarında yapılmış olmasının da bu önerinin etkisini artırdığı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, ZF2013D2 proje numaralı Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Ağaoğlu YS (1973) Sürgün Gelişme İstikametleri ile Çeşitli Sentetik Kimyasal Maddelerin Asma Tomurcuk Verimliliğine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 618. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: Ankara.
- Ahmedullah M, Himmelrick DG (1990) Grape Management, Small Fruit Crop Management (Editors; D. G. Himmelrick, G. J. Galletta). The Haworth Press, 10 Alice Street Binghamton, Newyork, pp. 383-471.
- Akın A, Dardeniz A, Ateş F, Çelik M (2012) Effects of various crop loads and fertilizer on grapevine yield and quality. Journal of Plant Nutrition 35: 1949-1957.
- Bair KE, Davenport JR, Stevens RG (2008) Release of available nitrogen after incorporation of a legume cover crop in Concord Grape. Hortscience 43(3): 875-880.
- Christensen LP, Leavitt GM, Hirschfeld DJ, Bianchi ML (1994) The effects of pruning level and post-budbreak cane adjustment on thompson seedless raisin production and quality. American Journal Enology Viticulture 45(2): 141-149.
- Çelik M (2003) Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde bazı anaç ve kültürel uygulamaların üzüm verimi ve kalitesi ile vegetatif gelişmeye etkileri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Çelik S (2007) Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tekirdağ.
- Dardeniz A, Kaynaş K, Gümüş R, Nazlım M, Kızılcık İ (2007) Umurbey-Çanakale koşullarında yetiştirilen Müşküle üzüm çeşidinde (*Vitis vinifera* L.) farklı terbiye sistemlerinin üzüm verim ve kalitesine etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(42): 11-15.
- Delice A, Çelik S (2005) İtalia üzüm çeşidinde iki farklı terbiye şeklinde sürgün gelişimi ile üzüm kalitesi arasındaki ilişkiler. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(1): 43-52.
- Du B, He BJ, Shi PB, Li FY, Li J, Zhu FM (2012) Phenolic content and antioxidant activity of wine grapes and table grapes. Journal of Medicinal Plants Research 6(17): 3381-3387.
- Ergenoğlu F, Tangolar S, Gürsöz S (1991) Bazı üzüm çeşitlerinde farklı düzeylerde budamanın etkileri. Bahçe-Sera Dergisi 4: 27-30.
- FAO (2020) Food and agriculture organization of the united nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Erişim 13 Ocak 2020.
- Gök Tangolar S, Tangolar S, Tarım G, Kelebek H, Topçu S (2015) The effects of bud load and applied water amounts on the biochemical composition of the Narince grape variety (*Vitis vinifera* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 43(2): 380-387.

- Howell GS, Miller DP, Edson CE, Streigler RK (1991) Influence of training system and pruning severity on yield, vine size and fruit composition of vigneoles grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 42(3): 191-197.
- Index mundi (2019) Indexmundi. Com/Agriculture/?Country=Za&Commodity=Grapes&Graph=Production. Erişim 12 Temmuz 2019.
- İşçi B, Altındişli A (2014) Organik olarak yetiştirilen Alphonse Lavalley ve Trakya İlkeren (*Vitis vinifera* L.) cv. üzüm çeşitlerinde bazı kültürel uygulamaların verim ve kalite üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 31(3): 91-100.
- İşçi B, Gökbayrak Z (2014) Organik olarak yetiştirilen Alphonse Lavalley ve Trakya İlkeren (*Vitis vinifera* L.) cv. üzüm çeşitlerinde bazı kültürel uygulamaların verim ve kalite üzerine etkileri (Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt* 28(1): 13-17.
- Karataş H, Ağaoğlu S (2005) Asmalarda göz verimliliği. *Alatırım* 4(1): 13-22.
- Kelebek H, Canbaşı A, Selli S (2009) Effects of different maceration times and pectolytic enzyme addition on the anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Kalecik Karası wines. *Journal of Food Processing and Preservation* 33: 296-311.
- Luque-Rodríguez JM, Luque de Castro MD, Perez-Juan P (2005) Extraction of fatty acids from grape seed by superheated hexane. *Talanta* 68(1): 126-130.
- Mueller T, Thorup-Kristensen K (2001) N-Fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation biological. *Agriculture and Horticulture* 18(4): 345-363.
- Mulero J, Pardo F, Zafrilla P (2010) Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 569-574.
- Özden M, Vardin H (2009) Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin kalite ve fitokimyasal özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2): 21-27.
- Peterlunger E, Celotti E, Da Dalt, G Stefanelli, S Gollino G, Zironi R (2002) Effect of training system on Pinot Noir grape and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 53(1): 14-18.
- Polat İ, Uzun Hİ (2007) Plastik serada yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinde farklı terbiye sistemi ve asma şarjı uygulamalarının erkencilik, verim ve kalite faktörleri üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(2): 289-300.
- Power JF, Zachariassen JA (1993) Relative nitrogen utilization by legume cover crop species at three soil temperatures. *Agronomy Journal* 85: 134-140.
- Ranells NN, Waggoner MG (1996) Nitrogen release from grass legume cover crop monocultures and bicultures. *Agronomy Journal* 88: 777-782.
- Reynolds AG, Wardle DA, Naylor AP (1996) Impact of training system vine spacing and basal leaf removal on Riesling, vine performance, berry composition, canopy microclimate and vineyard labor requirements. *American Journal of Enology and Viticulture* 47(1): 63-75.
- Steinmaus S, Elmore CL, Smith RJ, Donaldson D, Weber EA, Roncoroni JA, Miller PRM (2008) Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. *European Weed Research Society Weed Research* 48: 273-281.
- Tangolar S, Tangolar S, Tarım G, Ada G, Alkan Torun A, Karayaka M (2018) Bazı erkenci sofralık üzüm çeşitlerinde farklı dozlarda besin çözeltilisi uygulamasının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Bahçe* 47 (Özel Sayı 1: Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu): 557-567.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2019) Tarım ve orman bakanlığı web sitesi. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>. Erişim 01 Kasım 2019.
- Tüik (2020) Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim 15 Ocak 2020.
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA (1974) *General Viticulture*. University of California Press. Berkeley, Los Angeles and London.
- Wongnarat C, Srihanam P (2017) Phytochemical and antioxidant activity in seeds and pulp of grape cultivated in Thailand. *Orient Journal Chemistry* 33(1): 113-121.
- Yıldırım HK, Altındişli A, Akçay YD, Güvenç U, Sözmen EY (2007) Physical characteristics and antioxidant activities of organic grapes. *Journal of Food Biochemistry* 31: 81-95.
- Zafrilla P, Morillas J, Mulero J, Cayuela JM, Martinez-Cacha A, Pardo F, Manuel J and Nicolas L (2003) Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal Agriculture Food Chemistry* 51: 4694-4700.



Determination of effects of some fungicides used in hazelnut growing areas against *Trichoderma* species

Fındık üretim alanlarında kullanılan bazı fungusitlerin *Trichoderma* türlerine karşı etkilerinin belirlenmesi

Elif YILDIRIM¹, I. Oguz OZDEMİR¹, Muharrem TURKKAN², Celal TUNCER¹, Rahman KUSHIYEV¹, Ismail ERPER^{1,3}

¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Samsun

²Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Ordu, Turkey

³Kyrgyz-Turkish Manas University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Bishkek, Kyrgyzstan

Corresponding author (Sorumlu yazar): I. O. Ozdemir, e-mail (e-posta): oguz.ozdemir@omu.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): elif.yildirim@omu.edu.tr, muharremturkkan@odu.edu.tr, celalt@omu.edu.tr, rahmankushiyev@gmail.com, ismail@omu.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 05 April 2020
Received in revised form 16 June 2020
Accepted 18 June 2020

Keywords:

Hazelnut
Powdery mildew
Fungicides
Mycoparasitic fungus
Trichoderma

ABSTRACT

In this study, the effects of some fungicides (boscalid+kresoxim methyl, fluopyram+tebuconazole, sulphur ve tetraconazole) used for control of powdery mildew disease in hazelnuts on *Trichoderma harzianum* (11-TTR-2), *T. hamatum* (F4), *T. atroviride* (T-4-5) and *T. asperellum* (T-11-25) were evaluated under *in vitro* conditions. The study showed that all concentrations (0.25×, 0.5×, 1.0× and 2.0×) of the fungicides significantly reduced the mycelial growth, spore germination and germ-tube elongation of *Trichoderma* isolates, when comparing to the control (P<0.05). Especially, fluopyram+tebuconazole was found to have the higher inhibitory effect to mycelial growth, spore germination and germ-tube elongation of all the isolates. Even at the lowest concentration (0.0625 mL L⁻¹) used in the study, fluopyram+tebuconazole completely inhibited the mycelial growth of *T. hamatum* and *T. asperellum*, whereas it reduced mycelial growth of *T. harzianum* and *T. atroviride* by 93.97% and 89.48%, respectively. On the other hand, tetraconazole at a much higher concentration (1.0 mL L⁻¹) were able to decrease the mycelial growth of *T. harzianum* and *T. atroviride* by 82.16% and 95.61%, respectively. Boscalid+kresoxim methyl and sulphur inhibited the mycelial growth of all four isolates at rates between 26.64-63.59% and 6.75-30.81%, respectively. The EC₅₀ and the minimum inhibitory concentration (MIC) values indicated that fluopyram+tebuconazole was more toxic to all the isolates than tetraconazole. As a result, this study showed that boscalid+kresoxim methyl and sulphur can be recommended in hazelnut orchards, where *Trichoderma* spp. should be used against *Xylosandrus germanus*.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 05 Nisan 2020
Düzeltilme tarihi 16 Haziran 2020
Kabul tarihi 18 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Fındık
Külleme
Fungisitler
Mikoparazitik fungus
Trichoderma

ÖZ

Bu çalışmada, fındıkta külleme hastalığının kontrolü için kullanılan bazı fungusit (boscalid+kresoxim methyl, fluopyram+tebuconazole, kükürt ve tetraconazole)'lerin *Trichoderma harzianum* (11-TTR-2), *T. hamatum* (F4), *T. atroviride* (T-4-5) ve *T. asperellum* (T-11-25) üzerine etkileri *in vitro* koşullarda değerlendirilmiştir. Çalışma, fungusitlerin bütün konsantrasyonları (0.25×, 0.5×, 1.0× ve 2.0×)'nın kontrol ile karşılaştırıldığında, *Trichoderma* izolatlarının misel gelişimini, spor çimlenmesini ve çim tüpü uzamasını önemli derecede azalttığını göstermiştir (P<0.05). Özellikle, fluopyram+tebuconazole'un dört izolatin misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüpü uzaması için daha yüksek engelleyici etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmada kullanılan en düşük konsantrasyon (0.0625 mL L⁻¹)'da bile fluopyram+tebuconazole, *T. hamatum* ve *T. asperellum*'ün misel gelişimi tamamen engellemiştir, halbuki *T. harzianum* ve *T. atroviride*'nin misel gelişimini sırasıyla %93.97 ve %89.48'e kadar azaltmıştır. Diğer taraftan, tetraconazole çok daha yüksek bir konsantrasyonda (1.0 mL L⁻¹) *T. harzianum* ve *T. atroviride*'nin misel gelişimini sırasıyla %82.16 ve %95.61'e kadar azaltabilmiştir. Boscalid+kresoxim methyl ve kükürt, dört *Trichoderma* izolatının misel gelişimini sırasıyla %26.64-63.59 ve %6.75-30.8 arasında değişen oranlarda engellemiştir. Fluopyram+tebuconazole'ün EC₅₀ ve minimum engelleyici konsantrasyon (MIC) değerlerinin tüm izolatlar için tetraconazole'den çok daha toksik olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışma boscalid+kresoxim methyl ve kükürtün *Trichoderma* spp.'nin *Xylosandrus germanus*'a karşı kullanılmasını gereken fındık bahçelerinde önerilebileceğini göstermiştir.

1. Introduction

Ambrosia beetles are among the most problematic insects of hazelnut in Turkey, which is the biggest hazelnut producer in the world. Although there are many species of these beetles on hazelnut trees in Turkey, the species including *Xylosandrus germanus* Blandford, *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xyleborinus saxesenii* Ratzeburg (Curculionidae: Scolytinae) are widespread and important pests (Tuncer et al. 2017; 2019).

The invasive ambrosia beetle *X. germanus* causes significant product losses on hazelnut due to draining branches or trees, especially in orchards along the Black Sea coast in Turkey where drainage problems occur. In addition to direct damage, *X. germanus* can harm the trees due to tunnelling in the sapwood of host trees and farming symbiotic fungi there. Like other ambrosia beetles, both adults and their larvae feed on the symbiotic fungi growing in the tunnels (Weber and McPherson 1983). Control of *X. germanus* living in the wood tissue of host trees, that protect beetle against insecticides, is very limited. Recently studies showed that entomopathogenic fungi [*Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorok, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., and *Isaria fumosorosea* Wize)] and endophytic fungi could be an eco-friendly alternative control strategy against *X. germanus* and its symbiotic fungi (Castrillo et al. 2011; 2016; Kushiyeve et al. 2018). The entomopathogenic fungi could be used to target adults and their brood, or mycoparasitic fungi, e.g., *Trichoderma* spp., could be used to target their associated symbiotic fungi (*Ambrosiella* spp.) (Castrillo et al. 2016). *Trichoderma* is a natural fungal genus that may be saprophytic or mycoparasitic. The members of the genus produce antifungal metabolites, which may compete, inhibit, or cause lysis of several structures of fungal pathogens (Benitez et al. 2004).

Castrillo et al. (2016) showed that *X. germanus* galleries in *T. harzianum*-treated beech stems had sparse symbiont growth, many with no or only a small number of eggs present. Similarly, in our study (unpublished) demonstrated that 4 *Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. atroviride* and *T. asperellum*) to be antagonistic effect against symbiotic fungus (*Ambrosiella grosmanii*) in the galleries of *X. germanus*. Also, majority of the galleries of the treated females did not have eggs and in some of them, decreased considerably compared to control. As a result, suppressing the growth of the symbiotic fungi will deny the developing brood nutrition for survival and limit beetle population increase (Castrillo et al. 2016).

For the last 6 years, powdery mildew by *Erysiphe corylacearum*, causing highly destructive symptoms and significant economic losses, is the most important disease in almost whole hazelnut producing areas in Turkey (Türkkan et al. 2018). In addition some cultural treatments (removal of infected leaves from orchards) against the powdery mildew,

application of fungicides including sulphur, carboxamides, strobilurin (Q_oI) and DeMethylation Inhibitors [(DMI) - Triazoles]) is treated intensely in all hazelnut areas where the disease occurs (GKGM 2020).

This study evaluated the effects of boscalid+kresoxim methyl, fluopyram+tebuconazole, sulphur and tetraconazole on *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. atroviride* and *T. asperellum* isolates.

2. Materials and methods

2.1. Fungal isolates

The isolates of *T. harzianum* (11-TTR-2), *T. hamatum* (F4), *T. atroviride* (T-4-5) and *T. asperellum* (T-11-25) were obtained from the culture collection of the Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection to use in this study. The isolates were maintained on potato dextrose agar (PDA; Oxoid Ltd., Basingstoke, UK) slants stored at 4°C for further studies.

2.2. Chemical fungicides

Collis SC, Luna Experience SC 400, Domark 10 EC and Saupolo 80 WG fungicides registered to control powdery mildew of hazelnut were purchased from BASF (Germany), BAYER (Germany), HEKTAŞ (Turkey) and ASTRANOVA (Turkey), respectively (Table 1). These fungicides were used at four concentrations (0.25×, 0.5×, 1.0× and 2.0×; where x is the field rate recommended by the manufacturer).

2.3. Effect of the fungicides on mycelial growth, conidial germination and germ-tube elongation

The antifungal effect of four fungicides on mycelial growth of *Trichoderma* spp. was evaluated according to Erper et al. (2018). Four concentrations of the fungicides were added to autoclaved PDA media, and then the ameliorated PDA media were dispensed aseptically into 9-cm-dia. Petri dishes (20 mL per Petri). Same amount of unamended PDA media were dispensed into the dishes for control. Mycelial discs (5-mm-dia.) cut from 7-day-old cultures of *T. harzianum* (11-TTR-2), *T. hamatum* (F4), *T. atroviride* (T-4-5) and *T. asperellum* (T-11-25) were placed on the centre of each medium, and the dishes incubated at 25°C in the dark. When the control fungal colonies had grown to the point of nearly covering the dishes, all dishes were measured at two perpendicular points. Mycelial growth values were converted into the percentage of mycelial growth inhibition (MGI), in relation to the control treatment by using the formula $MGI (\%) = [(dc - dt)/dc] \times 100$, where dc and dt represented mycelial growth diameter in control and amended Petri dishes, respectively. Each treatment has five replications, and the experiment was conducted once.

Table 1. The fungicides selected for *in vitro* tests.

Chemical group	Active ingredient	Trade name	Manufacturer	Registered concentrations in Turkey
Mixture	Boscalid+kresoxim methyl	Collis SC	Basf	0.30 mL L ⁻¹
	Fluopyram+tebuconazole	Luna Experience SC 400	Bayer	0.25 mL L ⁻¹
DMI ^a - Triazoles	Tetraconazole	Domark 10 EC	Hektaş	0.50 mL L ⁻¹
Sulphur	Sulphur	Saupolo 80 WG	Astranova	4.0 g L ⁻¹

^aDeMethylation Inhibitors (DMI).

The effect of fungicide on conidia germination and germ-tube elongation was carried out using the concentrations mentioned above. The concentrations of the fungicides were added to autoclaved PDA medium, and then the ameliorated PDA medium was dispensed aseptically into 6-cm-dia. Petri dishes (10 mL per Petri). Aliquots of 100 µl of spore suspension (1×10^5 conidia mL⁻¹) prepared from 7-10 day fungal cultures were added to the dishes containing PDA medium with the 4 concentrations of the fungicides added. The media without the fungicide were used as a control. The dishes were incubated at 24±1°C for 24 h under dark conditions. The percentage of inhibition of spore germination and germ-tube elongation were determined by measuring the germinated conidia in 4 different microscopic fields for each dish, using a CX31 model compound microscope (Olympus, Tokyo, Japan) at ×200 magnification. A total of 200 spores were observed for each dish. Conidia were regarded as germinated when germ-tube length was equal or greater than conidial length. The inhibition was expressed as percentage: $\{[\text{control (number of conidia or germ-tube length)} - \text{fungicide amended (number of conidia or germ-tube length)}] / \text{control (number of conidia or germ-tube length)}\} \times 100$. Three replicates were used for each fungicide, and each of the experiments was conducted once.

2.4. EC₅₀ and MIC values of the fungicides

Effective concentrations of fungicides causing a 50% reduction (EC₅₀) in mycelial growth of *Trichoderma* spp. were calculated using SPSS Probit Analysis (Erper et al. 2018). Mycelial growth was assessed, as described above, in PDA containing 0.25×, 0.5×, 1.0× and 2.0× concentrations of the fungicides. Minimum inhibitory concentration (MIC) values required to completely inhibit mycelial growth were also identified in parallel experiments.

2.5. Statistical analysis

The results of this study were separately subjected to analysis of variance (One-Way ANOVA) using the SPSS

Statistics Program, and significant differences between the means were determined by using Tukey's HSD test (P<0.05).

3. Results and Discussion

In this study, the effect of different concentrations of four fungicides (boscalid+kresoxim methyl, fluopyram+tebuconazole, sulphur and tetraconazole) on *Trichoderma* spp. was evaluated under laboratory conditions. The fungicides significantly reduced mycelial growth of *T. harzianum* (11-TTR-2), *T. hamatum* (F4), *T. atroviride* (T-4-5) and *T. asperellum* (T-11-25) compared to control (P<0.05) (Table 2). Even at the lowest concentration (0.0625 mL L⁻¹), fluopyram+tebuconazole completely inhibited mycelial growth of *T. hamatum* and *T. asperellum*, whereas it reduced mycelial growth of *T. atroviride* and *T. harzianum* by 89.48% and 93.97%, respectively. On the other hand, boscalid+kresoxim-methyl and sulphur reduced the mycelial growth of *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. atroviride* and *T. asperellum* by 55.53% and 30.81%, 58.78% and 29.97%, 63.59% and 28.40%, and 60.97% and 29.68% respectively, at their highest concentrations. With a few exceptions, tetraconazole at 1.0% had similar inhibitory effects as fluopyram+tebuconazole. Moreover, the inhibitory effects of these two fungicides were significantly different from those of boscalid+kresoxim-methyl and sulphur (P<0.05). These results are compatible with those of Sonavane and Venkataravanappa (2017), who showed 2000 ppm concentrations of sulphur to reduced the mycelial growth of *T. harzianum* by 16.02%. On the other hand, Suneeta et al. (2017) found that 250 ppm concentrations of tebuconazole, propiconazole, difenoconazole, propineb, and tebuconazole+trifloxystrobin totally inhibited the mycelial growth of *T. harzianum*. The same researchers observed that azoxystrobin, kresoxim-methyl, carbendazim and fosetyl aluminium reduced mycelial growth by 41.11%, 32.22%, 8.99% and 54.44%, respectively, at the highest concentration (2000 ppm). Similarly, Singh et al. (2016) reported that the thiophanate methyl and tebuconazole at 500 ppm concentration completely inhibited the mycelial growth of *T. harzianum*, while mancozeb+metalaxyl-M and carbendazin, even at the

Table 2. The inhibitory effects of different concentrations of four fungicides on mycelial growth of *Trichoderma* spp.

Fungicides	Concentrations (g mL ⁻¹)	Inhibition of mycelial growth (%)			
		<i>T. harzianum</i>	<i>T. hamatum</i>	<i>T. atroviride</i>	<i>T. asperellum</i>
Boscalid+kresoxim methyl	0.075	26.64 ^a ± 2.49 ^b hi ^c	30.03 ± 1.13 e	31.13 ± 0.72 h	32.68 ± 0.65 d
	0.15	40.14 ± 0.96 ef	42.96 ± 1.05 d	49.12 ± 0.71 g	42.82 ± 0.28 c
	0.3	44.76 ± 2.35 e	50.25 ± 0.86 c	56.31 ± 0.48 f	45.92 ± 4.12 c
	0.6	55.53 ± 0.46 d	58.78 ± 0.62 b	63.59 ± 0.54 e	60.97 ± 0.28 b
Fluopyram+tebuconazole	0.0625	93.97 ± 0.46 a	100.00 ± 0.00 a	89.48 ± 0.53 c	100.00 ± 0.00 a
	0.125	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
	0.25	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
	0.5	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a	100.00 ± 0.00 a
Sulphur	1.0	6.75 ± 0.58 jk	7.23 ± 0.53 h	7.28 ± 0.52 k	6.81 ± 0.29 f
	2.0	11.34 ± 1.53 j	17.44 ± 1.86 g	13.83 ± 1.23 j	11.92 ± 0.41 f
	4.0	21.92 ± 1.10 i	21.44 ± 1.62 f	20.60 ± 2.98 i	20.67 ± 0.46 e
	8.0	30.81 ± 0.78 gh	29.97 ± 0.76 e	28.40 ± 0.44 h	29.68 ± 0.49 d
Tetraconazole	0.125	35.43 ± 0.23 fg	100.00 ± 0.00 a	72.59 ± 0.47 d	100.00 ± 0.00 a
	0.25	41.98 ± 4.15 ef	100.00 ± 0.00 a	75.24 ± 0.35 d	100.00 ± 0.00 a
	0.5	68.54 ± 1.77 c	100.00 ± 0.00 a	92.72 ± 0.37 bc	100.00 ± 0.00 a
	1.0	82.16 ± 0.93 b	100.00 ± 0.00 a	95.61 ± 0.17 ab	100.00 ± 0.00 a
Control	0	0.00 ± 0.00 k	0.00 ± 0.00 i	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 g

^aValues represent the mean of five replications of fungicides concentrations used for *Trichoderma* spp. ^bMean values followed by standard error of the mean. ^cMeans followed by the same letter within same column are not significant different according to the Tukey's HSD (P<0.05).

highest concentration (2000 ppm) used in the study, could reduce the growth of the fungus by up to 94.5%, but the captan did not. Khan and Shahzad (2007) determined that carbendazim and thiophanate methyl suppressed the mycelial growth of *T. harzianum*, *T. pseudokoningii*, *T. longibrachiatum* and *T. viride* even at very low concentrations, and the latter fungicide completely inhibited the growth of *T. harzianum* at 10 ppm.

Of all four fungicides used in the present study, the most toxic for isolates of *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. atroviride* and *T. asperellum* was fluopyram+tebuconazole (Table 3). While the effectiveness of boscalid+kresoxim methyl and tetraconazole varied according to the species of *Trichoderma*, sulfur was non-toxic to none. The previous studies reported that systemic fungicides (hexaconazole, tridemorph propiconazole, triflumizole, triflumizole, bitertanol and azoxystrobin) are more toxic to *T. harzianum* than contact fungicides that have no inhibitory effects at low concentrations such as copper oxychloride and copper hydroxide (Sarkar et al. 2010). Similarly, Ranganathaswamy et al. (2012) found that benzimidazoles showed higher toxicity to *T. harzianum* and *T. virens* compared to chlorothalonil and triazoles, but the toxicities of sulphur, Bordeaux mixture, azoxystrobin and mancozeb were found to be much lower than that of the latter group. Bagwan (2010) found that *T. harzianum* and *T. viride* were most sensitive to captan, tebuconazole, carboxin+thiram, propiconazole and chlorothalonil, but were not susceptible to thiram, copper oxychloride and mancozeb. Roberti et al. (2006)

determined that all of *Clonostachys rosea*, *T. atroviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* and *T. viride* had low sensitivity to carboxin and thiram, but they had a high sensitivity to prochloraz. They also showed that guazatine, prochloraz and triticonazole were highly toxic for the mycelial growth of *T. viride*, and carboxin, guazatine and thiram were moderately insensitive for the mycelial growth of *T. harzianum*.

In the previous studies, several fungicides including prochloraz, guazatine, cyprodinil, fludioxonil, azoxystrobin, metalaxyl+mancozeb, metalaxyl+copper oxide, copper hydroxide, copper sulphate and copper oxide were found to be more effective to conidial germination of *Trichoderma* spp. (Roberti et al. 2006; Marcellin et al. 2018; Silva et al. 2018). The results of the present study showed that fluopyram+tebuconazole reduced the conidial germination of *T. harzianum* and *T. atroviride* by 84.13% and 81.58%, although it completely inhibited the conidial germination of *T. hamatum* and *T. asperellum* at the lowest concentration (0.0625 ml L⁻¹) (Table 4). In addition, this inhibitory effect was statistically different from the effects of other fungicides, with a few exceptions (P<0.05).

Generally, all four fungicides strongly decreased the germ-tube elongation of the *Trichoderma* species compared to control (Table 5). The effectiveness of the lowest fluopyram+tebuconazole concentration on germ tube elongation, with the exception of sulfur, was also similar to the highest level of the other two fungicides (P<0.05).

Table 3. The EC₅₀ and MIC values of the fungicides inhibiting mycelial growth of *Trichoderma* spp.

Fungicides	<i>Trichoderma</i> spp.							
	<i>T. harzianum</i>		<i>T. hamatum</i>		<i>T. atroviride</i>		<i>T. asperellum</i>	
	EC ₅₀ ^a	MIC ^b	EC ₅₀	MIC	EC ₅₀	MIC	EC ₅₀	MIC
Boscalid+kresoxim methyl	0.396	>0.6	0.297	>0.6	0.212	>0.6	0.301	>0.6
Fluopyram+tebuconazole	0.025	0.125	<0.0625	0.0625	0.032	0.125	<0.0625	0.0625
Sulphur	>8.0	>8.0	>8.0	>8.0	>8.0	>8.0	>8.0	>8.0
Tetraconazole	0.26	>1.0	<0.125	0.125	0.052	>1.0	<0.125	0.125

^aThe concentration that caused 50% reduction. ^bMinimum inhibitory concentration.

Table 4. The inhibition effects of different concentrations of four fungicides on conidial germination of *Trichoderma* spp.

Fungicides	Concentrations (g mL ⁻¹)	Inhibition of conidial germination (%)			
		<i>T. harzianum</i>	<i>T. hamatum</i>	<i>T. atroviride</i>	<i>T. asperellum</i>
Boscalid+kresoxim methyl	0.075	62.00±0.50 ^b f ^c	54.66±0.66 de	56.44±1.44 ef	51.06±1.06 e
	0.15	66.13±0.53 e	57.28±2.28 d	60.50±0.50 e	60.85±0.85 d
	0.3	71.69±0.19 d	72.70±0.70 c	72.84±0.84 d	70.60±0.39 c
	0.6	73.32±0.64 d	76.07±0.52 bc	77.97±0.97 cd	76.86±1.86 b
Fluopyram+tebuconazole	0.0625	84.13±0.25 c	100.00±0.00 a	81.58±1.58 c	100.00±0.00 a
	0.125	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	0.25	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	0.5	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Sulphur	1.0	27.58±1.58 i	27.36±1.36 h	25.66±0.66 h	21.70±1.70 h
	2.0	35.21±0.21 h	34.08±2.08 g	30.76±0.23 h	30.95±0.95 g
	4.0	37.77±0.77 h	39.71±0.71 f	43.10±1.10 g	41.74±0.25 f
	8.0	44.91±0.91 g	50.50±0.50 e	51.32±1.31 f	51.16±1.16 e
Tetraconazole	0.125	66.16±0.50 e	80.42±0.42 b	77.94±0.05 cd	100.00±0.00 a
	0.25	74.77±0.22 d	100.00±0.00 a	80.52±0.52 c	100.00±0.00 a
	0.5	83.52±0.85 c	100.00±0.00 a	88.76±1.76 b	100.00±0.00 a
	1.0	90.83±0.83 b	100.00±0.00 a	92.34±1.34 b	100.00±0.00 a
Control	0	0.00±0.00 j	0.00±0.00 i	0.00±0.00 i	0.00±0.00 i

^aValues represent the mean of three replications of fungicides concentrations used against *Trichoderma* spp. ^bMean values followed by standard error of the mean. ^cMeans followed by the same letter within same column are not significant different according to the Tukey's HSD (P<0.05).

Table 5. The inhibition effects of different concentrations of four fungicides on germ-tube elongation of *Trichoderma* spp.

Fungicides	Concentrations (g mL ⁻¹)	Inhibition of germ-tube elongation (%)			
		<i>T. harzianum</i>	<i>T. hamatum</i>	<i>T. atroviride</i>	<i>T. asperellum</i>
Boscalid+kresoxim methyl	0.075	23.32±2.41 ^b i ^c	30.68±0.83 f	38.63±2.32 g	41.24±1.89 f
	0.15	67.79±1.26 f	75.33±0.45 c	66.32±1.67 f	49.47±1.50 e
	0.3	78.18±1.20 e	76.18±0.48 c	84.19±0.77 cde	79.44±1.27 c
	0.6	87.76±0.61 bc	89.54±0.59 b	89.65±0.47 bc	91.37±0.70 b
Fluopyram+tebuconazole	0.0625	92.61±0.58 b	100.00±0.00 a	91.34±0.64 b	100.00±0.00 a
	0.125	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	0.25	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	0.5	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Sulphur	1.0	17.64±1.62 i	21.55±1.30 g	20.09±2.20 h	20.49±1.10 h
	2.0	30.04±1.52 h	37.15±1.47 e	42.65±1.60 g	29.46±2.04 g
	4.0	56.69±1.94 g	67.85±1.29 d	67.21±1.07 f	63.85±1.39 d
	8.0	78.82±1.47 de	76.64±0.41 c	79.59±0.99 e	84.05±0.49 c
Tetraconazole	0.125	29.19±2.17 hi	99.02±0.07 a	69.52±1.23 f	100.00±0.00 a
	0.25	61.04±1.31 g	100.00±0.00 a	82.28±0.81 de	100.00±0.00 a
	0.5	84.42±0.25 cd	100.00±0.00 a	85.89±0.66 bcd	100.00±0.00 a
	1.0	89.11±0.59 bc	100.00±0.00 a	98.55±0.10 a	100.00±0.00 a
Control	0	0.00±0.00 j	0.00±0.00 h	0.00±0.00 i	0.00±0.00 i

^aValues represent the mean of three replications of fungicides concentrations used against *Trichoderma* spp. ^bMean values followed by standard error of the mean. ^cMeans followed by the same letter within same column are not significant different according to the Tukey's HSD (P<0.05).

4. Conclusion

Invasive ambrosia beetle, *X. germanus* is one of the most economically important pests in hazelnut orchards of Turkey. Adults and larvae of the beetle feed only on symbiotic fungi cultivated by females in the galleries, so controlling the fungi means depriving the beetles from a food source. Mycoparasitic fungi, *Trichoderma* spp. could be used to target the symbiotic fungi. The fungicides applied for the control of *E. corylacearum* in hazelnut growing areas adversely affect the use of *Trichoderma* species. Consequently, the present study shown boscalid+kresoxim methyl and sulphur used hazelnut orchards to be less harmful against biocontrol fungi *Trichoderma* spp. than fluopyram+tebuconazole and tetraconazole. Therefore, boscalid+kresoxim methyl and sulphur, especially at low concentrations may be recommended in hazelnut orchards where *Trichoderma* spp. should be used against *X. germanus*. However, these fungicides should not be used at the same time with *Trichoderma* spp.

References

Bagwan NB (2010) Evaluation of *Trichoderma* compatibility with fungicides, pesticides, organic cakes and botanicals for integrated management of soil borne diseases of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. International Journal of Plant Protection 3: 206-209.

Benítez T, Rincón AM, Limón MC, Codon AC (2004) Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology 7(4): 249-260.

Castrillo LA, Griggs MH, Ranger CM, Reding ME, Vandenberg JD (2011) Virulence of commercial strains of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum* (Ascomycota: Hypocreales) against adult *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) and impact on brood. Biological Control 58(2): 121-126.

Castrillo LA, Griggs MH, Vandenberg JD (2016) Competition between biological control fungi and fungal symbionts of ambrosia beetles *Xylosandrus crassiusculus* and *X. germanus* (Coleoptera: Curculionidae): mycelial interactions and impact on beetle brood production. Biological Control 103: 138-146.

Erper İ, Kushiyeve R, Türkkkan M, Tuncer C (2018). Evaluation of some fungicides against symbiotic fungus *Ambrosiella hartigii* associated with *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 32(1): 60-66.

GKGM (2020) Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarim.gov.tr>. Erişim 10 Şubat 2020.

Khan MO, Shahzad S (2007) Screening of *Trichoderma* species for tolerance to fungicides. Pakistan Journal of Botany 39(3): 945-951.

Kushiyeve R, Tuncer C, Erper İ, Özdemir İO, Saruhan İ (2018) Efficacy of native entomopathogenic fungus, *Isaria fumosorosea*, against bark and ambrosia beetles, *Anisandrus dispar* Fabricius and *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 28(1): 55.

Marcellin ML, François ME, Valteri VA, Endali EMJ, Begoude BAD (2018) In vitro study of the compatibility of six fungicides with two strains of *Trichoderma asperellum*, biocontrol agents used against cacao black pod disease in Cameroon. International Journal of Innovation and Applied Studies 24(4): 1834-1848.

Ranganathaswamy M, Patibanda AK, Rao GN (2012) Evaluation of toxicity of agrochemicals on *Trichoderma* isolates in vitro. Journal of Biological Control 26(4): 391-395.

Roberti R, Badiali F, Pisi A, Veronesi A, Pancaldi D, Cesari A (2006) Sensitivity of *Clonostachys rosea* and *Trichoderma* spp. as potential biocontrol agents to pesticides. Journal of Phytopathology 154(2): 100-109.

Sarkar S, Narayanan P, Divakaran A, Balamurugan A, Premkumar R (2010) The in vitro effect of certain fungicides, insecticides, and biopesticides on mycelial growth in the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. Turkish Journal of Biology 34(4): 399-403.

Silva MAFD, Moura KED, Moura KED, Salomão D, Patricio FRA (2018) Compatibility of *Trichoderma* isolates with pesticides used in lettuce crop. Summa Phytopathologica 44(2): 137-142.

Singh C, Sharma N, Singh BR (2016) *Trichoderma harzianum*: mass multiplication and its interaction with different fungicides. Journal of Biotechnology and Biosafety 4(1): 332-338.

Sonavane P, Venkataravanappa V (2017) Compatibility Studies of *Trichoderma harzianum* isolate with fungicides used against soil

- borne disease in Coorg Mandarin-Pepper-Coffee Plantations. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6(8): 346-354.
- Suneeta P, Kumar SV, Aiyathan KEA, Nakkeeran S (2017) Promissory Action of *Trichoderma* spp. and fungicides in the management of *Fusarium* wilt of gerbera. Journal of Pure and Applied Microbiology 11(1): 241-247.
- Tuncer C, Knizek M, Hulcr J (2017) Scolytinae in hazelnut orchards of Turkey: clarification of species and identification key (Coleoptera, Curculionidae). ZooKeys 710: 65.
- Tuncer C, Kushiye R, Erper İ, Özdemir İO, Saruhan İ (2019). Efficacy of native isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the invasive ambrosia beetle, *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 29(1): 28.
- Türkkan M, Erper İ, Eser Ü, Baltacı A (2018) Evaluation of inhibitory effect of some bicarbonate salts and fungicides against hazelnut powdery mildew. Gesunde Pflanze 70: 39-44.
- Weber BC, McPherson JE (1983) Life history of the ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Scolytidae). Annals of the Entomological Society of America 76(3): 455-462.



Amerika domates genetik kaynakları merkezinden temin edilen domates hatlarının *Fusarium* etmenlerine karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi

Identification of resistance reactions of tomato accessions to *Fusarium* pathogens obtained from American tomato genetics resources center

Semra CAN¹, Gülşen ERBERK², Özer ÇALIŞ³

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kampüs, 07059, Konyaaltı, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): Ö. Çalış, e-posta (e-mail): ozercalis@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): cansemra07@gmail.com, gl.brk512@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Nisan 2020
Düzeltilme tarihi 02 Eylül 2020
Kabul tarihi 04 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

Domates
Fusarium solgunluğu
Patojenisite
Dayanıklılık

ÖZ

Domates Türkiye’de ve dünya’da en çok üretimi yapılan sebzelerden birisidir. Özellikle Antalya ilinde kışlık domates üretiminin %60’dan fazlası üretilmektedir. Üretim yoğun yapıldığı domates seralarında çok ciddi biyotik hastalık etmenleri bulunmaktadır. Domateste üretimini sınırlayan önemli hastalık etmenlerinden birisi, kök ve kök boğazı çürüklüklerine neden olan *Fusarium* etmenleridir. Bu çalışmanın amacı; domates üretiminde sorun olan yerel *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* izolat 14 (FOL14) ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* izolat 12 (FORL12) etmenlerine karşı Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden (TGRC) temin edilen 20 domates hattının testlenerek reaksiyonlarının belirlenmesidir. Patojenisite testleri LA3473 (*S. lycopersicum*) bitkilerinin FORL12’ye çok hassas olduğunu ve inokulasyondan 21 gün sonra tüm bu bitkilerin öldüğünü göstermiştir. Testlenen 20 domates hattının FOL14’e karşı dayanıklı oldukları bulunmuştur. Böylece ilk defa Antalya domates üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* etmenleri uluslararası bilinen 20 domates hattıyla testlenmiştir. Testlenen bu hatlar gerek anaç olarak gerekse sahip oldukları genetik dayanıklılık özellikleriyle *Fusarium* etmenlerinin kontrolünde kullanılabilecektir.

ARTICLE INFO

Received 30 April 2020
Received in revised form 02 September 2020
Accepted 04 September 2020

Keywords:

Tomato
Fusarium wilt
Pathogenicity
Resistance

ABSTRACT

Tomato is one of the most important vegetable in the world and Turkey. Especially, Antalya province has been producing more than 60% of winter tomato production alone in Turkey. There are very serious biotic diseases that limit the production of tomatoes in this intensive production area. One of the major disease pathogens which restrict the production of tomato is soil-borne *Fusarium* species. Aims of the study to investigate resistance reactions of local *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* isolate 14 (FOL14) and *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* isolate 12 (FORL12) with inoculating 20 tomato accessions obtained from Tomato Genetic Resources Center (TGRC). Pathogenicity tests revealed that only LA3473 (*S. lycopersicum*) plants were enhanced susceptible and died at 21 post days inoculation to FORL12 isolate. However, all tested 20 tomato accessions against FOL12 were resistant found. Therefore, local *Fusarium* isolates have tested against internationally known tomato lines. These resistant accessions either rootstocks or genetic resistance sources will be used to control *Fusarium* species.

1. Giriş

Domates dünyada ve ülkemizde en yaygın üretilen ve tüketilen aynı zamanda ekonomik olarak önemli yere sahip olan sebzelerden birisidir. Günümüzde domates genelde taze tüketildiği gibi daha çok gıda sanayinde dondurulmuş, kurutulmuş ve salça olarak da tüketilmektedir (Paksoy 2003; Türkomp 2016). Türkiye’de domates üretimi özel bir yere

sahiptir. Açıkta ve seralarda yapılan domates üretimi ticari olarak her yıl artarak devam etmektedir. Domates üretimi ülkemizde en fazla Akdeniz Bölgesi’nde (3137800 ton), il olarak ise Antalya’da (2421247 ton) yapılmaktadır (TÜİK 2019). Bu veriler Türkiye’nin dünya domates üretiminde önemli

bir paya sahip olduğunu ve ekonomik açıdan üretimde büyük bir değer oluşturduğunu göstermektedir (FAO 2020).

Domates yetiştiriciliği sırasında karşılaşılan hastalık ve zararlılar ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Gerek örtü altı gerekse açık alanlarda yetiştirilen domateslerde kalite ve ürün kaybında biyotik ve abiyotik faktörler önemli derecede etkili olmaktadır. Etkisi açısından en önemli biyotik etmenler funguslar, bakteriler ve virüslerden oluşmaktadır (Aktaş 2015). Tarım ürünlerinde olduğu gibi açık ve kapalı alanlarda yetiştirilen domates bitkileri birçok hastalık etmeninin tehdidi altındadır. Domateste *Fusarium* hastalıklarına neden olan toprak kökenli fungal etmenler büyük ürün kayıplarına neden olmaktadır (Agrios 2005). Hastalığa dair ilk kayıtlar, Japonya ve ABD’de gerçekleştirilmiştir (Agrios 2005). Hastalık etmeni patojenin iki farklı alt-türü vardır: *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Snyder ve Hansen 1940) vasküler solgunluğa ve *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis ve Shoemaker 1978), taç ve kök çürümmesine neden olmaktadır. Her iki *Fusarium* etmeni toprak kaynaklıdır ve domates yetiştiriciliği yapılan alanların çoğunda görülmektedir (Agrios 2005).

Fusarium türleri, dünyada Antartika kıtası hariç tundra, çöl, tropik ve subtropik iklimlere adapte olmuş bitkilerde hastalıklar oluşturmaktadırlar. *Fusarium* türleri birçok kültür bitkisinde patojenik olabildiği gibi fillofer ve rizosferde saprofitik olarak yaşamlarını sürdürebilmektedirler (Gordon ve Martyn 1997).

FOL, toprak kökenli bitki patojeni olup *Hyphomycetes* sınıfı bir fungustur. Domateste oluşturduğu *Fusarium* solgunluğu (wilt) belirtisi ile bilinen hastalık ilk defa 1895 yılında İngiltere’de tanımlanmıştır. FOL özellikle sıcak iklime sahip alanlarda sıklıkla büyük ürün kayıplarına neden olmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde tek bir üretim sezonunda Florida ve diğer güney eyaletlerde tüm domates üretimini yok ettiği bilinmektedir (Agrios 2005).

FORL birçok bitki türünün rizosfer bölgesinde ortaya çıkan ölü dokularla beslenen, nekrotrof bir fungustur. Patojen geniş bir konukçu bitki türüne sahiptir (Agrios 2005). Hastalıktan etkilenen alt yapraklarda sararmalar başlamakta ve yaprak kısa süre sonra hemen düşmektedir. Belirtiler bitkinin gövdesinde ya da yapraklarında tek taraflı olarak görülmektedir. Sararan yapraklarda solgunluk ve ölümler gerçekleşmekte olup hastalanan kökler ve yan kökler siyah bir renk alarak çürümektedirler. Hastalıktan etkilenen bitkiler bir an önce generatif döneme geçmekte ve bu bitkiler ya çüce kalmakta ya da hiç meyve vermemektedir. Eğer ana gövde kesilirse gövde boyunca koyu kahverengi bir çizginin uzandığı görülür. Bu kahverengi çizgi gövdeden çiçeğin taç yaprağına kadar tüm iletim sisteminin etkilediğini göstermektedir (Agrios 2005). Fide devresinde hastalık belirtisi ilk önce solgunluk olarak kendini gösterir ve daha sonra fideler ölmektedir. Köklerin ölmesinden dolayı bitkiler sararmakta ve solmaktadır. Bitkilerin toprak yüzeyine yakın gövdesinden enine kesit alındığında iletim demetlerinde kahverengi halka görülmekte olup renk değişimi gövdenin üst kısımlarına kadar ilerlemektedir (Jones ve ark. 1991).

Fusarium kök çürüklüğüne karşı kültürel mücadele çok etkili bir mücadele yöntemi değildir. Bitkilerin mümkün olduğunca uzun süre hastalıktan etkilenmemesi için; eski nekroz oluşturmuş köklerin yerine geçebilecek yeni köklerin oluşabilmesi amacı ile bitkilere boğaz doldurması yapılmalıdır. Topraksız kültürde (torf veya volkanik tuf + torf) daha fazla kök elde etmek için kök boğazına biraz torf eklenmelidir (Agrios 2005). Güneş enerjisiyle toprak sterilizasyonu, sıcak iklim

koşulları altında başarılı olmasına karşın serin iklim koşulları için pratik olmamaktadır. Seralarda toprağa solarizasyon uygulaması hastalık etmenin kontrolünde en etkili yöntemdir (Agrios 2005). Hastalıkla mücadelede hızlı bir tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin olması ve bitkide bağışıklığın kazandırılması ile ileri dönem hastalıklarına karşı da koruma sağlanması önemlidir (Aşkın 2008).

Sistemik etkili fungusit uygulamaları bitki köklerine lokal sulama ile veya gübre uygulama sistemleri ile verilebilir. *Fusarium*’un ırkları bu sistemik fungusitlere karşı birkaç uygulamadan sonra dayanıklı hale geçmektedirler. Üstelik bu ilaçlar topraksız kültürde kaya yünü üzerinde bazı fitotoksiste risklerini taşımaktadır (Jones ve ark. 1991; Blancard 1994). Fungisitler fungal hastalıkların mücadelesinde ümit verici olmalarına karşın, fitotoksite, çevre kirliliği ve insan sağlığına zararlı etkileri nedeniyle problem oluşturmaktadırlar (Vellaisamy 2002).

Hastalık etmenini genel olarak dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıyla kontrol altına alınabilmektedir. FOL ırk 1 ve 2’ye karşı hem poligenik hem de monogenik genler dayanıklılığı sağlamaktadır. FOL ırk 3’e karşı son zamanlarda monogenik dayanıklı domatesler geliştirilmiştir (Catanzariti ve ark. 2014) FORL hastalık etmenine karşı dayanıklı domates bitki materyalleri ve *Frl* dayanıklılık genleri dominant karakterde dayanıklılığı sağlamaktadır (Devran ve ark. 2018).

Günümüzde *Fusarium* hastalıklarına dayanıklı domates çeşitlerinin çoğu yurt dışından getirilmektedir. Ancak yurtdışındaki *Fusarium* izolatlarına karşı dayanıklılığı bilinen bu domatesler Türkiye’deki *Fusarium* izolatlarına karşı aynı dayanıklılığı sağlayamamaktadırlar. Bu çalışmanın amacı Antalya ilinden toplanan yerel 2 *Fusarium* türüne karşı Amerika Domates Genetik Kaynaklarından temin edilen 20 domates hattının dayanıklılık durumlarını belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

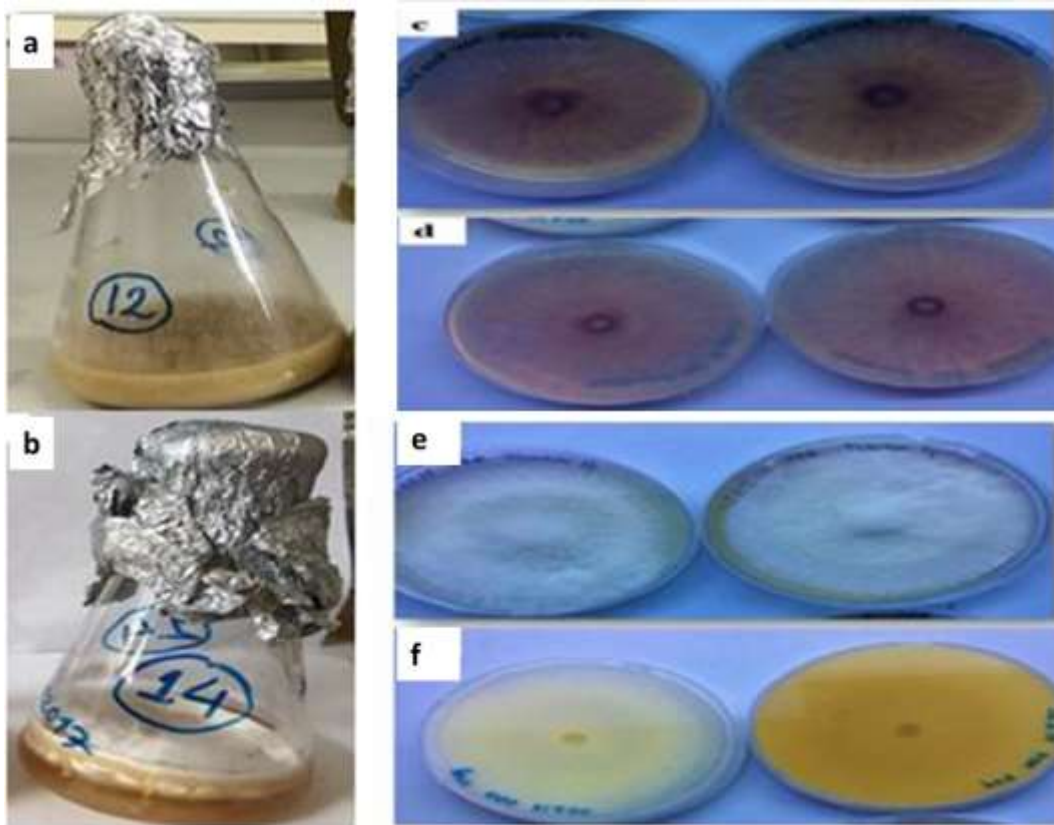
Çalışmada kullanılan FOL ve FORL izolatları 2015-2016 yıllarında yapılan güdümlü örnekleme surveylerinde toplanmıştır. Antalya ve ilçelerinde domates üretilen alanlarda kök ve kök boğazı hastalık belirtisi gösteren seralardan 18 *Fusarium* izolatı elde edilmiş olup bu izolatlardan en virulent olan FOL14 race 2 ve FORL12 çalışmalarda kullanılmıştır. Bu FOL14 race 2 ve FORL12 izolatları Amerikan Domates Genetik Kaynakları (TGRC) merkezinden temin edilen 20 domates hattı (Şekil 1) üzerine 10 ar tekerrürlü olarak inokule edilerek testlenmiştir.

Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Moleküler Mikoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. TGRC den temin edilen 20 domates hattının tohumları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi seralarında torf-perlit (1 volüm:1 v) karışımı içeren saksılarda çimlendirilerek gelişen fideler aynı karışımı içeren büyük saksılara şaşırtılmıştır. Gerek çimlenme gerekse saksılara şaşırtılan domates bitkileri 14 saat (s) gündüz ve 10 s gece ışık rejiminde ve 24±3°C sıcaklığında tutulmuşlardır. Bu koşullarda yetiştirilen 3-4 gerçek yapraklı bitkilerin kök ve çevresine 10 ml 2×10⁶ spor ml⁻¹ konsantrasyonunda Patates Dekstrozo Broth (PDB) ortamında geliştirilen (Şekil 2a) makro ve mikrokondia sporlarından oluşan inokulum bırakılmıştır. Patojenisite testlerinin etkinliğini artırmak için spor inokulasyonundan 3 gün sonra Patates Dekstrozo Agar (PDA) besi yerinde geliştirilen (Şekil 2b) FOL14 race 2 ve FORL12 izolatlarından mantar delici (corkborer) ile 5 mm çapında alınan diskler bitkilerin kök çevresine bırakılmıştır.



Şekil 1. Amerika Domates Genetik Kaynakları Merkezinden temin edilen 20 domates hattının fenotipik görünümü.

Figure 1. Phenotypes of 20 tomato accessions obtained from American Tomato Genetics Resources Center (TGRC).



Şekil 2. Patates Dekstroz Broth ortamında a) FORL12 ve b) FOL14 race 2 izolatlarının gelişimi. Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında gelişen FORL12 izolatının üstten (c) ve alttan (d) görünümü ve FOL14 race 2 izolatının üstten (e) ve alttan (f) görünümüleri.

Figure 2. The (a) FORL12 and (b) FOL14 race 2 isolates grown on Potato Dextrose Broth (PDB) and Potato Dextrose Agar (PDA) mediums. The grown FORL12 isolate adaxial (b) and abaxial (d), and FOL race 2 isolate adaxial (e) and abaxial (f) views.

2.1. Bitkilerde hastalık gelişiminin değerlendirilmesi

Patojenisite testlerinde TGRC den temin edilen 20 domates hattı FOL14 race 2 ve FORL12 izolatlarıyla inoküle edildikten sonra hastalık gelişimleri ilk hafta her gün, sonraki 14., 21. ve 28. günlerde değerlendirilmiştir. FOL14 race 2 ve FORL12 izotları ile inoküle edilen domates bitkilerindeki hastalık gelişmeleri aşağıdaki verilen 5 basamaklı 0-4 skalası

kullanılarak değerlendirilmiştir (Altınok ve Kamberoğlu 2005). Hastalık derecelendirmesinde kullanılan skala: 0: Gözle görülebilir hastalık semptomu yok, 1: Solgunluk başlangıcı, alt yapraklarda ince damarlarda renk açılması, 2: Bitkinin yarısında solgunluk, gelişme geriliği, klorosis ve nekrosis, 3: Genel solgunluk, yapraklarda kuruma, dökülme ve uçlardan geriye doğru ölüm, 4: Kuruma ve ölüm şeklindedir. (Chandler ve Santelman 1968; Altınok ve Kamberoğlu 2005). Çalışmalarda

Hazera 5656 F1 bitkileri hassas negatif kontrol olarak kullanılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmada FORL12 ve FOL14 race 2 izolatları ile testlenen 20 domates hattındaki hastalık gelişimleri 28 gün boyunca değerlendirilmiştir. Çalışmalarda LA3473 domates hattı hariç tüm domates hatları her iki patojene dayanıklı (hastalık skoru (HS: 0) bulunmuştur (Çizelge 1). FORL12 ile inokule edilen LA3473 domates bitkileri (HS: 4) kuruma ve ölüm belirtileri göstermiştir (Çizelge 1). Buna karşılık LA3473 domates bitkileri FOL14 race 2 'ye karşı gözle görülebilir hastalık semptomu oluşturmayarak (HS: 0) dayanıklı fenotip göstermişlerdir (Çizelge 1). Hem FORL12 hem de FOL14 race 2 izolatlarıyla inokule edilen Hazera 5656 F1 bitkilerinde tipik hastalık belirtileri (HS: 4) saptanmıştır. Gerek FORL12 gerekse FOL14 race 2 ile inokule edilen domates bitkilerinin köklerinden re-izolasyonlar yapılmış olup yalnızca LA3473, Hazera 5656 F1 domates bitkilerinin köklerinden *Fusarium* izolasyonları yapılabilmektedir. LA3473 ve Hazera 5656 F1 domates bitkilerinin köklerinden yeniden izole edilen fungus kolonileri mikroskopik ve morfolojik olarak değerlendirilmiş olup izole edilen fungusların LA3473 bitkisinde FORL12,

Hazera 5656 F1 bitkilerinde ise FORL12 ve FOL14 race 2 olduğu bulunmuştur (Şekil 3). Çalışmada diğer domates hatlarının köklerinden yapılan re-izolasyonlarda herhangi bir *Fusarium* etmeni gelişimi olmaz iken inokule edilen saksılardaki tüm torf-perlit karışımlarından yapılan re-izolasyonlarda hem FORL12 hem de FOL14 race 2 etmenlerinin PDA besisi ortamında çok geliştikleri bulunmuştur.

Patojenisite testlerinde kullanılan FORL12 ve FOL14 race 2 inokulasyonları sonucunda yalnızca LA3473 domates hattının FORL12 ile hastalanması (Şekil 3) nedeniyle çalışmada kullanılan 20 hat içerisinde en hassas hat olduğunu anlaşılmaktadır. Kullanılan iki *Fusarium* izolatı kendi arasında karşılaştırıldığında LA3473 domates hattında FORL12 izolatının tipik hastalık belirtisi göstermesi nedeniyle FOL14 race 2 izolatından daha virulent olduğu anlaşılmaktadır. Hassas Hazera 5656 F1 bitkileri her iki patojene inokule edildikten kısa süre sonra yoğun *Fusarium* solgunluğu belirtileri gösterirken FOL14 race 2 ile inokule edilen bitkilerde inokulasyondan 14 gün sonra bitkilerde hastalık şiddetinde bir miktar azalma olurken FORL12 ile enfekteli Hazera 5656 F1 bitkilerin hastalık şiddetinde herhangi bir azalma belirlenmemiştir.

Çizelge 1. *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis-lycopersici*12 ve *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*14 race 2 ile inokule edilen bitkilerdeki hastalık gelişimlerinin 0-4 skalasına göre değerlendirilmesi.

Table 1. Development of disease scores with *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis-lycopersici*12 and *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*14 race 2 inoculated plants according 0-4 scale.

Domates Hattı ve Çeşit İsmi	Hastalık Skoru		Domates Hattı ve Çeşit İsmi	Hastalık Skoru	
	FORL12	FOL14 race 2		FORL12	FOL14 race 2
LA0276 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA2818 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA0490 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA2820 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA0687 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA2830 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA1312 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA2934 <i>Solanum pimpinellifolium</i>	0	0
LA1777 <i>S. Habrochaites</i>	0	0	LA3046 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA1932 <i>S. Chilense</i>	0	0	LA3129 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA1995 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA3473 <i>S. lycopersicum</i>	4	0
LA2444 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA4286 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA2458 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA4440 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA2779 <i>S. Chilense</i>	0	0	LA4442 <i>S. lycopersicum</i>	0	0
LA0276 <i>S. Lycopersicum</i>	0	0	LA2818 <i>S. lycopersicum</i>	0	0



Şekil 3. FORL12 ile inokule edilen LA3473 domates hattının görünümü. a) Domates bitkilerinde genel solgunluk. b) LA3473 domates bitkisinde kök ve kök boğazında hastalık belirtisi.

Figure 3 Views of FORL12 with inoculated LA3473 tomato accession. a) Tomato plants have typical wilting appearance. b) LA3473 tomato accession has root and crown rot symptoms.

4. Tartışma

Çalışmalarda kullanılan domates hatları içerisinde LA2830 (*S. lycopersicum*) FORL'ye karşı dayanıklılık sağlayan *Frl* geni içerirken LA0276 (*S. lycopersicum*), LA0490 (*S. lycopersicum*) ve LA4286 (*S. lycopersicum*) domates hatlarının FOL etmenine dayanıklılığı sağlayan *I* geni içerdiği Domates Genetik Kaynaklar Merkezinde belirtilmektedir. Aynı Merkez LA4286 (*S. lycopersicum*) domates hattının FOL race 2'ye karşı dayanıklılığı sağlayan *I-2* geni içerdiğini belirtilmekte olup yapmış olduğumuz patojenisite testlerinde bu domates hatlarının FORL12 ve FOL14 race 2'ye dayanıklı bulunması nedeniyle bu hatlardaki dayanıklılık genlerinin testlenen *Fusarium* izolatlarına karşı hala dayanıklılığı sağladığı düşünülmektedir.

Fusarium türlerinin kontrolünde genetik olarak dayanıklılık genlerini içeren çeşitler geliştirmek için ıslah çalışmalarının en iyi yol olduğu belirlenmiştir (Morid ve ark. 2012). Benzer şekilde yaptığımız çalışmada kullanılan 20 TGRC domates hattından 19 tanesi FORL12 ye dayanıklı olduğu anlaşılmıştır. FORL12 ye hassas bulunan LA3473 domates hattı aynı zamanda FOL14 race 2'ye dayanıklı bulunmuştur. Gerek bu dayanıklı LA3473 gerekse diğer dayanıklı hatların Antalya domates üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* etmenlerine dayanıklı bulunması gelecekte yapılacak ıslah çalışmaları için bir kaynak olarak kullanılabilme yolunu açmıştır. Yapılacak moleküler çalışmalar ile bu dayanıklı çeşitlerdeki genlerin bilinen genlerle aynı ya da farklı allel genlerden kaynaklandığı yada *Fusarium* izolatlarındaki patojenisiteye etki eden avirulenslik genlerinin ortaya konabilmesi için önemlidir.

Yapılan çalışmalarda FORL ile ilgili genetik dayanıklılığın tek bir baskın *Frl* geni tarafından sağlandığı Roberts ve ark. (2001) tarafından bildirilmiştir. Bu *Frl* genin domatesin 9. kromozomunda yer aldığı aynı zamanda domateste *Tobacco Mosaic Virus*'e dayanıklılığı sağlayan resesif *Tm-2* genine yakın yerde (> 5 cM) bulunduğu belirlenmiştir (Fazio ve ark. 1999; Vakalounakis ve ark. 1997). Benzer bir şekilde çalışmamızda FORL12 izolatına dayanıklılık sağlayan domates hatlarının TMV hastalık etmeni ya da onun günümüzde problem olan *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) ile testlenmesiyle bu önemli virüs hastalığı genetik olarak kontrol altına alınabilecektir.

Yaptığımız ön çalışmalar, izole edilen 18 *Fusarium* izolatı içinde FOL14 race 2 ve FORL12 izolatlarının en virulent izolatlar olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim burada kullanılan FORL12 ve FOL14 race 2 izolatlarının testlenn 20 bitki hattı üzerinde FORL12 izolatının daha virulent olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar *Fusarium* izolatlarının konukçu bitkiyi enfekte edebilmek için farklı avirulent genlerini kullandığını ve konukçu bitkide ortak yada farklı dayanıklılık gen(ler)i hedef aldığını göstermektedir. Nitekim gelecekte kalıcı genetik bir dayanıklılık için moleküler olarak FOL ve FORL etmenlerinin sahip olduğu avirulent genlerinin bitki dayanıklılık genleriyle olan etkileşimlerini (Garcia ve ark. 2018) ortaya koyabilmek için *Fusarium* effektör genleri ve konukçu domates bitkisi ilişkileri laboratuvarımızda araştırılmaktadır.

Hastalıkların kontrolünde kimyasal ilaçların kullanımı en kolay ve en etkili yol gibi görünmekle birlikte, kimyasalların kalıcı etkilerinin insan ve çevre sağlığı yönünden doğurduğu tehlike göz önünde tutulursa hastalıklara karşı dayanıklı çeşit kullanımının önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. FOL ve FORL hastalık etmenlerine karşı dayanıklı hatların belirlenmesi, bunlardaki farklı dayanıklılık mekanizmalarının karakterize edilmesi ve gelecekte dayanıklı bitkilerin kullanılması

bugünden yarın için yapılması gereken bir yatırım olarak değerlendirilmelidir.

Akdeniz Bölgesi'nde örtü altı domates yetiştiriciliğinde FOL ve FORL hastalık etmenleri neden olduğu solgunluk hastalığı her yıl ciddi sorunlar oluşturmaktadır (Yücel ve Çınar, 1989). *Fusarium* solgunlukları olarak bilinen bu hastalıklara karşı dayanıklı çeşitler kullanılmaktadır (Can ve ark. 2004; Çolak ve Biçici 2011; 2012). Ancak yurtdışından dayanıklı olarak getirilen domates çeşitleri Türkiye'deki *Fusarium* izolatlarıyla test edilmediği için bu dayanıklı olarak bilinen çeşitler FOL ve FORL karşı hassaslık göstermektedirler (Hajlaoui ve ark. 2001; Hibar 2007). Bu çalışmayla ilk defa Antalya domates üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* solgunluk etmenleri; FORL12 ve FOL14 race 2 dünyaca bilinen TGRC domates hatları ile testlenerek fenotipik ve genotipik özellikleri belirlenmiştir.

5. Sonuç

Patojenisite testlerinde dayanıklı olduğu bulunan LA0276, LA0490, LA0687, LA1312-3, LA1777, LA1932, LA1995, LA2444, LA2458, LA2779, LA2818, LA2820, LA2830, LA2934, LA3046, LA3129, LA4286, LA4440, LA4442 domates hatlarının ilk etapta anaç olarak kullanımı, sonrasında yapılacak moleküler çalışmalar ile dayanıklı bitkilerin üretimine olanak sağlanacaktır. Mevcut dayanıklılık kaynakları olarak kullanılan domates bitkilerine karşı alternatif bir dayanıklılık kaynağı test edilmiştir. *Fusarium* solgunluklarına karşı genetik olarak dayanıklı bitkilerin bulunmasıyla bu hastalık etmenlerine dayanıklı olarak bulunan domatesler üzerine aşı yapılacak elit domatesler ile fungal etmeden etkilenmeden üretim yapılması kısa vadede sağlanabilecektir. Dayanıklılıkla birlikte uygulanacak ıslah yöntemleri, biyoteknolojik uygulamalar ile *Fusarium* hastalıkları tamamen kontrol edilebilecektir Bu çalışma toprak kökenli hastalık etmeni *Fusarium*'a karşı dayanıklılık kaynaklarını açıkça ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

- Agrios GN (2005) Plant pathology. Fifth edition, Elsevier Press, Amsterdam.
- Aktaş S (2015) Domates öz nekrozuna neden olan etmenlere karşı pgpr ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Altınok HH, Kameroğlu MA (2005) Adana ve Mersin illerinde patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının yaygınlığı ve şiddeti. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20: 1-8.
- Aşkın A, Katırcıoğlu Z (2008) Ankara ili ayaş, beypazarı ve nallıhan ilçelerindeki domates fideliklerinde çökerten hastalığına neden olan bazı fungal patojenlere karşı patojen olmayan *Pseudomonas*'ların etkisinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Blancard D (1994) A colour atlas of tomato diseases observation, identification and control. INRA Vegetable Pathology Unit France.
- Can C, Yücel S, Korolev N, Katan T (2004) First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey. Plant Pathology 53: 814-814.
- Catanzariti AM, Lim GTT, Jones DA (2014) The tomato *I-3* gene: a novel gene for resistance to *Fusarium* wilt disease. New Phytologist 207: 106-118.
- Chandler JM, Santelman PW (1968) Interaction of four herbicides with *Rhizoctonia solani* on seedling cotton. Weed Science 16: 453-454.

- Çolak A, Biçici M (2011) Doğu Akdeniz bölgesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* special formlarının simptomatolojik ayırımı ile solgunluk ve kök- kök boğazı çürüklüğü hastalıklarının çıkış, şiddet ve yaygınlıklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 51: 331-345.
- Çolak A, Biçici M (2012) PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicislycopersici* and races of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* of tomato in protected tomato growing areas of Eastern Mediterranean Region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 37: 457-467.
- Devran Z, Kahveci E, Hong Y, Studholme D, Tör M (2018) Identifying molecular markers suitable for *Frl* selection in tomato breeding. Theoretical and Applied Genetics 131: 1-7.
- FAO (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations. At <http://www.fao.org/statistics/en/> Erişim 17 Nisan 2020.
- Fazio G, Stevens M, Scott JW (1999) Identification of RAPD markers linked to *Fusarium* crown and root rot resistance (*Frl*) in tomato. Euphytica 105: 205-210.
- García E, Benavides A, Flores M, Robledo A, Juárez A, González S (2018) A molecular vision of the interaction of tomato plants and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant Diseases. Intechopen.722127.
- Gordon TR, Martyn RD (1997) The evolutionary biology *Fusarium oxysporum*. Annual Review of Phytopathology 35: 111-128.
- Hajlaoui MR, Hamza N, Gargouri S, Guermeh A (2001) Apparition en Tunisie de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, agent de la pourriture des racines et du collet de la tomate. OEPP/EPPO Bulletin 31: 505-507.
- Hibar K, Edel-Herman V, Steinberg C, Gautheron N, Daami-Remadi M, Alabouvette C, El Mahjoub M (2007) Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* populations isolated from tomato plants in Tunisia. Journal of Phytopathology 155: 136-142.
- Jarvis WR, Shoemaker RA (1978) Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. Phytopathology 68: 1679-1680.
- Jones JB, Jones JP, Stall RE, Zitter TA (1991) Compendium of Tomato Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, USA.73.
- Morid B, Hajmansoor S, Kakvan N (2012) Screening of resistance genes to fusarium root rot and fusarium wilt diseases in tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars using RAPD and CAPs markers. Pelegia Research Library 2: 931-939.
- Paksoy M (2003) Konya ekolojisinde değişik ekim-dikim zamanlarında yetiştirilen bazı sanayilik domates çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17: 6-9.
- Roberts PD, Mcgovern RJ, Datnoff LE (2001) *Fusarium* crown and root rot of tomato in Florida. University of Florida, IFAS Extension.
- Snyder WC; Hansen HN (1940) The species concept in *Fusarium*. American Journal of Botany 27: 64-67.
- TÜİK (2019) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselstatistik> Erişim 07 Mayıs 2020.
- Türkomp (2016) Ulusal Gıda Kompozisyon veri tabanı <http://turkomp.gov.tr/main>. Erişim 11 Nisan 2020.
- Vakalounakis DJ, Laterrot H, Moretti A, Ligozigakis EK, Smardas K (1997) Linkage between *Frl* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* resistance) and *Tm-2* (*Tobacco mosaic virus* resistance-2) loci in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Annual Applied Biology 130: 319-323.
- Vellaisamy R, Thiruvengadam R, Ramasamy S (2002) Induction of defense-related protein in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pf1 and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Plant and Soil 239: 55-68.
- Yücel S, Çınar A (1989) Domates *Fusarium* solgunluğuna (*fusarium oxysporum* schlecht, f.sp. *lycopersici* (sacc.) snyd. and hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının etkileri. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 13: 1372-1393.

Arı sütü 10- Hidroksi-2-Dekanoik asit (10-HDA) miktarı ne olmalıdır?

What should be the amount of 10- Hydroxi-2-Decanoic Acid (10-HDA) in royal jelly?

Merve KESKİN¹, Ash ÖZKÖK², Fatma YAYLACI KARAHALİL³, Sevgi KOLAYLI⁴

¹Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik

²Hacettepe Arı ve Arıcılık Araştırma ve Uygulama Merkezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

³Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maçka Meslek Yüksekokulu, Trabzon

⁴Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author): M. Keskin, e-posta (e-mail): merveozdemirkeskin@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): asozkok@gmail.com, fkarahalil@hotmail.com, skolayli61@yahoo.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 02 Haziran 2020
Kabul tarihi 25 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

10-HDA
Arı sütü
Yağ asidi

ÖZ

Arı sütü binlerce çiçekten özümşenen nektar ve çiçek polenleri ile bal arılarının enzimlerini de içeren, akıcı jel halinde ve kremi-beyaz renkteki etkili bir salgıdır. Besin değeri yüksek bu ürün amino asit, peptit, protein ve minerallerden oluşur. Arı sütünün en önemli özelliği diğer arı ürünlerinde bulunmayan kısa zincirli hidroksi yağ asitlerince zengin oluşudur. Anti-bakteriyel, anti-tümoral, ve immün sistemi uyarıcı özelliğe sahip arı sütünün majör yağ asidi trans-10-hidroksi-2-dekanoik asit (10-HDA)'dır. Yapılan bu çalışma ile farklı yıllarda toplanan arı sütü örneklerinin nem ve 10-HDA miktarı tayin edildi. HPLC-UV ile ölçülen 10-HDA miktarının yıllara göre ortalama %2.1 ile %2.6 arasında değiştiği tespit edildi. Arı sütü nem içeriğinin ise ortalama %62.6 ile %66.5 arasında değiştiği tespit edildi.

ARTICLE INFO

Received 04 March 2020
Received in revised form 02 June 2020
Accepted 25 June 2020

Keywords:

10-HAD
Royal jelly
Fatty acid

ABSTRACT

Royal jelly is an effective secretion of creamy-white color with flowing gel that contains nectar of thousands of flower pollen and enzymes of honey bees. Royal jelly is very rich in nutritional value. It contains a wide variety of enzymes, peptides and amino acids. There are short-chain hydroxy fatty acids found in royal jelly but not found in other foods, which are claimed to have anti-tumor, anti-bacterial, and immune regulatory activity. Trans-10-hydroxy-2-decanoic acid (10-HDA) is the major fatty acid in royal jelly and its amount in royal jelly is an important indicator. In this study, 10-HDA, in royal jelly samples collected in different years, were determined by using HPLC-UV. The moisture content of royal jelly samples was determined gravimetrically. It was found that the amount of 10-HDA varied between 2.1 and 2.6% on average per year. It was determined that the moisture content of royal jelly was between 62.6% and 66.5% on average.

1. Giriş

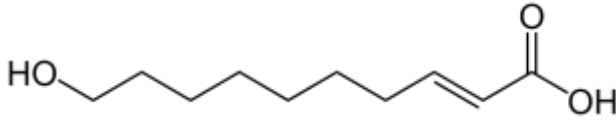
Apiterapi arı ve arı ürünlerinin bazı hastalıkların tedavisinde tamamlayıcı ve destekleyici olarak kullanılmasıdır (GETAT Yönetmeliği 2014). Arı zehri başta olmak üzere, bal, polen ve arı sütünün apiterapide doğrudan kullanımı oldukça yaygındır.

Arı sütü işçi arıların hipofaringeal (boğaz) ve mandibular glandlarından (alt çene) salgılanır ve ana arının larva döneminde ve yaşam süresi boyunca önemli rol oynar (Tamura ve ark. 2009). Arı sütü binlerce çiçekten özümşenen nektar ve çiçek polenleri ile bal arılarının enzimlerini de içeren, akıcı jel halinde ve kremi-beyaz renkteki etkili bir karışımdır. Çok çeşitli vitamin, enzim, protein, peptitler ve aminoasitler içerir. Bu nedenle arı sütü yüksek besin değerine sahiptir.

Ana arı ve işçi arılar yumurta dönemlerinde aynı genetik yapıya sahiptirler. Fakat larva dönemlerinde ana arının işçi arılara göre farklı oranlarda ve sürelerde, yüksek kalitede arı sütü ile beslenmesi nedeniyle anatomik, fizyolojik ve morfolojik yapılarında belirgin farklılaşmalar meydana gelir. Sadece 6 günlük bu farklı beslenme sonucunda ana arı hastalıklara direnç kazanmakta, günde kendi ağırlığının iki katı kadar (1500-3000) yumurta üretebilmekte ve 3-5 yıl kadar yaşayabilmektedir. İşçi arılar ise, zayıf immün sistemlerinden dolayı daha kolay hastalanırlar, dişi oldukları halde yumurta bırakamazlar ve sadece 2-3 ay yaşarlar. İki birey arasındaki bu derece farklılaşmanın temel nedeninin arı sütü ile beslenmelerinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Kolaylı ve ark. 2015). Arı

sütü genel olarak vücutta hücre yenilenmesi, üretimi ve metabolizması üzerinde etkili olduğundan organizmanın bütün dokularında canlılık ve bunun sonucunda sağlık, enerji, bağışıklık ve dinçlik kazandırdığı bilinmektedir. Bu yönüyle akla gelecek bütün sağlık sorunlarında kullanılması yönünde çalışmalar bir hayli artmıştır. Arı sütünün antioksidan, sinir sistemini düzenleyici, kanda şeker ve kolesterolü düşürücü, karaciğeri koruyucu, tansiyonu düşürücü ve kan basıncını düzenleyici, anti-tümör, antibiyotik, anti-inflamatuar, bağışıklık sistemini düzenleyici, anti alerjik, genel tonik ve anti-aging gibi farmakolojik özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Pavel ve ark. 2011). Bu özelliklerinden dolayı arı sütü pek çok ülkede ticari bir üründür ve medikal ürünlerde, gıdalarda ve kozmetiklerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Nagai ve ark. 2004).

Arı sütünde bulunup diğer gıdalarda bulunmayan ve anti-tümör, anti-bakteriyel ve immün sistemi düzenleyici aktivitesi ve hormonal etkinliği olduğu ileri sürülen kısa zincirli hidroksi yağ asitleri bulunmaktadır. Arı sütünün kuru ağırlığının %3-%19 arasında lipit içerdiği, yağ asitlerinin nötrallipitler, steroidler, hidrokarbonlar olduğu belirtilmiştir (Ramadana ve Ghamdi 2012; Terada ve ark. 2011). Arı sütü yağ asitleri daha çok kısa zincirli 8-10 karbonlu dikarboksilik asitler gibi çoğu bitki ve hayvanlarda bulunmayan yağ asitleridir (Ramadana ve Ghamdi 2012). Arı sütünde majör yağ asidi olarak kabul edilen trans-10-hidroksi-2-dekanoik asit (10-HDA) (Şekil 1) arı sütü için bir marker olarak kabul edilir ve arı sütünün kuru ağırlığının yaklaşık %0.5-%3.5'ini 10-HDA'nın oluşturduğu ifade edilmektedir (Kamakura ve ark. 2001; Garcia-Amoedo ve ark. 2007; Liu ve ark. 2008; Ramadana ve Ghamdi 2012; Kanelis ve ark. 2015; Yukunc 2019).



Şekil 1. 10-Hidroksi-2-dekanoik asit (10-HDA).

Figure 1. 10-Hydroxy-2-decanoic acid (10-HDA).

Ülkemizde tüketim miktarı gittikçe artan arı sütünün üretim miktarında da artış bulunmaktadır. Artan talep karşısında arı sütünde tağış olup olmadığını tespit edebilmenin yollarından biri de arı sütü için önemli bir bileşeni olan 10-HDA miktarını belirlemektir. Bu nedenle arı sütü 10-HDA miktarı oldukça

önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışma ile Türkiye’de farklı yıllarda toplanan arı sütlerinin 10-HDA ve nem miktarları tespit edildi. Arı sütü nem miktarı ile 10-HDA miktarının yıllara göre değişimi belirlenerek nem miktarı ve 10-HDA miktarı arasında ilişki olup olmadığı tespit edildi.

2. Materyal ve Metot

2.1. Arı sütü temini

Arı sütü örnekleri Türkiye’de üretim yapan tecrübeli arıcılardan temin edildi. Arı sütü örneklerinin toplandığı iller Şekil 2’de belirtildi. Arıcılardan toplanan örnekler liyofilize edildi ve analiz yapılmaya kadar -18°C’de saklandı. 2015 yılında 3 örneğin, 2016 yılında 4 örneğin, 2017 yılında 6 örneğin, 2018 yılında 30 örneğin ve 2019 yılında ise 62 örneğin analizi yapıldı.

2.2. Nem miktarı tayini

Nem tayini için her örnekten ayrı ayrı 1 g tartıldı. Daha sonra 3 saat boyunca 105°C’de bekletildi. Süre sonunda arı sütü örnekleri sabit tartıma gelene kadar desikatörde soğutuldu. Bu işlem her bir örnek için üç kez tekrarlandı (Horwitz ve Latimer 2000).

2.3. 10-HDA miktarı tayini

10-HDA miktarı ultraviyole absorban dedektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC, VWR Hitachi Chromaster HPLC-UV) cihazı kullanılarak belirlendi. Ölçümler en yüksek absorban değerinin elde edildiği 215 nm’de yapıldı (Kim ve Lee 2010). C-18 (150 x 4.6 mm) kolonun kullanıldığı çalışmada mobil faz metanol, su ve fosforik asit (55: 45: 2.2) ve akış hızı 1.0 mL min⁻¹ olarak optimize edildi, numune enjeksiyon hacmi 3 µL olarak belirlendi (Kim ve Lee 2010). Standart olarak metil 4-hidroksibenzoat (MHB) kullanıldı. Kalibrasyon çözeltileri 160 µg mL⁻¹ stok 10-HDA çözeltilisinin (0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10, 20, 40, 80 ve 160 µg mL⁻¹) seyreltilmesiyle elde edildi. Elde edilen kalibrasyon grafiğinin R² değeri 0.9998 olarak belirlendi.

2.4. İstatistik

Elde edilen deneysel verilerin ortalama, standart sapma değerleri ve korelasyon katsayısı Microsoft excel programı kullanılarak hesaplandı.



Şekil 2. Arı sütü örneklerinin toplandığı iller.

Figure 2. Provinces where royal jelly samples collected.

3. Bulgular

3.1. Nem miktarı tayini

Yapılan analizler neticesinde arı sütü nem içeriğinin yıllara göre ortalama 62.6 ± 0.5 ile 66.5 ± 1.0 arasında değiştiği tespit edildi (Şekil 3).

3.2. 10-HDA miktarı tayini

Elde edilen verilere göre arı sütü 10-HDA içeriği yıllara göre ortalama 2.1 ± 0.17 ile 2.6 ± 0.10 arasında değiştiği belirlendi (Şekil 4 ve Şekil 5). Nem miktarı ve 10-HDA miktarı arasındaki korelasyon katsayısı 0.68 olarak hesaplandı.

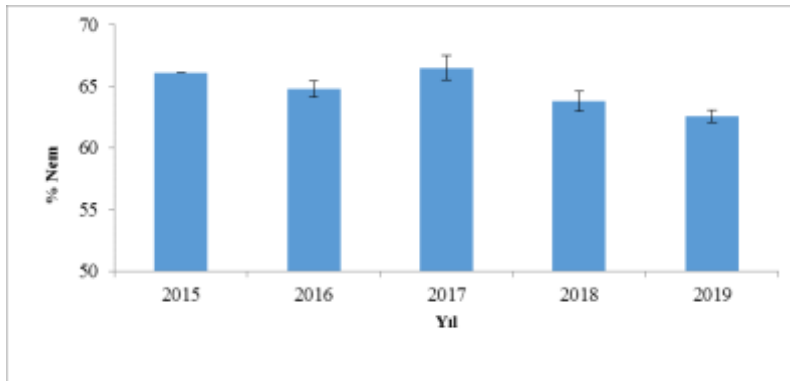
4. Tartışma

Apiterapi uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte fonksiyonel gıda olarak kullanımı artan arı sütü yüksek besin içeriği ile büyümeyi tetiklediği, bağışıklık sistemini, nörojeni ve hafızayı güçlendirdiği, diyabet, kalp damar hastalıkları, yaşlanma ve metabolik sendroma karşı koruyucu olduğu, üreme hücrelerinin sayı ve kalitesini iyileştirdiği, yara iyileşmelerini kolaylaştırdığı, anti-bakteriyel, antiviral, antifungal, antiinflamatuar ve antitümoral aktivite gibi fonksiyonel pek çok özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir (Uçar 2018).

Arı sütünün %60-70 arasında su, %10-16 arasında protein, %7-13 total şeker oranına sahip olduğu Fransız arı sütleri ile

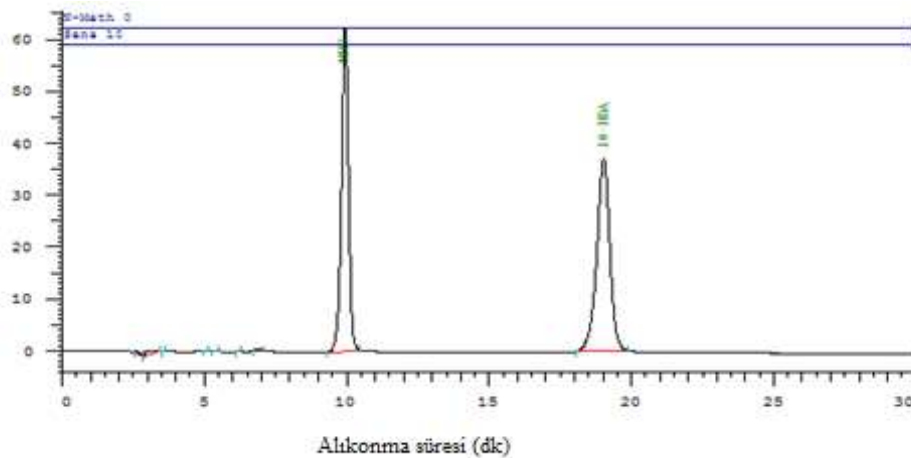
yapılan çalışma ile bildirilmiş ve bu çalışmada 10-HDA değerinin %1.4 ile %3.7 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Wytrychowski ve ark. 2013). Arı sütü kompozisyonun sezona, ekolojik şartlara ve toplandığı bölgenin özelliklerine bağlı olduğu bildirilmektedir (Zheng ve ark. 2010). Elde edilen verilerin bu ifade ile uyumlu olduğu tespit edildi. Kolaylı ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada Anadolu arı sütlerinin 10-HDA değerlerinin %1 ile %3.9 ve nem miktarının %62.6 ile %73 arasında değiştiği ifade edilmektedir. Ayrıca uluslararası arı sütü standardı olan ISO/DIS 12824 (2016)'e göre arı sütü 10-HDA değerinin minimum %1.4 nem miktarı ise minimum %62 maksimum % 68.5 olması gerektiği ifade edilmektedir. Yapılan bu çalışma neticesinde nem miktarı ve 10-HDA miktarı arasındaki korelasyon katsayısı 0.68 olarak hesaplandı. Bu durum nem miktarı ve 10-HDA arasında zayıf bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Yavuz ve Gürel (2017) yapmış oldukları çalışmada ticari arı sütü örneklerinin 10- HDA miktarlarının %0.75 ile %3.11 arasında değiştiği nem miktarının ise %63.1 ile %73.5 arasında değiştiği ifade edilmektedir. Fakat uluslararası arı sütü standardına göre (ISO/DIS 12824 2016) arı sütü 10-HDA değerinin minimum %1.4 olması gerekmektedir. Bu değer altında 10-HDA içeren örneklerin arı sütü olmama ya da katkılı ürün olma ihtimali oldukça yüksek olduğu ifade edilmiştir (Yavuz ve Gürel 2017).



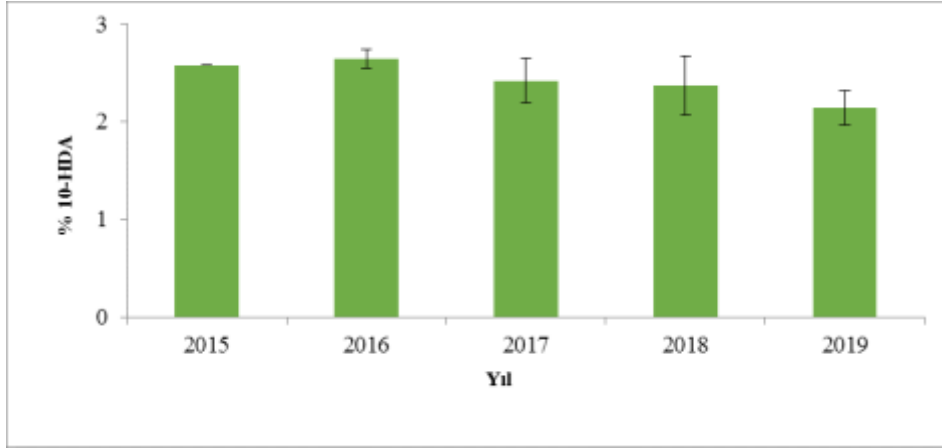
Şekil 3. Farklı yıllarda üretilmiş arı sütlerinin ortalama nem miktarları.

Figure 3. Mean value of moisture content (%) for royal jelly in different years.



Şekil 4. 10-HDA kromatogramı: 1: Internal standard metil-4-hidroksibenzoat(MHB) 2: 10-HDA.

Figure 4. Chromatogram of 10-HDA: 1: Internal standard (MHB), 2: 10-HDA.



Şekil 5. Farklı yıllarda üretilmiş arı sütlerinin ortalama 10-HDA miktarları.

Figure 5. Mean value of 10-HDA in different years.

5. Sonuç

Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında ve gıda takviyesi olarak arı ürünlerinin kullanımının artması nedeniyle arı sütüne olan ihtiyaç artmıştır. Arı sütü kısa zincirli hidroksi yağ asitleri açısından zengindir. Bu yağ asitlerinden olan 10-HDA arı sütü için önemli bir kalite parametresidir. Ön çalışma niteliğinde olan bu çalışma ile Türkiye’de üretimi yapılan arı sütü örneklerinin 10-HDA içeriği belirlenerek Türk arı sütü örneklerinin yıllara göre 10-HDA profilleri ortaya çıkarılmış böylelikle artan talep karşısında ticari arı sütü örneklerinin içermesi gereken 10-HDA miktarının olması gereken değer aralığı belirlenmiştir.

Teşekkür

Arı sütü örneklerinin temininde desteklerini esirgemeyen Bee&You (Bee’O ®, SBS Scientific Bio Solutions Inc, İstanbul, Türkiye) firmasına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Garcia-Amoedo LH, Almeida-Muradian LB (2007) Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. *Química Nova* 30(2): 257-259.
- GETAT Yönetmeliği (2014) Resmi gazete, 29158.
- Horwitz W, Latimer G (2000) Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg MA, USA: Association of Official Analytical Chemist.
- ISO/DIS 12824 (2016) Royal jelly specifications AFNOR/ABNT.
- Kamakura M, Mitani N, Fukuda T, Fukushima M (2001) Antifatigue effect of fresh royal jelly in mice. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 47: 394-401.
- Kanelis D, Tananaki C, Liolios V, Dimou M, Goras G, Rodopoulou MA, Karazafiris E, Thrasyvoulou A (2015) A suggestion for royal jelly specifications. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 66: 275-284.
- Kim J, Lee J (2010) Quantitative analysis of trans-10-hydroxy decenoic acid in royal jelly products purchased in USA by high performance liquid chromatography. *Journal of Apicultural Science* 54: 77-86.
- Kolayli S, Sahin H, Can Z, Yildiz O, Malkoc M, Asadov A (2015) Member of complementary medicinal food: Anatolian royal jellies, their chemical compositions, and antioxidant properties. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* 21(4): 43-48.

- Liu JR, Yang YC, Shi L, Peng C (2008) Antioxidant properties of royal jelly associated with larval age and time of harvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 11447-11452.
- Nagai T, Nagashima T, Myoda T, Inoue R (2004) Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Nahrung Food* 48: 226-229.
- Pavel CI, Mărghitaş LA, Bobiş O, Dezmirean DS, Şapcaliu A, Radoi I, Mădaş MN (2011) Biological activities of royal jelly. *Scientific Papers. Journal of Animal Science and Biotechnology* 44: 108-118.
- Ramadana MF, Al-Ghamdi A (2012) Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A Review. *Journal of Functional Foods* 4: 39-52.
- Tamura S, Amano S, Kono T, Kondoh J, Yamaguchi K, Kobayashi S (2009) Molecular characteristics and physiological functions of major royal jelly protein 1 oligomer. *Proteomics* 9: 5534-5543.
- Terada Y, Narukawa M, Watanabe T (2011) Specific hydroxy fatty acids in royal jelly activate TRPA1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 2627-2635.
- Uçar M (2018) Arı sütünün diyabet, tümör oluşumu ve metabolik sendrom üzerine etkisi. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi* 3(2): 101-112.
- Wytrychowski M, Chenavas S, Daniele G, Casabianca H, Batteau M, Guibert S, Brion B (2013) Physicochemical characterisation of French royal jelly: Comparison with commercial royal jellies and royal jellies produced through artificial bee-feeding. *Journal of Food Composition and Analysis* 29: 126-133.
- Yavuz İ, Gürel F (2017) Chemical properties of the royal jellies in Turkish markets. *Mediterranean Agricultural Sciences* 30(3): 281-285.
- Yukunc GO (2019) Royal jelly: Proteins and peptides. *Journal of Apitherapy and Nature* 2(2):59-70.
- Zheng HQ, Hu FL, Dietemann V (2010) Changes in composition of royal jelly harvested at different times: Consequences for quality standards. *Apidologie* 42(1): 39-47.



Kırşehir ilinde bulunan zirai ilaç bayilerinin mevcut durumu ve sorunlarının değerlendirilmesi*

Evaluation of plant protection products dealers' current situation and their problems in Kırşehir province

Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY¹, Kadir AKAN¹, Arzu KAN², Ali KORKMAZ³

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 40100, Kırşehir

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 40100, Kırşehir

³Kırşehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 40100, Kırşehir

Sorumlu yazar (Corresponding author): K. Akan, e-posta (e-mail): kadir_akan@hotmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): saglamhds@gmail.com, arzu.kan@ahievran.edu.tr, akorkmaz40@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 03 Nisan 2020

Düzeltilme tarihi 21 Temmuz 2020

Kabul tarihi 06 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Zirai ilaç bayi

Bitki koruma ürünleri

Kırşehir

ÖZ

Tarımsal üretimde ana hedef, üretim alanından en yüksek verimi elde etmektir. Üretimde verimi etkileyen birçok biyotik ve abiyotik faktör vardır. Bu nedenle, bu etkileri azaltmak için yoğun pestisitler veya kimyasallar kullanılmaktadır. Çiftçilerin bilinçsiz bir şekilde pestisit kullanmaları dolayısıyla pestisit tüketiminde artış görülmektedir. Bilinçsiz pestisit kullanımı üretim maliyetini arttırmakta ve çevre, insan sağlığı ve hedef alınmayan organizmalar üzerinde olumsuz bir etki yapmaktadır. Zirai ilaç bayileri, bitki koruma konularında çiftçileri bilgilendiren ve çiftçiler üzerinde önemli bir etkiye sahip olan önemli şirketlerden biridir. Bu nedenle, zirai ilaç bayilerinin mevcut durumu ve sorunlarının ortaya konması gerekmektedir. Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Kırşehir'de zirai ilaç bayilerinin mevcut durumlarını ve sorunlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Kırşehir ilinde faaliyet gösteren tüm zirai ilaç bayileri ziyaret edilmiş ve yüz yüze görüşülmüştür. Elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu anketler sonucunda, zirai ilaç bayilerinin demografik yapıları, istihdam edilen personel sayıları, bayilerin mesleki yeterlik durumları ve üreticilerin sorunlarına çözüm bulma becerileri ortaya konulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 03 April 2020

Received in revised form 21 July 2020

Accepted 06 October 2020

Keywords:

Pesticide dealers

Plant protection products

Kırşehir

ABSTRACT

The main target in agricultural production is to get the highest yield from the production area. There are many biotic and abiotic factors that affect the yield in productions. Therefore, intensive pesticides or chemicals are used to reduce these effects. Pesticide using is increasing because farmers use them in an unconscious way. The unconscious pesticide using is increasing the cost of the production and it has a negative impact on the environment, human health and non-target organisms. Plant protection product dealers are one of the important corporations that inform farmers about plant protection issues and, they have an important effect on farmers. For this reason, the current situation of Plant protection product dealers and need to be revealed to their problems. This study was conducted to evaluate current situations and finding problems of plant protection products dealers in 2017-2018 in Kırşehir. For this purpose, all plant protection products dealers were visited and interviewed face to face. These data were analysed using the SPSS package program. These questionnaires were determined the demographic structure of dealers, the number of personnel employed, the occupational proficiency status of dealers and the ability to find the solution to producers' problems.

1. Giriş

Tarımsal üretimde ana hedef, birim alandan kaliteli ve yüksek verim elde etmektir. Bunun için ıslah çalışmaları ile yüksek verim veren bitki materyalinin geliştirilme çalışmaları sürekli şekilde devam etmektedir. Diğer taraftan biyotik ve abiyotik faktörlerden dolayı önemli verim ve kalite kayıpları

meydana gelmektedir. Bitkisel üretimde, hastalık, zararlı ve yabancı otlar nedeniyle her yıl ortalama %35 kayıp meydana gelmektedir. Bu kaybın %13'ünün zararlılar, %12'sinin hastalık etmenleri ve %10'unun ise yabancı otlardan kaynaklı olduğu bildirilmektedir (Burçak ve ark. 2015). Bu kayıpları önlemek

*Bu araştırma için Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Etik Kurul'undan 01/03/2017 tarihinde 2017-02/09 karar numarası ile etik uygunluk alınmıştır.

için üreticiler yoğun miktarda ve bilinçsiz bir şekilde pestisit kullanabilmektedirler. Pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, zararlı organizmalarda dayanıklılık oluşturabilme risklerinin yanı sıra oluşan pestisit kalıntısı nedeniyle insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri kesinlikle göz ardı edilmemelidir.

Son yıllarda sürdürülebilir gıda güvenliği konusunda tüketicilerin daha da bilinçlenmesi ile çevre dostu bitkisel üretim ve tüketicilerin önemi artmıştır. Bu kapsamda yeni üretim modelleri geliştirilirken bitki koruma ürünlerinin özellikle pestisitlerin güvenli ve kontrollü kullanımı her geçen gün önem kazanmaktadır. Söz konusu riskler nedeniyle, özellikle gelişmiş ülkelerde pestisitler daha bilinçli ve kontrollü kullanılmaktadır. Bunu sağlayabilmek için, dünyanın birçok ülkesinde yasal düzenlemeler yapılmış/yapılmakta olup, bilinçli pestisit kullanımı, üreticilerin eğitimi ve bilinçlendirilmesi, pestisite uygulamalarına alternatif metotlar geliştirilmesi ve bu metotlara yönlendirilmesi, çevre bilincinin geliştirilmesi konularında söylemler giderek artmaktadır (Gullino ve Kuijpers 1994; Ragsdale ve Sisler 1994, Delen ve ark. 2005, Gün ve Kan 2008).

Pestisitler, 2019 yılında dünyada 84,5 milyar dolarlık bir pazar payına sahiptir (BRC 2020). Türkiye’de 2016 yılı itibarıyla 4643 adet ruhsatlı bitki koruma ürünü ve 363 adet ruhsatlandırılmış etkili madde (TOB 2018) bulunmakta olup bu ürünleri satan 7184 adet zirai ilaç bayisi vardır (ZMO 2020). 2018 yılı TÜİK verilerine göre; satışı yapılan ürünlerin yaklaşık %22.63’i insektisit, %38.40’i fungusit, %24.65’si herbisit ve %14.32’i ise diğer grupları (akarisit, nematisit, rodentisitler vb.) kapsamaktadır (TÜİK 2020).

Türkiye’de yıllık ortalama 55.000 ton pestisit kullanılmaktadır. Dünyada önemli düzeyde bitkisel üretim yapan ülkelerle pestisit kullanımı karşılaştırıldığında Türkiye için düşük düzeyde pestisit tüketimi yapılmakta birlikte, tüketilen toplam pestisit %30 Akdeniz, %19 Marmara, %18 Ege, %17 İç Anadolu, %12 Güneydoğu Anadolu, %3 Karadeniz ve %1 ise Doğu Anadolu’da kullanılmaktadır (Burçak ve ark. 2015). Dünyada ortalama pestisit kullanımı incelendiğinde; Japonya’da hektara 13.1 kg, Çin’de 10.3 kg, Hollanda da 8.8 kg İtalya’da 5.6 İngiltere’de 3.0 kg Amerika’da 2.2 kg iken Türkiye’de 1.2 kg’dır (Burçak ve ark. 2015).

Pestisitlerin kullanımında zirai ilaç satan bayilerin etkisi dünyada önemli bir düzeydedir (Özçatalbaş ve Kutlar 2002). Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan araştırmalar son 10 yılda zirai ilaç ve tohum bayilerinin eğitim ve bilgi transferinde öneminin her geçen gün arttığını göstermektedir (Schmitt ve ark. 2000; Özçatalbaş ve Kutlar 2002). Türkiye’de farklı araştırmacılar tarafından zirai ilaç bayilerinin üreticilerle olan ilişkileri ve sorunları üzerine farklı çalışmalar yürütülmüştür (Yılmaz ve ark. 1995; Erkan ve ark. 1996; Şengül 1996; Gül ve ark. 1998; İnan ve Boyraz 2003; Yetkin ve ark. 2013; Gül ve ark. 2014). Gül ve ark. (1998) Türkiye’nin önemli elma yetiştiriliş alanlarında faaliyet gösteren zirai ilaç bayilerinin küçük ölçekli, genç ve şahıs işletmeleri olduğunu ve çiftçileri tarımsal savaşım konusunda bilgilendirme faaliyetinde bulunan önemli kuruluşlardan biri olduğunu belirlemişlerdir. İnan ve Poyraz (2003) Konya ilinde faaliyet gösteren “Zirai İlaç Bayileri” ile yaptıkları anket çalışmasında “Zirai İlaç Bayilerinin” tarımsal mücadele zincirinin önemli bir halkası olduğunu bildirmişlerdir.

Yürütülen bu çalışma ile de Kırşehir ili ve ilçelerinde faaliyet gösteren zirai ilaç bayilerinin yapısı, bilgi düzeyleri,

karşılaştıkları sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Kırşehir ili ve ilçelerindeki zirai ilaç bayilerinin demografik yapısı, istihdam edilen personel sayısı, bayilerin mesleki yeterlilik düzeyleri ve üretici sorunlarını nasıl çözümledikleri ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Araştırmanın, ana materyalini Kırşehir ili ve ilçelerinde (Merkez, Mucur, Kaman, Boztepe, Akpınar ve Çiçekdağ) faaliyet gösteren toplam 30 adet zirai ilaç bayisi yöneticisiyle tam sayım yöntemi ile yüz yüze görüşme suretiyle yapılan anket yolu ile elde edilen orijinal nitelikli veriler oluşturmaktadır. Zirai ilaç bayilerine ait veriler Kırşehir Tarım ve Orman İl Müdürlüğünden temin edilmiştir. Anketler zirai ilaç bayisi olarak faaliyet gösteren tüm işletmelerin yöneticileri ile yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmanın yapılabilmesi için Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Etik Kurul’undan 01/03/2017 tarihinde 2017-02/09 karar numarası ile etik uygunluk alınmıştır. Araştırmaya katılan zirai ilaç bayi yetkilisine araştırmanın önemi ve amacı anlatıldıktan sonra sözel ve yazılı izin alınmıştır. Anket soruları zirai ilaç bayi yöneticilerine yöneltilerek amaca yönelik cevaplar kayıt altına alınmıştır. Zirai ilaç bayilerinden alınan veriler bilgisayar ortamında Excel programı kullanılarak oransal tablolara dönüştürülmüştür. Kesikli verilerin değerlendirilmesinde Ki-kare (χ^2) istatistiği kullanılmış ve hesaplanan χ^2 değerleri, %5 ve %10 önem düzeylerinde test edilmiştir. Bu analizlerde kullanılan χ^2 istatistiğinin formülü aşağıda verilmiştir (Kesici ve Kocabaş 2007).

$$\chi^2 = \sum \sum (A_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij} \quad c, j = 1 \quad r, i = 1$$

Eşitlikte A_{ij} i. satır ve j. sütundaki gözlenen frekansı, E_{ij} i. satır ve j. sütunda hipoteze göre bulunması beklenen frekansı, r satır sayısını, c sütun sayısını ifade etmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılarak literatürdeki bilgiler ışığında çözüme yönelik öneriler tartışmaya sunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Kırşehir ili ve ilçelerinde yürütülen bu çalışma sonucunda değerlendirilmesi yapılan zirai ilaç bayi yöneticilerinin %70’inin 20 yıldan fazla iş tecrübesine sahip olduğu belirlenmiştir. Ankete katılan zirai ilaç bayi yöneticilerinin %73.3’ü Yükseköğretim, Lisans ve Yüksek lisans mezunu olup (Çizelge 1), bunların %87’sinin Ziraat Fakültesi mezunu olduğu tespit edilmiştir. Ziraat Fakültesi mezunlarının ise “Bitki Koruma, Tarla Bitkileri, Bahçe Bitkileri, Tarım Makinaları Bölümlerinden” mezun oldukları belirlenmiştir. Ziraat Fakültesi mezunu olmayan zirai ilaç bayi yetkililerinin, “Tarım Ön Lisans, İktisat, Muhasebe, Pazarlama, Elektronik” gibi bölümlerin mezunu oldukları tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, zirai ilaç bayi işletmeciliği yapanların çoğunluğunun üniversite mezunu olması ve bunlarında %87’sinin Ziraat Mühendisi unvanına sahip olması önemli bir bulgudur. Yılmaz ve ark. (1995) yapmış oldukları çalışmada bu oranın %27.52 olarak belirtmişlerdir. Tezcan (1996), çalışmasında Doğu Anadolu Bölgesindeki zirai ilaç bayilerinin %17.46’sı Ziraat Mühendisi olduğunu %37.30’unun ise eczacı olduğunu belirlemiştir. 2000 yılında Konya ilinde faaliyet gösteren zirai ilaç bayilerinin %39.27’si ziraat mühendisi, %17.09’u ziraat teknikeri %43.64 ise tarımsal konulara uzak kişiler tarafından

Çizelge 1. Kırşehir ilinde anket yapılan zirai ilaç bayi yöneticilerine ilişkin genel bilgiler ve bitki koruma konularına yaklaşımları.

Table 1. General information about pesticide dealer managers surveyed in Kırşehir province and approaches to plant protection issues.

Faktörler	İfadeler	Oran%
Öğrenim Durumu Oran (%)	Ortaokul-Lise	26.7
	Yüksekokul-Lisans-Y. Lisans	73.3
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayilerinin ruhsat alma yılı (%)	2000 yılından önce	40.0
	2000 yılından sonra	60.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi izni verilirken dikkat edilen kriterlerin durumu (%)	Tecrübe	26.7
	Eğitim-Tecrübe	50.0
	Tecrübe-Mali İmkanlar	16.7
	Ticari Bilgi	6.6
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayilerinin satışı yaptığı girdiler ve bunların satıştaki payı (%)	Pestisit	40.0
	Gübre	35.0
	Tohum	19.0
	Tarımsal ekipman	6.0
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayilerinin tarım teşkilatı ile iş birliği durumu (%)	Sürekli	90.0
	Ara sıra	10.0
	İş birliği yok	0.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin üreticiye yardımcı olma yöntemleri (%)	Kendi bilgisi ile	13.3
	Örnek isteyerek	13.3
	Kendi bilgisi ile- örnek isteyerek	13.3
	Üniversite ya da tarım kuruluşuna götürerek	13.3
	Kendi bilgisi ile-Üniversite ya da tarım kuruluşuna götürerek	20.0
	Kendi bilgisi, Örnek isteyerek veya Üniversite ya da tarım kuruluşuna götürerek	20.0
	Kendi bilgisi veya diğer	6.8
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin üreticinin sorununu tespit ve teşhis konusunda kendilerini yetersiz hissettiği konular (%)	Hastalığın fungal mi, bakteriyel mi, viral mi?	6.8
	Zararlının kökeninin böcek mi nematod mu akar mı?	3.3
	Bitki besin elementi eksikliğinde görülen belirtilerin bazı hastalık belirtileri ile karıştırılması	23.3
	Yabancı otları teşhis etme	13.3
	Hastalığın fungal mi, bakteriyel mi, viral mi? Yabancı otları teşhis etme	23.3
	Herhangi bir konuda eksiklik hissetmiyorum	30.0
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayilerinin satışı yaptığı tarım ilaçlarının türlerine göre oranı (%)	Herbisit	50.2
	Fungusit	28.8
	İnsektisit	18.3
	Akarisit	2.7
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin bitki koruma ile ilgili bir sorunla gelen üreticiye yardımcı olma yöntemleri (%)	Kendi bilgisiyle	40.0
	Örnek materyal isteyerek	25.5
	Üniversite ya da ilgili tarım teşkilatına başvurma	29.0
	Diğer	5.5
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticinin sorununu kendi bilgisi ile çözmeye çalışırken bilgi eksikliğini olduğunu düşündüğü konular (%)	Yabancı otları teşhis etmede	40.0
	Hastalığın fungal-bakteriyel- viral olduğu konusunda ayırım yapamayanlar	33.0
	Bitki besin elementi eksikliğinde görülen belirtilerin hastalık belirtileri ile karıştırıldığında	24.0
	Zararlının kökeninin böcek-nematod-akar olduğu konusunda	3.0
Toplam	100.0	

Çizelge 1 (devamı). Kırşehir ilinde anket yapılan zirai ilaç bayi yöneticilerine ilişkin genel bilgiler ve bitki koruma konularına yaklaşımları.

Table 1 (continue). General information about pesticide dealer managers surveyed in Kırşehir province and approaches to plant protection issues.

Faktörler	İfadeler	Oran%
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticilerin pestisit satın alma sırasında öğrenmek istediği konular (%)	Hangi dozlarda kullanıldığı	42.0
	Nasıl kullanıldığı	36.0
	Hangi organizmaya karşı kullanıldığı	16.0
	Diğer (Fiyat-Marka vb.)	6.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticilerin pestisit seçimine etkili olan kişi ve kurumların dağılımı (%)	Bayilerin önerisi	31.1
	Diğer Üreticilerin önerisi	28.9
	Üreticilerin kendi tecrübesi	20.0
	Tarım kuruluşun önerisi	13.3
	Diğer	6.7
Toplam	100.0	
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticilerin pestisit çeşidini seçmede dikkat ettiği faktörler (%)	İlacın Fiyatı	51.0
	Firmanın ismi	31.0
	İlacın etkili maddesi	18.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticilerin uygulamaları hedef konusundaki görüşleri (%)	Zararlı popülasyonunu tamamen ortadan kaldırmak	30.0
	Zararlı popülasyonunu belirli bir seviyenin altında tutmak	70.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin üreticilerin uyguladıkları mücadele yöntemlerinin çeşitleri konusundaki gözlemleri (%)	Kimyasal	80.0
	Kültürel	12.0
	Mekanik	6.0
	Biyolojik	2.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerine göre üreticilerin pestisitlerin etkinliği konusunda ki görüşleri (%)	Kısmen	63.4
	Evet	23.3
	Hayır	13.3
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin üreticileri pestisitlerin etkinliği konusunda bilgilendirme durumu (%)	Pestisit son kullanma tarihinin geçtiği	10.0
	Üreticinin pestisit kullanma talimatına dikkat etmemesi	56.7
	Pestisit uygun olmayan ortamda depolanması	10.0
	Yanlış teşhis sonucu yanlış pestisit kullanılması	23.3
	Toplam	100.0
Zirai ilaç bayi yöneticilerinin, çalışanlarına yönelik eğitim çalışması düzenleme durumu (%)	Her zaman	50.0
	Sık sık	20.0
	Nadiren	20
	Hiç	10.0
	Toplam	100.0
Zirai ilaç firmalarının bayilere yönelik çalışma düzenleme durumu (%)	Evet	70.0
	Hayır	23.3
	Bazen	6.7
	Toplam	100.0

işletildiği belirlenmiştir (KTOBİM 2000; İnan ve Boyraz 2003). Akbay ve Yurdakul (1993) tarafından Aşağı Seyhan Ovası'nda yapılan bir çalışmada; Zirai ilaç bayilerindeki yetkililer içinde Ziraat Mühendisi olanların oranı %33.3, ziraat teknikerlerinin oranı %15.1 olduğunu bildirmişlerdir. Kırşehir ilinde %87 olan bu oranın yüksek olması pestisit satışının uzman kişiler tarafından yapıldığının bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle zirai ilaç bayilerinin %50'si bayi işletmeciliğinde hem tecrübe hem de eğitimin son derece önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Zirai ilaç bayilerinin il merkezi ve ilçelere göre eğitim durumu Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre il merkezinde

üniversite mezunu oranı %47.37 oranında iken ortaokul-lise mezunlarının oranı da %31.58 ile azımsanmayacak düzeydedir. İlçe düzeyinde yapılan incelemede, %81.82 oranında bayinin meslek yüksekokulu ve üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu aynı oran il merkezinde ise %68.42 olarak belirlenmiştir. Zirai ilaç bayilerinin sattıkları pestisit yanında gübre, tohum ve tarımsal ekipman satışı da yaptığı belirlenmiştir. Öğrenim seviyesi yüksek olan zirai ilaç bayilerinin sattıkları girdilerde daha fazla çeşitlendirmeyi tercih ettiği ve pestisit satış oranının daha düşük olduğu, öğrenim seviyesi daha düşük olan zirai ilaç bayilerinin ise daha fazla pestisit satışına yöneldiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Zirai ilaç bayilerinin çoğunlukla herbisit grubu ilacı sattıkları, bunu ise

fungusit, insektisit ve diğer zirai ilaç ürünlerinin satışının izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Öğrenim seviyesi yüksek olan zirai ilaç bayileri daha fazla herbisit grubu pestisit satışı yaparken öğrenim seviyesi daha düşük olan zirai ilaç bayilerinin ise fungusit ve insektisit grubu pestisit satışında yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Zirai ilaç bayi yöneticilerinin öğrenim seviyelerine ve bayinin bulunduğu lokasyona göre iş tecrübe yılı arasındaki yapılan varyans analizi sonucu öğrenim seviyesi ortaokul-lise düzeyinde olan zirai ilaç bayileri yönetici tecrübelerinin diğer öğrenim seviyesine sahip zirai ilaç bayilerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 2007 yılından sonra zirai ilaç bayiliği ile ilgili ruhsat alma konusundaki yasal mevzuatın değişmesi lise mezunu zirai ilaç bayilerinin ilaç bayiliği ruhsat almasını sınırlandırmış ve bu nedenle öğrenim seviyesi sınırlı olan zirai ilaç bayilerinin ruhsatlarını önceden aldığı sonucunu ortaya koymaktadır (Çizelge 5). Zirai ilaç bayilerinin buldukları lokasyona göre tecrübe yılı arasındaki ilişki istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Buna göre zirai ilaç bayinin merkezde olması veya diğer ilçelerde yer alması tecrübe yılı açısından farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir.

Üreticilerin, pestisit seçiminde çoğunlukla zirai ilaç bayi (%31.1) ve diğer üreticilerin (%28.9) önerisini dikkate aldığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Üreticilerin yaklaşık yarısı uzman kişi önerisi dışında diğer üreticilerin önerisi (%31.71) ve kendi

tecrübesine göre (%19.51) pestisit seçimini yapmaktadır (Çizelge 6). Zirai ilaç bayisinin bulunduğu yere göre üreticinin pestisit çeşidini seçmede dikkat ettiği faktörler arasındaki ilişki istatistik olarak önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Pestisit seçiminde en önemli faktörün pestisit fiyatı (%51.28), ikinci önemli faktörün ise pestisit üreten firma isminin (marka) (%30.77) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). İlçeler bazında durum incelendiğinde; ilaç fiyatları %50 oranında etkili bulunmuşken, ilacın isminin (%37.50) etkili maddeye (%12.50) göre ilaç seçiminde daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

İncelenen zirai ilaç bayilerinde ortalama 4 kişinin çalıştığı, en fazla çalışan sayısının 7 olduğu, 5 kişiden az çalışan sayısının %80 gibi bir oranla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum araştırma bölgesinde yer alan zirai ilaç bayilerinin küçük ölçekli işletmeler olduğunun göstergesidir. Beş ve üzeri çalışan olan zirai ilaç bayilerinde tarım ilaçları dışındaki tarımsal girdilerin satış faaliyetlerinin daha yoğun olduğu görülmektedir. Özel (2004) tarafından Şanlıurfa ilinde yapılan çalışmada zirai ilaç bayilerinde ortalama daimi çalışan sayısı 2.8 olarak bildirilmiştir. Buna göre ele alınan araştırma bölgesinde zirai ilaç bayisinde istihdam edilen çalışan sayısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Zirai ilaç bayilerinin ruhsat alma yılı belirlenmiş ve buna göre bayilerin %60'ı 2000 yılından sonra faaliyete geçtiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Zirai ilaç

Çizelge 2. Zirai ilaç bayilerinin il merkezi ve ilçelere göre eğitim durumu.

Table 2. Educational status of pesticide dealers by province center and districts.

Zirai ilaç bayinin bulunduğu lokasyon	Ortaokul-Lise		Meslek Yüksekokulu		Lisans-Yüksek Lisans		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Merkez	6	31.58	4	21.05	9	47.37	19	100.00
Diğer İlçeler (Akpınar, Çiçekdağ, Kaman, Mucur)	2	18.18	4	36.36	5	45.46	11	100.00
Ortalama	8	24.88	8	28.71	14	46.41	30	100.00

Çizelge 3. Zirai ilaç bayi yöneticilerinin öğrenim seviyelerine göre satışı yapılan girdilerin çeşitlerinin payları.

Table 3. Shares of the types of inputs sold according to the education levels of pesticide dealers.

Öğrenim Düzeyi	Satışı Yapılan Girdilerin Payı (%)			
	Tarım İlacı	Gübre	Tohum	Tarımsal Ekipman
Ortaokul-Lise	48.75	28.13	20.00	3.12
Meslek Yüksekokulu	50.00	32.50	15.00	2.50
Lisans-Yüksek Lisans	29.00	40.71	20.71	9.58
Ortalama	42.58	33.78	18.57	5.07
F Değerleri	3.34**	1.46	1.20	2.64*

*%90, **%95 ve ***%99 Güven sınırında istatistik olarak önemli.

* 90%, ** 95% and *** 99% Statistically significant at the confidence limit.

Çizelge 4. Zirai ilaç bayi yöneticilerinin öğrenim seviyelerine göre satışı yapılan pestisit türlerinin payları.

Table 4. Shares of pesticide types sold according to the education levels of pesticide dealers.

Öğrenim Düzeyi	Satılan İlaç Türlerinin Payları (%)			
	Herbisit	İnsektisit	Fungusit	Diğer
Ortaokul-Lise	30.00	31.88	35.63	2.50
Meslek Yüksekokulu	41.25	15.00	43.75	0.00
Lisans-Yüksek Lisans	65.71	11.43	18.57	4.29
Ortalama	45.65	19.44	32.65	2.26
F Değerleri	6.14***	6.69***	5.65***	1.16

*%90, **%95 ve ***%99 Güven sınırında istatistik olarak önemli.

* 90%, ** 95% and *** 99% Statistically significant at the confidence limit.

Çizelge 5. Zirai ilaç bayi yöneticilerinin öğrenim seviyelerine ve bayinin bulunduğu yere göre iş tecrübe yılı.

Table 5. Years of work experience according to the education levels of pesticide dealers and the location of the dealers.

Öğrenim Durumu ve Zirai İlaç Bayi Lokasyonu	Tecrübe Yılı	F Değeri/T Değeri
Öğrenim Durumu		
Ortaokul-Lise	23.00	3.89**
Meslek Yüksekokulu	14.25	
Lisans-Yüksek Lisans	13.50	
Zirai İlaç Bayinin Lokasyonu		
Merkez	16.42	0.23
Diğer İlçeler (Akpınar, Çiçekdağı, Kaman, Mucur)	15.91	
Ortalama	16.23	

*%90, **%95 ve ***%99 Güven sınırında istatistiki olarak önemli.

* 90%, ** 95% and *** 99% Statistically significant at the confidence limit.

Çizelge 6. Zirai ilaç bayinin bulunduğu lokasyona göre üreticinin pestisit seçiminde dikkate aldığı kişi/kurumlar

Table 6. Persons/Institutions that the producer takes into consideration in the selection of pesticides according to the location of the pesticide dealer.

Üretici İlaç Seçiminde Dikkate Aldığı Kişi/Kurumlar	Merkez	Diğer İlçeler (Akpınar, Çiçekdağı, Kaman, Mucur)	Toplam
Bayinin Önerisi	Sayı	7	7
	%	26.92	46.67
Diğer Üreticilerinin Önerisi	Sayı	10	3
	%	38.46	20.00
Üreticinin Kendi Tecrübesi	Sayı	5	3
	%	19.24	20.00
Tarım Kuruluşunun Önerisi	Sayı	4	2
	%	15.38	13.33
Ortalama	Sayı	26	15
	%	100.00	100.00

Ki Kare (χ^2): 2.14 S.D.: 3 P:0.54 H0: Kabul

Çizelge 7. Zirai ilaç bayinin bulunduğu lokasyona göre üreticinin pestisit çeşidini seçmede dikkat ettiği faktörler

Table 7. Factors that the producer pays attention in choosing the pesticide type according to the location of the pesticide dealer.

Üreticinin İlaç Çeşidini Seçmede Dikkat Ettiği Faktörler	Merkez	Diğer İlçeler (Akpınar, Çiçekdağı, Kaman, Mucur)	Toplam
İlacın Fiyatı	Sayı	12	8
	%	52.17	50.00
Firmanın İsmi-Marka	Sayı	6	6
	%	26.09	37.50
İlacın Etkili Maddesi	Sayı	5	2
	%	21.74	12.50
Ortalama	Sayı	23	16
	%	100.00	100.00

Ki Kare (χ^2): 0.86 S.D.: 2 P:0.65 H0: Kabul

bayi yetkililerine sorulan “İlaç bayi izni verilirken hangi konuya dikkat edilmesi gerekir” sorusuna bayi yöneticilerinin yaklaşık %50 gibi büyük bir çoğunluğu “hem eğitim hem de tecrübeye bakılmalıdır” cevabını verirken, %26.7’lik oranla “tecrübe yeterlidir” cevabı ikinci sırada yer almıştır. Aynı soruya zirai ilaç bayilerinin %16.7’si ise “hem tecrübe hem de mali imkana” bakılması gerekir cevabını vermiştir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayilerinin %50 gibi büyük bir çoğunluğunun eğitim ve tecrübeye önem verilmesini belirtmesi bayi işletmeciliğinde eğitim ve tecrübenin son derece önemli olduğunu göstermesi bakımından anlamlıdır.

Zirai ilaç bayilerine tarım teşkilatı/teşkilatları ile iş birliği içerisinde olup olmadıkları sorulduğunda %90’ı sürekli iş birliği içerisinde olduğunu belirtirken, %10’u ara sıra iş birliği yaptığını bildirmiştir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayilerinin iş birliği içerisinde oldukları kuruluşlar olarak, başta il ve ilçe tarım

müdürlükleri daha sonra bitki koruma şube müdürlüğü ve ziraat fakültesinin izlediği belirlenmiştir. Zeren ve ark. (1996), Türkiye’deki zirai ilaç bayilerinin %48’inin (yaklaşık yarısı) teknik teşkilatla sürekli, %41’inin ara sıra iş birliği halinde olup, %11’inin ise tarım teşkilatı ile hiçbir ilişkisinin olmadığını belirlemiştir. Buna göre ele alınan bölgedeki zirai ilaç bayilerinin tarım teşkilatları ile sıkı bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir.

Zirai ilaç bayi yöneticilerinin, “üreticinin bir sorunla kendilerine başvurduğunda yardımcı olma yöntemleri” tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu durumda kendi bilgisi ile çözüm bulmaya çalışan %13.3, örnek getirmesini isteyen %13.3, üniversite ya da tarım kuruluşlardan yardım alarak çözüm arayan %13.3, kendi bilgisi yada diğer yöntemlerle çözüm arayanlar %6.8, kendi bilgisi yanında örnek isteyerek %13.3, kendi bilgisi yanında üniversite ya da tarım kuruluşuna götürme

yolunun her ikisini kullananlar %20.0 ve her üç yolu da kullananların oranı ise %20 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Sonuç olarak üreticilerin tamamının örnek materyal getirerek sorununa çözüm aramaya çalıştıkları tespit edilmiştir. İlaç bayilerinin genelini kendi bilgisi ile üreticiye yardımcı olması, bayilerin hastalık ve zararlılar konusunda belirli düzeyde uzmanlaşmış olmalarını zorunlu hale getirmektedir. İlaç bayileri öğöremedikleri herhangi bir konuyla karşı karşıya kaldıklarında üreticiye konunun ticari yönünü de düşünerek zirai ilaç önerisinde bulunmak yerine danışabileceği kurumlara başvurmayı bir gereklilik haline getirmelidir. Araştırma bölgesinde de yaklaşık %30 oranında zirai ilaç bayisi yöneticisinin bilgisinin yeterli düzeyde olmadığı durumda tarım teşkilatı ya da üniversiteden ilgili personellere başvuru yaptıkları uygulamaları bildirmiş olup bu oran hiç de azımsanamayacak düzeydedir. Bir diğer konu ise üreticiyi yanlış yönlendiren zirai ilaç bayilerine bir daha üreticinin güvenini yitirmesidir. Bu nedenle ilaç bayileri ticari kayıdan ziyade doğru bilgi ile üreticiye gerekli pestisit ve olması gereken miktarı belirlenerek yönlendirmesi öncelikli ve önem seviyesi yüksek konular arasındadır. Yapılan farklı çalışmalarda üreticinin sorununu çözmede zirai ilaç bayilerinin kendi bilgisinin ön plana çıktığı bildirilmiştir (Zeren ve ark. 1996; Yiğit 2001).

Zirai ilaç bayilerinin bilgi ve birikimlerinin ne düzeyde olduğunu tespit amacıyla, kendilerine üreticinin sorununu tespit ve teşhis konusunda “Kendi bilginizden yararlandığınızda, eksikliğini hissettiğiniz bir konu var mı?” sorusu yöneltilmiştir. Görüşme yapılan yöneticilerin %30’u herhangi bir konuda eksiklik hissetmediğini belirtirken, %70 yönetici eksik olduğu konular olabileceğini kabul etmiştir. Bu %70 içerisinde yer alan yöneticilere “Hangi konularda bir başkasına danışma ihtiyacı hissettikleri?” sorusu yöneltilmiştir. Buna göre ilk sırada %23.3 oranıyla bitki besin elementi eksikliğinde görülen belirtilerin hastalık belirtileri ile karıştırılması konusunda yaşadığı yer almakta olup, bunu sırasıyla %13.3 oranıyla yabancı otları teşhis edebilme konusunda zorluk yaşanması, %6.8 oranıyla hastalığın fungal-bakteriyel- viral etmenlerce oluşturulduğu konusunda ayırım yapamayanlar, %3.3 oranıyla zararlıların kökeninin böcek-nematod-akar olduğu konusunda zorluk yaşayanlar takip etmektedir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayilerinin kendi alanında uzman olması son derece önemlidir. Aksi takdirde bir bitkideki hastalık/zararlıyı yanlış teşhis etmesi sonucu uygun olmayan çözüm yollarının önerilmesi dolayısıyla başarısız bir zirai mücadeleye yol açacaktır. Sonuç olarak üretici bu durumdan maddi ve manevi zarar görmeye birlikte bitki koruma çözüm önerileri ve ticari itibar konularında güven sorunları yaşayacaktır.

Araştırma sonuçlarına göre, Kırşehir ili ve ilçelerinde satışı yapılan tarım ilaçlarının türlerine göre paylarına bakıldığında %50.2’si herbisit, %18.3’ü insektisit, %28.8’i fungusit, %2.7’si akarisit vd. olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Üreticilerin, zirai ilaç bayilerinden pestisit alırken %42 oranında pestisit hangi dozda kullanılması gerektiğini, %36 oranında nasıl kullanılacağını, %16 oranında pestisit hangi organizmaya karşı kullanıldığını, %6 oranında ise pestisit fiyatı ve markasını sorduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla üreticilerin pestisit satın alırken bilgi sahibi olmak istedikleri belirlenmiştir.

Çalışmada zirai ilaç bayilerine “Üreticiler pestisit seçiminde kimin ya da hangi kurumun önerisini tercih etmektedir?” sorusu yöneltilmiş ve üreticilerin %31.1 oranında bayilerin önerisine uyduğu, hastalık ve zararlıların tespitine uygun pestisit veren bayiyeye güvendiği tespit edilmiştir. Üreticilerin

azımsanamayacak kadar büyük bir çoğunluğu %28.9 oranıyla çevresindeki diğer üreticilerin alıp kullandığı ve memnun olduğu pestisitlerin isimlerini alarak bu üreticilerin önerisi doğrultusunda zirai ilaç bayisinden pestisit temin ettikleri belirlenmiştir. Kendi tecrübesine bağlı olarak bayiden pestisit temin eden üretici oranı ise yaklaşık %20 kadardır (Çizelge 1).

Zirai ilaç bayilerine, üreticilerin pestisit çeşidini tercih ederken en çok hangi kriterlere dikkat ettiği sorusu sorulmuş ve üreticilerin pestisit tercih etmesindeki en önemli faktörün %51’lik bir pay ile pestisit fiyatı olduğu belirlenmiştir. Üreticilerin pestisit seçimini etkileyen bir diğer unsur ise pestisiti üreten firmanın ismine (%31.0) dikkat etmeleridir. Bir diğer faktör ise pestisit içeriğinde bulunan aktif/etkin maddesidir. Üreticilerin yaklaşık %18.0’i bu konuda teknik bilgi de gerektiren pestisit aktif/etkin maddesini sorarak pestisit seçiminde karar vermektedir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayii yöneticilerine “Pestisit uygulaması yaparken hedefiniz nedir?” sorusu yöneltilmiş ve yöneticilerin “%70.0 gibi büyük bir bölümü “zararlı popülasyonunu belirli bir seviyenin altında tutmak gerekir” fikrini savunurken, %30.0 oranında azımsanamayacak bir bölümü ise “zararlı popülasyonunu tamamen ortadan kaldırmak gereklidir” cevabını vermiştir (Çizelge 1).

Bölgedeki üreticilerin uyguladıkları “Mücadele yöntemleri arasında çoğunlukla tercih ettiği yöntemin ne olduğu” yada bu yöntemler konusunda bilgi sahibi olup olmadığı belirlenmeye çalışılmış ve elde edilen veriler ışığında, üreticilerin %80.0’ninin herhangi bir zararlı, hastalık ve yabancı otla karşılaştığında öncelikle kimyasal mücadele yöntemini tercih ettiklerini, %12.0’sinin kültürel mücadeleyi, %6.0’sının mekanik mücadeleyi ve %2.0’sinin ise biyolojik mücadele yönteminden yararlanmakta olduğu zirai ilaç bayilerinin verdiği bilgiye dayanılarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayii yöneticilerinden elde edilen bilgiye göre; üreticilerin kimyasal mücadele dışında diğer mücadele yöntemleri hakkında yeterli bilgilerinin olmadığı ve uygulamada tercih etmedikleri elde edilen bir diğer bulgu olarak tespit edilmiştir.

Zirai ilaç bayii yöneticilerinin ifadelerine dayanılarak, Kırşehir ilinde zirai ilaç bayilerine başvuran üreticilerin yaklaşık %23.3’ü pestisitlerin hastalık zararlı ve yabancı otların kontrolünde etkili olduğunu düşünmekte ve üreticilerin %63.4’ünün ise pestisitlerin kısmen etkili olduğu kaygısını yaşadıkları belirlenmiştir (Çizelge 1). Zirai ilaç bayii yöneticilerine üreticilerin pestisitlerin etkinliği konusunda tereddütleri olduğu taktirde “Nasıl bir açıklama ile ikna edebilirsiniz” sorusu yöneltilmiş ve yöneticilerin %56.7’si üreticinin “pestisit kullanma talimatına uygun şekilde kullanmadığından” kaynaklı olabileceğini açıkladıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 1).

Zirai ilaç bayilerinin bayii bünyesinde çalışan elemanlarına yönelik eğitim çalışması düzenleme etkinlikleri incelendiğinde; %50 zirai ilaç bayii yöneticisi her zaman eğitim çalışması düzenleyerek çalışanlarını yeni ticari takdimi yapılan pestisit, yönetmelik veya sektörle ilgili konulardan haberdar ettiğini bildirmişlerdir. Zirai ilaç bayii yöneticilerinin %90’ının farklı zaman aralıklarında da olsa değişen sıklıkla çalışanlara eğitimler düzenlediği veya düzenlenen eğitimlere gönderdiği bunun yanında %10 oranında yöneticinin ise hiç eğitim çalışması düzenlemediği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Zirai ilaç bayilerine “Zirai ilaç üreten firmaların ticarete konu olmuş yeni ürünleri hakkında veya sektörle ilgili eğitim çalışmaları düzenleyip size bu konuda bilgilendirir mi?” sorusu

yöneltilmiş ve yöneticilerin %70'i evet firmalar eğitim çalışması düzenler ve yeniliklerden haberdar eder cevabını verirken %23.3'ü hayır firmalar eğitim çalışması düzenlemez cevabını vermiş, geri kalan %6.7 oranında zirai ilaç bayisi yöneticisi ise firmaların arada sırada bu toplantıları yaptıklarını belirtmiştir (Çizelge 1).

4. Sonuç

Tarımsal üretimde birim alandan yüksek verimli ve kaliteli ürün yetiştirilmesi hedeflenmekte ve bunun için verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı üreticilerin doğru mücadele tekniklerini kullanarak zamanında mücadele etmesi gerekmektedir. Üreticilerin büyük çoğunluğu mücadele tekniği olarak kimyasal ilaç kullanma yöntemini tercih etmekte dolayısıyla, üreticilerin doğru pestisit doğru oranda, doğru zamanda ve doğru şekilde uygulamasında zirai ilaç bayilerinin rolü büyüktür. Yapılan bu çalışma ile Kırşehir ili ve ilçelerinde faaliyet gösteren zirai ilaç bayilerinin yapısı, bilgi düzeyleri ve karşılaştıkları sorunlar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda zirai ilaç bayi yöneticiliği yapanların %87'si üniversitesinin Ziraat Fakültelerinden mezun kişiler olduğu tespit edilmiştir. Zirai ilaç bayilerinin tarım ilaçları dışında gübre, tarımsal ekipman ve tohum gibi tarımsal ürünleri de sattıkları belirlenmiştir. Böylece üreticiler bayiyeye geldiklerinde ihtiyaçları olan ürünleri tek satıcıdan temin edebilmektedir. Kırşehir ilinde faaliyet gösteren zirai ilaç bayilerinin %90'nın tarım teşkilatı ile iş birliği içinde olduğu ve çiftçilerin sorunlarına doğru ve zamanında çözüm bulmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Zirai ilaç bayileri, üreticilerin sorunlarını çözmeye öncelikle kendi bilgi birikiminden yararlanmaktayken, çiftçi sorunlarını çözerken eksiklik hissettiği durumda ise Tarım ve Orman İl Müdürlüğü veya üniversiteye başvurduklarını belirten zirai ilaç bayi oranı %70 bulunmuştur. Zirai ilaç bayi yöneticileri en çok bitki hastalıklarını ve yabancı otları teşhis etmekte sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu konuda çözüm önerisi olarak, bitki koruma konusunda yeterliliğe sahip özel sektör, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ve üniversite iş birliği ile bayilerimize yönelik kısa süreli eğitimler verilerek bu konudaki eksik bilgiler veya yanlışlıklar düzeltilerek üreticilere daha iyi hizmet sunulabilmesi mümkün görünmektedir. Kırşehir ili bitkisel üretim yapan üreticilerin %80'lik bir kısmının sorununa sadece pestisit kullanarak çözüm bulabileceklerine inandıkları ve biyolojik mücadele gibi mücadele yöntemleri hakkında yeterli bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Bu konudaki çözüm önerisi olarak zirai ilaç bayilerine ve üreticilere kimyasal mücadele yöntemleri dışındaki mücadele yöntemleri hakkında bilgilerin verildiği eğitimler düzenlenmesi önerilmektedir. Zirai ilaç bayilerinin biyolojik mücadele ajanlarının ürün yelpazelerinde yer alması gerektiği ve bunun yanı sıra üreticilerinin de biyolojik mücadele etmenlerini nasıl kullanacaklarını öğrenmesi önemli olduğu düşünülmektedir. Bu hedefe ulaşılması durumunda Kırşehir'de kullanılan pestisit kullanım miktarının düşürülmesinde katkı sağlanmış olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma ZRT.A4.18.022 proje numarasıyla, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finanse edilmiştir. Projenin yürütülmesi sırasında desteklerini aldığımız ve burada isimlerini saymadığımız herkese teşekkür ederiz. Bu çalışma 3rd ICETAS (International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences) 17-21 July 2018 Skopje-Macedonia'da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Akbay C, Yurdakul O (1993) Aşağı Seyhan Ovası'nda tarımsal savaş ilaçlarının pazarlanması ve tarım işletmelerinin karşılaştıkları sorunlar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8(1): 13-28.
- BRC (2020) The Business Research Company <https://www.thebusinessresearchcompany.com/index.aspx>. Erişim 04 Temmuz 2020.
- Burçak AA, Duru AU, Örnek H (2015) Bitki Koruma Ürünleri ve Pestisit Kalıntıları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Delen N, Durmuşoğlu E, Güncan A, Güngör N, Burçak AA (2005) Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, s. 629-648.
- Erkan O, Yurdakul O, Gül A (1996) GAP Alanında Tarımsal Girdi Organizasyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Proje No: 8, Adana.
- Gullino ML, Kuijpers LAM (1994) Social and political implications of managing plant diseases with restricted fungicides in Europe. Annual Review of Phytopathology, 32: 559-579. doi: 10.1146/annurev.py.32.090194.003015.
- Gül A, Şahin K, Şafak M, Yavuz O, Erdoğan N (1998) Adana ilinde tarıma girdi sağlayan kuruluşların yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(1): 41-50.
- Gül M, Akpınar MG, Demircan V, Yılmaz H, Bal T, Arıcı SE, Polat M, San B, Eraslan F, Örmeci Kart ÇM, Gürbüz D, Yılmaz ŞG (2014) Zirai ilaç bayilerinin yapısı ve entegre mücadele konusundaki tutum ve davranışları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(1): 11-25.
- Gün S, Kan M (2008) Pesticide Use in Greenhouses in Turkey: Health and environmental consciousness. Polish Journal of Environmental Studies 18(4): 607-615.
- İnan H, Boyraz N (2003) Konya ilindeki zirai ilaç bayilerinin bazı yönlerden değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17(32): 86-97.
- Kesci T, Kocabaş Z (2007) Biyoistatistik. İkinci Baskı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Yayın No: 94, Ankara.
- KTOBİM (2000) Konya Tarım İl Müdürlüğü, Tarımsal İstatistik Raporları, Konya.
- Özçatalbaş O, Sözer İK (2002) Antalya ili Elmalı ve Korkuteli ilçelerinde tarıma girdi sağlayan kuruluşların faaliyetleri ve yayım açısından değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15(2): 89-100.
- Özel R (2004) Şanlıurfa ilinde zirai ilaç bayilerinin pazarlama yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8(1): 41-49.
- Ragsdale NN, Sisler HD (1994) Social and political implication of managing plant disease in the United States. The Annual Review of Phytopathology 32: 545-557.
- Schmitt MA, Durgan BR, Iverson SM, Minnesota P (2000) Impact Assessment and Participant Profiles of Extension's Education Programs for Agricultural Chemical/Seed Retailers and Crop Advisors. Journal of Extension 38(6) 6FEA2 <http://www.joe.org/joe/2000December/a2.html>. Erişim 20 Mart 2020.
- Şengül M (1996) Adana ili Yüreğir ovasında turuncuğil üretiminde tarımsal savaş ilaçları kullanımı ve ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Tezcan H (1996) Türkiye'nin bazı illerindeki zirai mücadele ilaç bayilerinin mevcut durumu ve düşündükleri. Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin, s. 795-800.
- TOB (2018) Teoriden Pratiğe Kimyasal Mücadele. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- TÜİK (2020) Pesitisit tüketim miktarları [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do? alt_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). Erişim 20 Mart 2020.
- Yetkin C, Arslan ZF, Bilgili A (2013) Şanlıurfa İlinde bitki koruma ürünlerinin kullanım durumunun ve sorunlarının belirlenmesi. I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara, 1, s. 295-307.
- Yılmaz MA, Çınar A, Çınar Ö, Uygun N, Şekeroğlu E, Kornosor S, Biçici M, Özgür AF, Koç NK, Uygur FN, Baloğlu S, Karaca İ (1995) GAP Bölgesinde pilot bitki koruma kliniklerinin kurulması. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan 1995, Şanlıurfa, s. 88-98.
- Yiğit F (2001). Antalya ilinde zirai ilaç bayilerinin genel durumları ve çiftçi ile olan ilişkilerinin araştırılması, Türk-Koop. Ekin 5(15): 90-96.
- Zeren O, Kumbur H, Taşdemir H (1996) İçel ilinde tarımsal ilaç pazarlama kullanım tekniği ve etkinliği üzerinde araştırmalar, Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, s. 259-269.
- Zhang W, Jiang F, Ou J (2011) Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences 1(2): 125.
- ZMO (2020) Ülkemizde bitki koruma ürünleri ve buna bağlı konular üzerine değerlendirme http://zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30892&tipi=5&sube=0. Erişim 20 Mart 2020.



Türkiye su ürünleri yetiştiricilik politikalarının Avrupa Birliği Ortak Balıkçılık Politikası kapsamında SWOT analizi yöntemiyle değerlendirilmesi*

Evaluating of Turkey aquaculture policy within the scope of the Common Fisheries Policy by SWOT analysis

Simge ATAGÜL ÖZTÜRK¹, Serpil YILMAZ²

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Hastalıkları ABD, İstanbul.

²Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Balıkçılık Temel Bilimler Bölümü, Antalya.

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Atagül Öztürk, e-posta (e-mail): simge.atagul@hotmail.com

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 14 Eylül 2020
Düzeltilme tarihi 10 Aralık 2020
Kabul tarihi 11 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Ortak Balıkçılık Politikası
Su ürünleri yetiştiriciliği
Su ürünleri yetiştiriciliği politikaları
SWOT analizi

ÖZ

Bu çalışmada Avrupa Birliği'nin 2014 yılında Ortak Balıkçılık Politikası'na yönelik getirmiş olduğu tüzük kapsamında yeniden düzenlenmiş olan mevzuat ve bunların uygulamaya olan yansımaları su ürünleri yetiştiriciliği özelinde incelenmiş, söz konusu düzenlemelerin ülkemizdeki su ürünleri yetiştiricilik politikaları ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu kapsamda inceleme sonucunda elde edilmiş veriler ışığında SWOT Analizi yöntemi kullanılarak ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik politikalarına ve sektöre olan yansımalarına dair objektif bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Sektörün güçlü ve zayıf yönleri, fırsat ve tehditler değerlendirilmiş ve sektörün gelişimine yönelik öneriler sunulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 14 September 2020
Received in revised form 10 December 2020
Accepted 11 December 2020

Keywords:

Common Fisheries Policy
Aquaculture
Aquaculture policies
SWOT analysis

ABSTRACT

Common Fisheries Policy has been updated several times as a result of reforms and the most recent of which took effect on 2014. In this study, new regulations on Common Fisheries Policy are reviewed and compared with the current aquaculture policy in Turkey and evaluated of the impact of new regulations on the aquaculture sector in Turkey. As a result of the research tried to make an objective assessment for Turkey aquaculture policy and industry by SWOT analysis method and determine strong weaknesses, opportunities and threats. It was aimed to make suggestions on Turkey's aquaculture sector development in the light of the obtained information.

*Bu araştırma Simge Atagül Öztürk tarafından 27.06.2019 tarihinde sunulmuş olan 'Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Uygulanmakta Olan Su Ürünleri Yetiştiricilik Politikaları'nın Karşılaştırmalı Analizi' başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Avrupa Birliği (AB) dünyadaki en önemli su ürünleri üreticilerinden biri konumundadır. Nitekim, Çizelge 1'de verilmiş olan 2016 yılı dünya su ürünleri üretim miktarlarına göre AB; Çin, Endonezya, Hindistan ve Vietnam'ın ardından 5. sırada yer almaktadır. Söz konusu üretimin yaklaşık %20'lik kısmı yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. AB önemli üreticilerden biri olmasının yanı sıra aynı zamanda 2016 yılı için kayıtlara geçmiş olan 54.3 milyon avroluk değer ile de su ürünleri yetiştiricilik ürünlerinin dünyadaki en yüksek ticaret akışlarından bir tanesine sahiptir (EU Market Report 2018).

AB ülkelerinde su ürünleri tüketimi de oldukça yüksektir ve AB bu talebi karşılayabilmek adına su ürünleri ithal etmek

zorunda kalmaktadır. Bugün AB'nin iç pazarında tüketilmekte olan balığın %60'ı farklı ülkelerden ithal edilmektedir (European Commission 2016). Bu nedenle AB, yetiştiricilik sektörüne yönelik gerekli düzenlemeleri ve yatırımları yaparak ithal balığa olan bu ihtiyacı düşürmeye çalışmaktadır. Ayrıca yetiştiriciliğin geliştirilmesi, AB'de kırsal bölgelerde kalkınmaya ve sosyal yapıya sağlayacağı katkı açısından da çok önemli görülmektedir. Yetiştiriciliğin gelişmesine yönelik yeni düzenlemeler Ortak Balıkçılık Politikası (OBP)'na yapılmış olan son reformunda da önemli başlıklarından bir tanesini oluşturmaktadır.

OBP resmi oluşumundan itibaren (1983) yıllar içerisinde önemli reformlara uğramış ve sektörü her yönü ile ele almaya yönelik bir kapsam oluşturmayı hedeflemiştir. Nitekim 2014 yılı itibariyle uygulanmaya başlanmış olan yeni tüzükle birlikte AB, denizler ve balıkçılık için daha iyi bir geleceğin koşullarını ve onları destekleyen sağlıklı bir deniz ortamını ortaya koymayı amaçlamaktadır (European Commission 2011).

Ülkemizde 1970'li yıllarda başlayan su ürünleri yetiştiriciliği miktarı üretimin başladığı ilk günden günümüze kadar önemli bir artış göstermiştir. TÜİK verilerine göre araştırmanın yapıldığı 2017 yılı itibariyle su ürünleri üretim miktarı 630820 ton olarak kayıtlara geçmiş ve bu üretim miktarı ile bir önceki yıla göre %7.2'lik bir büyüme gerçekleştirilmiştir (TÜİK 2019). Türkiye, Çizelge 2'de görüldüğü gibi dünya levrek yetiştiriciliğinde AB ülkelerinden sonra ikinci büyük üretici konumundadır ve AB'nin levrek ithalatındaki en büyük tedarikçisidir. Nitekim AB'nin birlik dışından ithal ettiği levreğin neredeyse tamamı Türkiye'den temin edilmektedir (EUMOFA 2019). AB tarafından sektöre yönelik yayınlanmış olan son raporlarda da Türkiye'nin AB pazarında gün geçtikçe daha da etkili olduğu gözlenmektedir. AB'nin güncel ithalat ve ihracat rakamlarına göre Türkiye'nin bu anlamda rakibi olan birlik üyesi Yunanistan'ın son yıllarda Kuzey Avrupa

pazarlarına ihracat ettiği çipura ve levrek miktarlarında gerilemeler yaşanmaktadır. 2010-2016 yılları arasında İngiltere'ye ihraç edilen ürün miktarı 4639 tondan %44 bir düşüş ile 2621 tona gerilemiştir. Almanya içinse bu rakam yaklaşık %8'lik bir gerileme ile 2993 tondan 2757 tona düşmüştür. Aynı dönem içinde Türkiye'nin İngiltere'ye olan ihracatı ise 33 tondan 1735 tona, Almanya için ise 61 tondan 4553 tona yükselerek önemli bir artış göstermiştir. Türkiye'nin gittikçe genişlediği bir başka gelişmekte olan pazar ise Hollanda'dır. Ülkemizin Hollanda'ya olan ihracat hacmi 2010 yılında 2003 ton iken 2016 yılında 7619 tona yükselmiştir (EU Market Report 2018). Ancak tüm bu olumlu tabloya rağmen Türkiye'nin su ürünleri yetiştiricilik sektöründe daha da güçlü rekabet edebilmesi için bazı teşviklere ihtiyacı olduğu söylenebilir. Bu nedenle yetiştiricilik sektörüne yönelik bu tür araştırma ve değerlendirmeler büyük önem taşımaktadır. Çünkü OBP gerek kendi sektörünün gelişmesine yönelik getirdiği düzenlemeler gerekse tüm dünyaca kabul gören standartlarıyla Ülkemiz açısından da önemli bir yapılanmadır.

Bu çalışmada 2014 yılında yürürlüğe girmiş olan OBP'nin güncel mevzuatlarını yetiştiricilik özelinde genel hatlarıyla inceleyerek, SWOT analizi yöntemi ile ülkemiz yetiştiricilik sektörüne yönelik bir değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 1. 2016 yılı dünya su ürünleri üretim miktarları (1000 ton) (EU Market Report 2018).

Table 1. World production of fisheries and aquaculture in 2016 (1000 tonnes) (EU Market Report 2018).

Ülke	Avçılık	Su Ürünleri Yetiştiriciliği	Toplam Üretim	Oran (%)
Çin	17807	63722	81529	41
Endonezya	6584	16616	23200	12
Hindistan	5082	5703	10785	5
Vietnam	2786	3635	6421	3
AB (28)	5014	1290	6304	3
ABD	4931	444	5375	3
Rusya	4773	174	4947	2
Japonya	3275	1068	4343	2
Filipinler	2028	2201	4229	2
Peru	3812	100	3912	2
Bangladeş	1675	2204	3879	2
Norveç	2203	1326	3529	2
Güney Kore	1396	1859	3255	2
Myanmar	2072	1018	3090	2
Şili	1829	1050	2879	1
Tayland	1531	963	2494	1
Diğer	23347	6834	30181	15
Toplam	90145	110207	200352	100

Çizelge 2. 2007-2016 yılları arası dünya deniz levreği yetiştiricilik üretim miktarı (ton) (EUMOFA 2019).

Table 2. World production amount of sea bass aquaculture between 2007-2016 (tonnes) (EUMOFA 2019).

Yıllar	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AB 28	60494	60443	58656	65180	69052	63929	63875	62825	69763	81852
Türkiye	41900	49270	46554	50796	47013	65512	67913	74653	75164	80847
Mısır	589	4383	5381	16306	17714	13798	12328	15167	14343	24498
Tunus	793	788	1370	1466	2832	1999	1968	1869	2802	2564
Diğer	689	570	571	580	665	784	687	840	1059	1243
Toplam	104465	115454	112532	134328	137276	146022	146771	155354	163131	191004

2. Materyal ve Metot

Araştırmanın ana materyalini, AB’de 2014 yılı ile itibarıyla birlik içerisinde uygulamaya başlamış olan yeni OBP ve Türkiye’deki yetiştiricilikle ilgili mevzuat ile konu hakkında yapılmış olan çeşitli literatür araştırmaları oluşturmaktadır. Bu kapsamda konuyla ilgili yayınlanmış makale, rapor ve istatistiklerden de yararlanılmış, birincil veriler ise yurtiçi ve yurtdışında ilgili kurumlar ile çeşitli görüşmeler yapılarak elde edilmiş, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde yer alan Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü ile AB Komisyonu bilgisayar kayıtları ile yayınlarından ve faaliyet raporlarından faydalanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Avrupa Birliği OBP kapsamında su ürünleri yetiştiricilik politikaları

AB’de su ürünleri yetiştiriciliği kıyı topluluklarında sürdürülebilir ekonomik büyümeyi desteklemek açısından önemli bir ekonomik faaliyet olarak görülmektedir. Bu kapsamda yetiştiriciliğin sürdürülebilirliği amacıyla; ürünlerin kalite ve güvenliğinin, endüstrinin potansiyelini ortaya çıkarmak ve rekabet gücünü artırmak için önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle AB, araştırma ve teknolojileri destekleyici, erişim ve idari engeller ile ilgili mevcut sorunların üstesinden gelmeyi mümkün kılacak, sürdürülebilir ve rekabetçi bir su ürünleri yetiştiriciliğini teşvik etmek istemektedir (European Commission 2013). Sektörün geliştirilmesine yönelik düzenlemeler, kontrol mekanizmasından, üretimin ve pazarlama sürecinin planlamasına, örgütlenme modellerinden, finansal desteklere ve istikrarlı bir piyasa oluşturmaya yönelik oldukça kapsamlı şekilde ele alınmış olan bir plan dahilinde yürütülmektedir. Söz konusu plan dahilindeki tüm unsurlar AB’de 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla uygulamaya konulan 1380/2013 AB sayılı Ortak Balıkçılık Politikası tüzüğü kapsamında ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır. Söz konusu tüzük kapsamında OBP; Koruma ve Kontrol politikası, Yapısal Politika, Ortak Piyasa Düzeni ve Uluslararası İlişkiler olmak üzere dört temel politikadan oluşmaktadır (EU Regulation 2014a).

Sektörün gelişmesine yönelik en önemli başlıklardan bir tanesi finansman desteğidir. AB geçmişten beri OBP’sının yapısal politikası kapsamında sektörün desteklenmesine yönelik çeşitli fonlar oluşturmuştur. Bu fonların sonuncusu yeni reform kapsamında oluşturulmuş olan Avrupa Denizcilik ve Balıkçılık Fonu (EMFF)’dur (European Commission 2014a). EMFF, 2014-2020 yılları arası için oluşturulmuş bir fon olup 6.4 milyar avruluk toplam bütçeye sahiptir. AB komisyonu bu bütçenin yaklaşık olarak %21’ni sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğine ayırmıştır. EMFF kapsamında üye devletlere sağlanacak olan destek tutarının belirlenmesinde sektörde çalışan kişi sayısı, üretim kapasitesi, denetleme kapasitesinin durumu, ihtiyacının büyüklüğü gibi birçok farklı kriterler göz önüne alınmaktadır (EU Regulation 2013). Yetiştiricilik için destek kapsamını oluşturan başlıkların bazıları; yetiştiriciliğin çeşitlendirilmesine yönelik yatırımlar, çalışma ve güvenlik koşullarının iyileştirilmesi, işletmelerin modernizasyonu, enerji ve kaynak verimliliğini artıracak yatırımlar ile çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik çalışmalar şeklinde özetlenebilir (EU Regulation 2014b).

OBP’nin sektöre yönelik bir diğer önemli unsuru ise kontrol mekanizmasını düzenleyen koruma ve kontrol politikasıdır. Bu

başlık ağırlıklı olarak denizel sisteme ve avcılığın kısıtlanmasına yönelik olmakla beraber denizden sofraya tüm sürecin izlenmesi ve kontrolüne dair yaptırımlar yetiştiricilik ürünleri için de aynı şekilde geçerlidir. Birlik içerisindeki tüm gıda maddelerinde olduğu gibi, su ürünleri yetiştiricilik ürünlerinin tüm üretim süreçlerinde de temel izlenebilirlik prosedürü uygulanmak zorundadır (EU Regulation 2002).

OBP’nin en kapsamlı ve önemli bir diğer politikası ise piyasanın düzenlenmesine yönelik olarak oluşturulmuş Ortak Piyasa Düzeni’dir (OPD). OBP’na 2014 yılında yapılan reformla birlikte OPD’ne yönelik de yeni bir tüzük getirilmiştir. Yeni tüzük kapsamında güncellenen OPD, profesyonel örgütlenmeler, ortak pazarlama standartları, tüketici bilgisi, rekabet kuralları ve pazar bilgisi olmak üzere beş temel unsurdan oluşmaktadır (EU Regulation 2013). OPD’ne yönelik getirilen söz konusu yeni tüzük ile piyasaların şeffaflığının geliştirilmesi ve rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir (European Commission 2014a).

Profesyonel örgütlenmeler altında yer alan üretici örgütleri AB’de sektörün bel kemiği durumundadırlar. OPD tüzüğü altında görev, yetki ve sorumlulukları ayrıntılı olarak belirlenmiş olan üretici örgütleri aktif bir role sahiptirler. Son tüzükte beraber üretici örgütlerine üretim ve pazarlama planları yapma zorunluluğu getirilmiştir. Bu planlar yetiştirilen türler için bir üretim programı, pazarlama stratejisi, arz miktarının ayarlanmasına yönelik alınacak tedbirleri ve kuralları ihlal eden üyelere yönelik cezai yaptırımları içermekte olup, OPD’nin hedeflerine ulaşmasında çok önemli bir araç olarak görülmektedirler (EU Regulation 2013).

Yeni tüzük kapsamında getirilen bir diğer önemli unsur ise genişletilmiş tüketici bilgilendirmesi başlığıdır. Bir önceki tüzükte de yer alan bu başlık yeni tüzükte beraber daha kapsamlı bir hale getirilmiştir. AB komisyonu genişletilmiş hükümler ile tüketicilerin bilinçli satın alma seçimleri yapmalarını sağlamayı hedeflemektedir (European Commission 2014b). Bu tüzüğe göre, birlik içerisinde pazarlanan yetiştiricilik ürünleri, menşelerinden veya pazarlama yöntemlerinden bağımsız olarak sadece uygun markalama ve etiketlemeye sahip ise nihai tüketiciye veya toptan gıda dağıtım şirketine satışa sunulabilmektedirler (EU Regulation 2013). Bu durum AB pazarında yer alacak ithal ürünler için de aynı şekilde geçerlidir.

Yeni tüzükte beraber getirilen bir diğer düzenleme ise rekabet kuralları ve pazar bilgisi başlıklarıdır. Yeni OPD tüzüğü kapsamında AB içerisindeki avcılık ve yetiştiricilik pazarına yönelik tüm bilgilerin paydaşlar arasında paylaşılması amacıyla “pazar bilgisi” başlığı altında yeni bir düzenleme getirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda Avrupa Komisyonu, Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ürünleri Avrupa Piyasa Gözlemevi’ni (EUMOFA) kurmuştur. EUMOFA Avrupa Komisyonu tarafından piyasa istihbaratını geliştirmek, avcılık ve yetiştiricilik için pazarın şeffaflığına ve verimliliğine katkıda bulunmak amacıyla geliştirilmiş çevrimiçi bir araçtır ve temel hedefi avcılık ve yetiştiricilik ürünleri için AB pazarında güvenilir bilgi sağlamaya yöneliktir (European Commission 2011). Yine yeni OPD’nin unsurlarından birini oluşturan rekabet kurallarının düzenlemeleri gereğince Avrupa Birliği’nin İşleyişine Dair Antlaşma (TFEU)’nın 106’ya kadar olan maddeleri ve bunların uygulama hükümleri ile ilgili TFEU’nun 101(1). ve 102. maddelerinde belirtilen ticari anlaşmalara, kararlara ve uygulamalara yönelik olan rekabet kuralları, avcılık ve yetiştiricilik ürünlerini de aynı şekilde kapsamaktadır (EU Regulation 2013). Yürürlüğe giren yeni uygulamalar

kapsamında, değişmeden eski tüzükteki şekliyle kalan tek başlık ise ortak piyasa standartları başlığıdır. Bu başlık kapsamında ilgili tüzükte ayrıntılı olarak verilen tazelik ve boyut standartlarına uymayan hiçbir ürünün AB pazarında sunulması söz konusu olamamaktadır.

3.2. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik politikalarının OBP kapsamında değerlendirilmesi

Ülkemizde su ürünlerine yönelik düzenlemeler 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu kapsamında düzenlenmektedir. Söz konusu kanunun genel kapsam ve içeriğini su ürünlerinin üretimi, korunması ve kontrolüne dair çeşitli hükümler oluşturmaktadır (Su Ürünleri Kanunu 1971). Ancak ülkemizde su ürünlerinin düzenlenmesinin de bir çok farklı kanun ve yönetmelik de söz konusudur. Bu anlamda OBP ve 1380 sayılı çerçeve kanun, oldukça farklı iki yapılanma olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak AB'deki OBP içeriği ve kapsamı göze alındığında 1380 sayılı kanunun kapsamının oldukça sınırlı kaldığı söylenebilir.

Ülkemizdeki su ürünleri yetiştiricilik miktarları yıllar içerisinde devamlı bir artış göstermiştir. Söz konusu olumlu tablonun su ürünleri dış ticareti için de geçerli olduğu bilinmektedir. Çizelge 3'de Türkiye'nin 2008-2018 yılları arasındaki su ürünleri ihracat-ithalat miktar ve değerleri verilmektedir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi Türkiye'nin 2018 yılındaki su ürünleri ihracatı 177539 ton iken su ürünleri ithalatı ise 98314 ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl içerisinde en yüksek ihracatın gerçekleştiği ilk 10 ülkenin yedisini ise AB ülkeleri oluşturmaktadır (TÜİK 2019).

Sektörde yıllar içerisinde yaşanmış olan bu büyümede yeni teknolojilerin sektöre etkisi, sahip olunan eğitilmiş iş gücü, Türkiye'nin su ürünleri yetiştiriciliği açısından coğrafi avantajı gibi konuların yanı sıra yıllardır sektöre yönelik yapılmış olan desteklerin payı büyüktür. Ülkemizde su ürünlerine yönelik desteklemeler ilk olarak 2003 yılında çupra, levrek ve alabalık işletmelerine yönelik olarak yapılmıştır (Çavdar 2009). Desteklerin verilmeye başlandığı yıldan günümüze kadar, desteklerin miktarları ve çeşitleri giderek artmış, başlangıçta yetiştiricilikteki ana türlere yönelik olan destekler, bugün birçok yeni türü de kapsamına almıştır. Bugün su ürünleri yetiştiricilerinin faydalanabildiği bu devlet desteklerinin her biri farklı kanun ya da yönetmeliklere göre düzenlenmektedir. Bu kapsamda söz konusu destekler; 'Su Ürünleri Yetiştiriciliği Destekleme Tebliği (2018)'ne göre düzenlenmekte olan Üretim

Destegi, 'Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ (2019)'e göre düzenlenmekte olan İyi Tarım Uygulamaları Destegi, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) tarafından kırsal kalkınma kapsamında su ürünleri yetiştiriciliğine yönelik verilen destekler (TKDK 2019), 'T.C Ziraat Bankası A.Ş. ve Tarım Kredi Kooperatiflerince Tarımsal Üretime Dair Düşük Faizli Yatırım ve İşletme Kredisi Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esasları Tebliği (2018)'e göre düzenlenen İndirimli Krediler ve '5363 sayılı Tarım Sigortaları Kanunu (2005)'na göre düzenlenen Su Ürünleri Sigortası şeklinde sıralanabilir. Yetiştiricilik sektörüne sağlanmakta olan mali destekler açısından AB ve Türkiye'ye bakıldığında farklı uygulamalar karşımıza çıkmaktadır. Yukarıda bahsedildiği üzere ülkemizde sektöre yönelik verilmekte olan desteklerin her biri farklı yönetmelikler altında yer almaktadır. Oysa AB'nin EMFF'si incelendiğinde sektöre yönelik desteklemelerin bütünsel bir anlayışla, birçok farklı alana yönelik olarak ve tek bir düzenleme altında ele alındığı görülmektedir. Ülkemizde devlet desteklerine yönelik yönetmelikler incelendiğinde ise desteğin ağırlıklı olarak üretime yönelik olduğu görülmektedir.

AB'de su ürünleri yetiştiricilik ürünlerine temel düzeyde bir izlenebilirlik prosedürü uygulanması zorunludur. Ülkemizdeki yetiştiricilik ürünleri için de benzer şekilde işleyen bir kontrol mekanizmasından söz etmek mümkündür. Bu kapsamda AB müktesebatına uygun olarak hazırlanmış olan '5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu (2010)'na göre tüm avcılık ve yetiştiricilik ürünleri temel izlenebilirlik prosedürüne tabidirler. Ancak daha önce de belirtildiği gibi, OBP ülkemizdeki mevcut uygulamalardan oldukça farklı bir yapılanmadır. AB'de OPD tüzüğü altından düzenlenmekte olan örgütlenme modelleri, ortak standartlar, pazar rekabetine ve kurallarına yönelik düzenlemeler, ülkemizde tek bir çatı altında toplanmış bir düzenlemeye sahip değildirler. Nitekim Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğine dair örgütlenme modelleri incelendiğinde karşımıza Kooperatifler ve Üretici Birlikleri yapılanmaları çıkmaktadır. Bu iki yapılanma da su ürünleri özelinde hazırlanmış düzenlemeler olmayıp tüm kooperatifleri ve üretici birliklerini kapsamaktadır. İlgili kanunların genel içerikleri ağırlıklı olarak üyelik şartlarını ve kooperatif ve birliğin ortaklık koşullarına yönelik usulleri belirlemektedirler (Tarımsal Üretici Birlikleri Kanunu 2004), (Kooperatifler Kanunu 1969). Özellikle AB'deki su ürünleri

Çizelge 3. 2008-2018 yılları arasındaki su ürünleri ihracat-ithalat miktar ve değerleri.

Table 3. Turkey aquacultural export-import amounts and values, 2008-2018.

YILLAR	İHRACAT-İTHALAT MİKTARLARI (TON)					İHRACAT-İTHALAT DEĞERLERİ (USD)				
	İhracat Miktar (ton)	İthalat Miktar (ton)	Toplam Miktar (ton)	İhracat % Oran	İthalat % Oran	İhracat Değer (USD)	İthalat Değer (USD)	Toplam Değer (USD)	İhracat % Oran	İthalat % Oran
2008	54526	63222	117748	46.31	53.69	383297348	119768842	503066190	76.19	23.81
2009	54354	72686	127040	42.78	57.22	318063028	105822852	423885880	75.04	24.96
2010	55109	80726	135835	40.57	59.43	312935016	133829563	446764579	70.04	29.96
2011	66738	65698	132436	50.39	49.61	395306914	173886517	569193431	69.45	30.55
2012	74006	65384	139390	53.09	46.91	413917190	176402894	590320084	70.12	29.88
2013	101063	67530	168593	59.94	40.06	568207316	188068388	756275704	75.13	24.87
2014	115381	77551	192932	59.80	40.20	675844523	198273838	874118361	77.32	22.68
2015	121053	110761	231814	52.22	47.78	692220595	250969660	943190255	73.39	26.61
2016	145469	82074	227543	63.93	36.07	790303664	180753629	971057293	81.39	18.61
2017	156618	100444	257062	60.93	39.07	854731829	230111248	1084843077	78.79	21.21
2018	177539	98314	275853	64.36	35.64	952001252	188951045	1140952297	83.44	16.56
Toplam	1121856	884390	2006246			6356828675	1946838476	8303667151		

üretici örgütlerinin pazar fonksiyonları ile karşılaştırıldığında Türkiye'deki örgüt yapılanmalarının görev, yetki ve etkinliklerinin kısıtlı kaldığı gözlenmektedir.

OPD altında yer alan ve ürünün pazarlanmasını önemli şekilde etkileyen tüketici bilgilendirmesine yönelik hazırlanan etiketleme hükümleri ülkemizde de kısmi olarak uygulamaktadır. Bu kapsamda su ürünleri yetiştiricilik ürünleri, 'Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği (2017)'ne göre, uygulanmakta olan etiketleme hükümlerine uygun şekilde piyasaya sunulmak zorundadır. Ancak son yıllarda etiketleme ve izlenebilirlik konularında ülkemizde birçok olumlu gelişme sağlanmış olmakla birlikte AB pazarındaki standartlara göre hala eksikliklerin olduğu söylenebilir. AB'de OPD altında yer alan ortak piyasa standartları piyasadaki sürdürülebilir ürün arzı, iç piyasanın dengesi, adil bir piyasa rekabeti ve ürün karlılığının artması açısından oldukça önemli görülmektedir. 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'nu piyasadaki ürünler için bu tarz kapsamlı bir standart getirmemektedir. Bu nedenle 2012 Yılında 'Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'ne dayanılarak

hazırlanmış olan '2012/73 sayılı Balıkçılık Ürünlerine Ait Duyusal Özellikler ve Toplam Uçucu Bazik Azot Limitleri Tebliği (2012)'ne göre piyasada yer alacak olan su ürünlerinin çeşitli standartları karşılıyor olması gerekmektedir. Türkiye'de pazarda yer alacak ürünler için belirlenmiş olan bu standartlar ile AB'de birlik içerisinde uygulanmakta olan standartlar arasında kısmi bir uyum söz konusudur. Yeni OPD'nin alt başlıklarından olan rekabet kuralları ve pazar bilgisi konularında ise ülkemizde su ürünleri özelinde oluşturulmuş benzer bir yapılanma halen mevcut değildir.

Bu kapsamda AB ve Türkiye'deki su ürünleri yetiştiricilik sektörü, AB'nin OBP'nin reform sonrası yeniden düzenlenen mevzuatları ve bunların uygulamaya olan yansımaları açısından genel hatlarıyla karşılaştırıldığında iki yapı arasında mevzuat ve uygulamalar açısından birçok farklılık gözlenmektedir. Elde edilen veriler ışığında ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik sektörüne yönelik objektif bir değerlendirme yaptığımızda sektörünün güçlü ve zayıf yönleri, olası fırsatlar ve tehditlerine yönelik olarak ortaya çıkan SWOT analizi değerlendirmesi Çizelge 4'deki gibidir.

Çizelge 4. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü SWOT analizi.

Table 4. SWOT analysis of Turkey aquaculture sector.

GÜÇLÜ YÖNLERİ	ZAYIF YÖNLERİ
<ul style="list-style-type: none"> Türkiye'nin iç suları ve denizleri ile su ürünleri yetiştiriciliği için uygun su alanlarına sahip olması Birçok farklı türün yetiştiriciliğinin yapılmasına olanak sağlayan ekolojik avantaj Su ürünleri yetiştiricilik sektörünün devlet tarafından destekleniyor oluşu ve bu desteklerin yıllar içinde üretimden, ekipmana, tesislerin modernizasyonundan yeni teknolojilerin adaptasyonuna birçok farklı alana yönelik çeşitlik kazanması Mevcut durumda sahip olunan eğitimli iş gücü ve bu iş gücünün her geçen gün sektörde daha fazla yer alması Su ürünlerinin AB'ye ihraç edilen tek hayvansal gıda olması ve ihracattaki önemi Araştırma ve geliştirme olanaklarının yıllar içerisinde artması ile yeni teknolojilerin ve uygulamaların sektöre kazandırılması Sektörün gelişmeye açık oluşu ve taşıdığı yüksek üretim ve ihracat potansiyeli 	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek üretim hacmi ve potansiyele rağmen kişi başına düşen tüketim miktarının çok düşük olması Ülkemizdeki su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili mevcut sorunların çözülmesine ve sektörün geliştirilmesine yönelik bir plan dahilinde hazırlanmış, çözüm odaklı bir yaklaşımın belirlendiği stratejik bir planın eksikliği Su ürünleri piyasasının düzenlenmesine yönelik arz talep dengesini kuracak, ürünler için ortak standartlar getirecek, pazarı güçlendirecek piyasa düzenlemelerinin yetersizliği Su ürünleri yetiştiricilerine yönelik oluşturulmuş, üreticilerin tüm üretim faaliyetlerinde aktif olarak yer alacak, sektörün gelişimine katkıda bulunacak etkin bir örgütlenme yapılanmasının eksikliği Yetiştiricilik ürünlerinin pazarlanmasında yaşanan sorunları ortadan kaldırmaya yönelik oluşturulmuş bir pazarlama stratejisi eksikliği Yem, kalite yönetimi ve ürün pazarlaması gibi konularda ortaya çıkan maliyetlerin küçük işletmeler için yüksek olması Kurumsal yapıda yıllar içerisinde birçok düzenleme yapılmış olmasına rağmen idari prosedürlerin halen küçük işletmeler için bir sorun teşkil ediyor olması Güçlü bir pazar politikası oluşturacak, sektörün gelişmesine ve korunmasına olanak sağlayacak kapsamlı bir çerçeve kanun yapılmasına ihtiyaç duyulması ve bu konuda 1380 sayılı mevcut Su Ürünleri Kanunu'nun kapsamının su ürünleri yetiştiricilik sektörünün günümüz ihtiyaçlarını karşılanmasında yetersiz kalıyor olması Su ürünleri yetiştiriciliğine dair kamuoyunda var olan olumsuz imajın sektöre olumsuz etkisi
FIRSATLAR	TEHDİTLER
<ul style="list-style-type: none"> Su ürünleri yetiştiriciliği ürünlerinin güvenilir bir besin kaynağı yaratması sebebiyle tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemini giderek artırıyor olması Yetiştiriciliği yapılmaya başlanan birçok yeni türün, mevcut pazarlar dışında yeni ve farklı pazarlar yaratma potansiyeli Türkiye için en önemli dış pazar konumunda olan AB'nin ithal balığa olan ihtiyacı ve Türkiye'nin AB pazarında gücünün her geçen gün artıyor olması AB uyum süreci kapsamında getirilen yeni düzenlemeler ile standartlar ve uygulamalar konusunda sağlanmış olan gelişmeler Yeni teknolojilerin sektöre adaptasyonu ile ürün çeşitlendirme ve katma değerli ürün üretimine yönelik artan potansiyel 	<ul style="list-style-type: none"> İç pazardaki belirsizliklerin özellikle küçük ölçekli üreticileri olumsuz yönde etkilemesi Devlet desteklerinin ihracat sürecinde AB tarafından ülkemize uygulanabilecek olası vergi uygulamalarına sebep olması ihtimali Bilişçiz olarak gerçekleştirilen sanayi ve tarım faaliyetlerinin su kaynaklarına ve kalitesine verebileceği zararlar Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bazı yemlerin fiyatlarının döviz kurları sebebiyle artması

Sektörün yüksek üretim potansiyeli, gelişmesine yönelik her geçen gün daha kapsamlı şekilde devlet tarafından destekleniyor olması, AB uyum süreci kapsamında çıkarılmış olan yeni yasalarla birlikte ürün standartları ve üretim süreçleri konusunda kat edilen yol, bunların dış pazarlara açılmada sağladığı avantaj ve dış ticarete yönelik olumlu etkisi genel hatlarıyla ülkemizdeki mevcut durumun güçlü yönleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak üretim sürecindeki bu olumlu tablo piyasanın düzenlenmesi ve pazarlama süreçleri söz konusu olduğunda değişmektedir. AB'de güçlü bir piyasa yapılanması adına oluşturulmuş kapsamlı bir OPD tüzüğü mevcuttur. Ülkemizdeki düzenlemeler incelendiğinde ise su ürünleri yetiştiriciliğine yönelik oluşturulmuş güçlü bir pazar politikasından söz etmek mümkün değildir. Bu eksiklik özellikle pazarlamaya yönelik sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu durum ülkemiz politikaları açısından zayıf bir yön olarak karşımıza çıkmaktadır. Pazarlama kanallarında yaşanan sorunlar, pazar için hazırlanan ürünlerle ilgili ortak standartların ve fiyat politikasının belirlenerek hem üreticiyi hem de tüketiciyi koruyacak ortak bir pazarlama stratejisinin eksikliği pazar açısından bir sorun oluşturmaktadır. Yine benzer şekilde üreticilerin birlikte hareket etmesine olanak sağlayan ve böylelikle sektörün gelişmesine önemli katkılarda bulunan örgütlenme yapılarına yönelik düzenlemelerin de ülkemiz politikalarında gerektiği şekilde kapsamlı olmadığı görülmektedir. Sektörün gücünü artıracak bir pazar politikası eksikliği yüksek üretim potansiyelinin istenilen oranda bir ekonomik değere dönüşmemesi açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. AB pazarının ithal balığa olan ihtiyacı ve ülkemizin bu talebi karşılayabilecek kaliteli ürün kapasitesine sahip olması, bunun yanı sıra ülkemizde birçok farklı türün yetiştiriciliğinin yapılmasına olanak veren ekolojik avantaj sektörün genişlemesi açısından önemli fırsatlar yaratmaktadır. Ancak fırsatları en etkin şekilde değerlendirebilmek için güçlü bir pazar politikasına da ihtiyaç vardır. Ayrıca sektörün bu anlamda güçlenmesi hem üreticinin hem de tüketicinin iç pazardaki ekonomik dalgalanmalardan etkilenmesi riskini de en aza indirecek önemli bir tedbir olarak görülmektedir. Yukarıda bahsi geçen tüm durumlar göz önüne alınarak sektöre yönelik hazırlanacak kapsamlı ve çözüm odaklı stratejik bir gelişim planının sektöre çok önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.

4. Sonuç

Çalışma sonucunda ortaya çıkan verilerinde ortaya koyduğu gibi gerek üretim miktarları gerekse yetiştiriciliğin taşıdığı yüksek potansiyel ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik sektörünün mevcut gelişiminin gelecekte de devam edeceğini göstermektedir. Ancak, yapılan araştırmadan da anlaşılacağı üzere Türkiye'deki su ürünleri yetiştiricilik sektörünün birçok temel konuda halen eksikleri mevcuttur. Bunun yanı sıra eksik ve yanlış bilgilendirme sebebiyle su ürünleri yetiştiricilik sektörüne yönelik kamuoyunda olumsuz bir imajın varlığı söz konusudur. Ancak sektördeki tüm bu olumsuzlukların giderilmesi için alınabilecek birçok tedbir bulunmaktadır. Bu tedbirlerin başında doğal kaynaklarımızın doğru kullanılmasına olanak sağlayacak ve sektörün güçlendirilmesine yönelik düzenlemeleri getirecek, sürdürülebilirliği temel almış olan yeni bir su ürünleri politikasının oluşturulması gelmektedir. Bu kapsamda pazar için hazırlanan ürünlerle ilgili ortak bir standardın ve fiyat politikasının belirlenmesi, sağlanacak olan adil bir pazar rekabeti, sektörün geleceği açısından oldukça önemli görülmektedir. Yine bir diğer önemli konu olan örgütlenme yapılarıyla ilgili su ürünleri kooperatiflerinin ve su

ürünleri üretici birliklerinin sektör içinde daha etkili hale getirilecek şekilde konumlandırılması, gerekli düzenleme ve kontrollerin yapılıyor olması önemlidir. Bunun yanı sıra üreticilerin üretmiş oldukları ürünlerini etkin şekilde pazarlanmasına olanak sağlayacak, ülke çapında oluşturulmuş bir pazarlama stratejisi, sektörde su ürünlerinin pazarlanmasındaki mevcut eksikliklerin ve sorunların giderilmesini sağlayarak hem iç pazarın güçlendirilmesi hem de dış pazardaki rekabet edilebilirliğin artırılmasına önemli bir katkıda bulunacaktır. Bu kapsamda mevzuattaki yeni düzenlemelerin uygulamaya geçirilmesinin; AB başta olmak üzere, dünyada su ürünleri yetiştiriciliği konusunda ilerlemiş olan ülkelerin pazarlarındaki son eğilimlerin takip edilmesinin önemlidir. Çalışmanın başında da belirtildiği gibi Türkiye gerek sahip olduğu denizel alanlar gerekse zengin iç suları ile su ürünleri yetiştiriciliği için verimli kaynaklara sahip bir ülkedir. Ülkemizdeki mevcut su ürünleri üretimi bugün AB üye ülkeleri arasında yer alan birçok ülkenin üretim miktarlarından çok daha yüksek seviyelerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle sektöre yönelik iyileştirici tedbirlerin alınması, doğru tanıtım stratejileri ve çeşitli mevzuatların yeniden düzenlenmesiyle birlikte Türkiye'deki su ürünleri yetiştiricilik sektörünün çok daha güçlü bir sektör haline geleceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Balıkçılık Ürünlerine Ait Duyusal Özellikler ve Toplam Uçucu Bazik Azot Limitleri Tebliği (2012) Tebliğ No: 2012/73 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/11/20121121-11.htm>. Erişim 12 Eylül 2019.
- Çavdar Y (2009) Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Desteklemeler. SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni 1(1): 13-14.
- EU Market Report (2018) The EU Fish Market 2017 Edition. <http://www.eumofa.eu/>. Accessed 04 May 2019.
- EU Regulation (2002) Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety / Official Journal L 031 , 01/02/2002 P. 0001 – 0024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>. Accessed 12 March 2019.
- EU Regulation (2013) Regulation (Eu) No 1379/2013 Of The European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on The Common Organization of the Markets in Fishery and Aquaculture Products. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R1379>. Accessed 04 May 2019.
- EU Regulation (2014a) Regulation (Eu) No 1380/2013 Of The European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the Common Fisheries Policy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1380>. Accessed 21 May 2019.
- EU Regulation (2014b) Regulation (Eu) No 508/2014 of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 on the European Maritime and Fisheries Fund. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0508>. Accessed 12 May 2019.
- EUMOFA (2019) EUMOFA Seabass in the EU case study. Accessed 12 September 2019.
- European Commission (2011) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions Reform of the Common Fisheries Policy . /* COM/2011/0417 final */ Section1. <https://eur->

- lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0417. Accessed 12 September 2018.
- European Commission (2013) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Strategic Guidelines for the Sustainable Development of Eu Aquaculture /* Com/2013/0229 Final. / <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0229>. Accessed 25 March 2018.
- European Commission (2014a) European Commission 'European Maritime and Fisheries Fund'. https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_en. Accessed 19 April 2018.
- European Commission (2014b) European Commission 'market'. <https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/market>. Accessed 16 May 2019.
- European Commission (2016) Summary of the 27 Multiannual National Aquaculture Plans file online. https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/27-multiannual-national-aquaculture-plans-summary_en.pdf. Accessed 05 April 2019.
- Kooperatifler Kanunu (1969) Resmi Gazete, 13195, 24 Nisan 1969. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1163.pdf>. Erişim 18 Mayıs 2019.
- Su Ürünleri Kanunu (1971) Resmi Gazete, 13799, 4 Nisan 1971. https://www.tbmm.gov.tr/tutanaklar/KANUNLAR_KARARLAR/kanunbmmc054/kanunbmmc054/kanunbmmc05401380.pdf. Erişim 20 Mayıs 2019.
- Su Ürünleri Yetiştiriciliği Destekleme Tebliği (2018) Tebliğ No: 2018/24. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/05/20180529-19.htm>. Erişim 08 Nisan 2019.
- Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ (2019) Tebliğ No: 2019/11 <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190210-3.htm>. Erişim 09 Mart 2019.
- T.C. Ziraat Bankası A.Ş. ve Tarım Kredi Kooperatiflerince Tarımsal Üretime Dair Düşük Faizli Yatırım ve İşletme Kredisi Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esasları Tebliği (2018) Tebliğ No: 2018/16 <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180316-18.htm>. Erişim 12 Nisan 2019.
- Tarım Sigortaları Kanunu (2005) 14 Haziran 2005. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/06/20050621-2.htm>. Erişim 11 Nisan 2019.
- Tarımsal Üretici Birlikleri Kanunu (2004) Resmi Gazete, 25514, 29 Haziran 2004. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5200.pdf>. Erişim 10 Mayıs 2019.
- TKDK (2019) Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu. <https://www.tdk.gov.tr/>. Erişim 11 Mayıs 2019.
- TÜİK (2019) Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://tuik.gov.tr>. Erişim 24 Mayıs 2019.
- Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği (2017) Resmi Gazete, 29960 (Mükerrer) 26 Ocak 2017. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm>. Erişim 22 Nisan 2019.
- Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu (2010) Resmi Gazete, 27610, Haziran 2010. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100613-12.htm>. Erişim 02 Mayıs 2019.



RTK GPS alıcısının yön açısı ölçüm doğruluğunun dijital pusula yardımı ile belirlenmesi

Determining the heading angle measurement accuracy of RTK GPS receiver by the help of digital compass

İlker ÜNAL

Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 07070, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Ünal, e-posta (e-mail): ilkerunal@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 05 Ekim 2020
Düzeltilme tarihi 27 Ekim 2020
Kabul tarihi 27 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Otonom tarımsal robotlar
Navigasyon
Yön açısı
Topcon RTK GPS alıcısı
HMR 3000 dijital pusula

ÖZ

Otonom tarımsal mobil robotlar, tarımsal işlemler için traktörlere bir alternatiftir. Ancak, bu robotların dikim, ilaçlama, gübreleme ve hasat gibi farklı tarımsal görevlerde sağlam ve güvenilir bir navigasyon sistemine ihtiyacı bulunmaktadır. Bu bağlamda, hedef noktalara doğru ve hızlı dönüş manevraları gerçekleştirmek için dijital bir pusula veya bir GPS alıcısından robot yön açısı ölçümleri, hassas tarım robotu navigasyon algoritmaları için en önemli prosedürdür. Bu çalışmanın amacı, Honeywell HMR3000 dijital pusula yardımıyla Topcon RTK GPS alıcısının yön açısı ölçüm doğruluğunu ve aynı zamanda her iki cihaz arasındaki düzeltme faktörünü belirlemektir. Bu çalışmada, robotun kuzeye göre yönünü ölçmek için Honeywell HMR3000 dijital pusula kullanılmıştır. Bu veriler, Topcon RTK GPS alıcısının rota açısı ölçümlerinin nicel korelasyonunu oluşturmak için kalibrasyon veri seti olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Topcon RTK GPS alıcısı ile HMR3000 arasında yüksek oranda doğrusallık olmasına rağmen ($R^2= 0.9998$), açı değerlerinin -5.87 ile $+5.97$ derece arasında saptığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, GPS alıcısından elde edilen yön açısı değerlerinin hassas navigasyon uygulamaları için kullanılabilir olmadığını göstermektedir.

ARTICLE INFO

Received 05 October 2020
Received in revised form 27 October 2020
Accepted 27 October 2020

Keywords:

Autonomous agricultural robots
Navigation
Heading angle
Topcon RTK GPS receiver
HMR 3000 digital compass

ABSTRACT

Autonomous agricultural mobile robots are an alternative to the tractors for cultivation tasks. But, these robots need a robust and reliable navigation system in different agricultural tasks such as planting, spraying, fertilizing, and harvesting. In this context, the robot heading angle measurements from a digital compass or a GPS receiver to perform accurate and rapid turning manoeuvres toward the target points are the most important procedure for precise agricultural robot navigation algorithms. The objective of this study was to determine the heading angle measurement accuracy of Topcon RTK GPS receiver by the help of Honeywell HMR 3000 digital compass. It is also to determine the correction factor between both devices. In this study, Honeywell HMR3000 digital compass was used to measure the direction of the robot relative to North. These data were used as calibration dataset to establish the quantitative correlation the heading angle measurements of the Topcon RTK GPS receiver. As a result of the study, although there is a high level of linearity between the Topcon RTK GPS receiver and the HMR3000 ($R^2= 0.9998$), it was observed that the angle values deviated between -5.87 and $+5.97$ degrees. This result shows that the direction angle values obtained from the GPS receiver are not usable for precise navigation applications.

1. Giriş

Tarımsal amaçlı otonom bir robot, tarımsal üretim ortamında sürücüsüz olarak hareket edebilen tekerlekli bir araç olarak tanımlanmaktadır. Burada kullanılan otonom ifadesi, robot üzerine yerleştirilen dâhili veya harici sensörler yardımıyla robotun ortam hakkında zamansal ve mekânsal veriler toplayarak hareket etme ve yönlenme yeteneği olarak ifade edilmektedir. Otonom bir robot, tarımsal üretim ortamında

hareket edebilme ve yönlenme işlevlerini motorlu hareketlendiriciler yardımıyla, üzerine yerleştirilen bilgisayara önceden yüklenmiş olan referans veriler ve sensörlerden toplanan veriler üzerinde farklı algoritmalar kullanarak gerçekleştirmektedir (Li ve ark. 2009). Özellikle açık tarla ortamında kullanılan robotların belirlenen hedef noktalara yönlendirilmesi ve doğrusal hareketlerinin sağlanabilmesi için

GPS (Global Positioning System) alıcısı ve dijital pusulalar en önemli sensörler olarak kullanılmaktadır.

Robot navigasyon uygulamalarında başarılı olunabilmesi için doğru yön ve konum verilerinin hesaplanması gerekmektedir. GPS, doğru navigasyon verileri sağlama konusundaki üstün yetenekleri nedeniyle birçok bilimsel ve mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Bir noktanın dünya üzerindeki gerçek konumunun belirlenmesi, sadece kullanılan GPS alıcısına değil, konum verilerinin hassasiyetini gerçek zamanlı cm mertebesinde belirleyen klasik RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik) veya CORS (Continuously Operating Reference Station) tekniklerinin kullanılmasına bağlıdır (Keicher ve Seufert 2000; Mizushima ve ark. 2003). Bir GPS alıcısı kullanılan düzeltme teknikleri yardımıyla hassas konum belirleyebilmesine rağmen, navigasyon işleminin bir diğer parametresi olan yön açısını (heading) uydur sinyallerini alamadığı ya da durağan olduğu durumlarda doğru belirleyememektedir. Bu bağlamda, bir navigasyon uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için GPS alıcısı ile birlikte robotun yön açısını güvenli şekilde belirleyebilen dijital bir pusulaya ihtiyaç bulunmaktadır. GPS alıcısı ve dijital pusulanın entegrasyonundan elde edilen konum ve yön bilgileri, mobil bir robotun noktadan noktaya doğru bir şekilde yönlendirilmesinde kullanılacak olan navigasyon algoritmasının temel referans verilerini oluşturmaktadırlar (Ryu ve ark. 2016). Yön açısı, yatay bir düzlemde hareket eden bir aracın boylamsal eksen doğrultusu ile kuzey yönü arasında kalan açı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1). Robot navigasyon uygulamalarında yön açısı çoğu zaman robotun hareket yönü olarak kullanılmaktadır. Yön açısı verisi, robotun hem bilinen önceki konum bilgileri ile birlikte kullanıldığında mevcut konumunu belirlemek, hem de bilinen hedef bir noktaya yönelmesinde gerekli olan dönüş açısının hesaplamada kilit bir rol oynamaktadır.



Şekil 1. Yön açısı.

Figure 1. Heading angle.

Literatürde, tarımsal amaçlı otonom robotların sadece GPS alıcısı kullanılarak yönlendirilmesi üzerine yapılmış bazı çalışmalar bildirilmiştir (Stoll ve Kutzbach 2000; Thuilot ve ark. 2001). Ancak, tek bir GPS alıcısı kullanılarak gerçekleştirilen otonom navigasyon uygulamaları bazı sınırlamalara sahiptir. Bu sınırlamaların giderilmesi ve daha doğru navigasyon bilgileri sağlamak için İnersiyal Ölçme Ünitesi (IMU - Inertial Measurement Unit) ile birleştirilmesi gerekmektedir (Hellström 2002). Son 10 yıllık süreçte GPS ve dijital pusulanın navigasyon sistemleri içerisinde entegreli

şekilde kullanımı ile birbirlerini tamamladıkları görülebilmektedir. Zhang ve ark. (2015), bir biçerdöverin IMU entegreli bir RTK GPS kullanılarak konum ve duruş verileri üzerinden otonom şekilde harita tabanlı bir navigasyon algoritması ile kontrolünü gerçekleştirmişlerdir. Oksanen ve Backman (2013), otonom olarak çalıştırılacak şekilde tasarlanmış bir traktör için navigasyon algoritması geliştirmişlerdir. Çalışmada, konum belirlemek için RTK GPS alıcısı, yön açısı belirlemek için ise fiber optik jiroskop kullanılmışlardır. Yön açısı belirleme algoritmasında hem jiroskop hem de GPS alıcısından gelen yön açısı verileri beraber kullanılmıştır. Han ve ark. (2017), traktörlerin otonom şekilde navigasyonunun sağlanması için traktör üzerine üçgen oluşturacak şekilde yerleştirilen üç adet düşük maliyetli GPS alıcısı ve IMU içeren entegre bir sistem geliştirmişlerdir. Diğer yandan, Gomez-Gil ve ark. (2011), otonom navigasyon uygulamalarında yönlendirme hatalarının azaltılması için daha hassas GPS alıcıları, diferansiyel düzeltmeler ve elektronik pusula kullanılması gerektiğini ancak bu sistemlerin pahalı çözümler olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında, IMU sistemi kullanmadan, traktörden daha ileri bir konuma yerleştirilen tek bir GPS alıcısından alınan konum verileri ve traktör kinematik yasalarını da hesaba katarak traktör yön değişikliklerini belirlemek için basit ve düşük maliyetli bir yöntem geliştirmişlerdir.

Günümüzde birçok araştırmacı daha hassas hareket edebilen tarımsal amaçlı robot tasarımlarında sensör füzyonu teknolojilerine odaklanmışlardır. Sensör füzyonunda, birden fazla sensörden gelen analog ve dijital verilerin amaca uygun şekilde değerlendirilip robot navigasyon uygulamalarında daha hassas ve esnek sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak, her bir teknoloji yapılan çalışmaların maliyetini artırmaktadır. Bu çalışmada, düzeltme sinyallerini CORS üzerinden alan tek bir RTK GPS alıcısından elde edilen yön açısı verilerinin navigasyon uygulamalarında kullanım imkanını arttıran bir yöntem açıklanmıştır. Bu amaçla, asıl kullanım amacı yön açısı bulmak olan dijital pusuladan elde edilen veriler ile GPS alıcısından elde edilen yön açısı verilerinin kalibrasyonunu sağlayacak olan düzeltme faktörünü belirlemeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, coğrafi konum ve yön açılarının toplanması için önceki çalışmalarda oluşturulmuş olan tarımsal amaçlı otonom bir mobil robot kullanılmıştır. Mobil robotun otonom çalıştırılması sırasında geçilen noktalara ait coğrafi konum (enlem, boylam) ve yön açılarının (heading) toplanması için Topcon AGI-4 çift kanallı (L1, L2) RTK GPS alıcısı kullanılmıştır.

GPS alıcısının katalog verilerine göre RTK ölçüm hassasiyeti 2 cm altı olarak belirtilmiştir. GPS alıcısı için düzeltme sinyalleri CORS-TR ağından alınmıştır. GPS alıcısı ile eş zamanlı olarak mobil robotun yön açısını toplamak için Honeywell HMR3000 dijital pusula kullanılmıştır.

Dijital pusulanın katalog verilerine göre yön açısı ölçümünde 0.1 derece çözünürlükte 0.5 dereceden daha az ölçüm hassasiyetine sahip olduğu belirtilmiştir. GPS alıcısı ve dijital pusuladan gelen verileri toplamak için ECS-4500 endüstriyel bilgisayar kullanılmıştır. GPS alıcısı ve dijital pusula endüstriyel bilgisayara RS232 seri iletişim portu üzerinden bağlanmıştır.

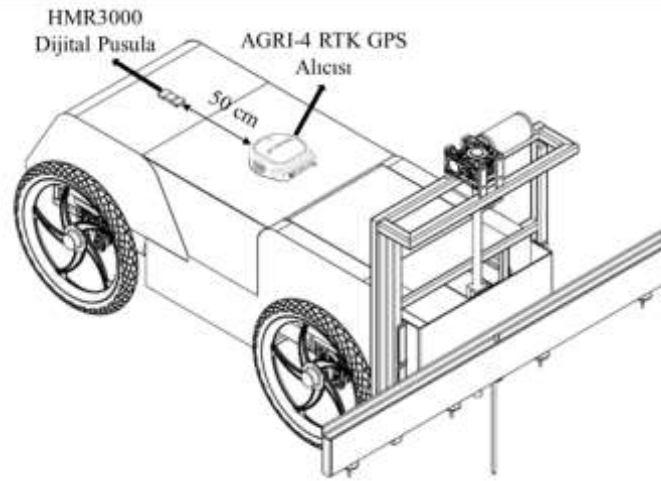
2.2. Metod

Çalışmada, GPS alıcısı ve dijital pusula mobil robot ekseninde aynı doğrultuda ve 50 cm aralıklı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Belirtilen bu mesafe dijital pusulanın, GPS alıcısının manyetik alan etkisinden uzaklaşmak için belirlenmiştir (Şekil 2). GPS alıcısı ve dijital pusulanın bilgisayar ile seri haberleşme hızı 19200 baud olarak ayarlanmıştır. GPS alıcısının verileri yenileme hızı 10 Hz, dijital pusulanın ise 20 Hz olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu frekanslar, kullanılan cihazlara ait maksimum değerlerdir. Veri toplama yazılımı, Microsoft Visual Basic.NET programlama dilinde geliştirilmiştir. Tüm veriler, Microsoft SQL Server 2005 veri tabanına saniyede bir olacak şekilde kaydedilmiştir. Yön açısı verilerini analiz etmek için ise Microsoft Excel 2010 kullanılmıştır.

Veri toplama çalışmaları, Akdeniz Üniversitesi kampüsü içerisinde, yönü güney-kuzey doğrultuda $36^{\circ} 53' N$ ve $30^{\circ} 38' E$ koordinatlarında bulunan tali bir yol üzerinde gerçekleştirilmiştir. GPS alıcıları hesapladıkları değişkenleri (konum, hız, yön açısı gibi) RS232 portu üzerinden bağlı oldukları bilgisayara aktarmak için Amerika Ulusal Deniz Elektronikleri Birliği (NMEA) tarafından standart hale getirilmiş

olan NMEA – 0183 veri formatını kullanırlar. Çalışmada, GPS alıcısının 100 ms aralıklarla geliştirilen veri toplama yazılımına NMEA – 0183 veri formatı içerisinde bulunan “\$GPRMC” veri kümesini göndermesi sağlanmıştır. “\$GPRMC” veri kümesi, araları birbirinden virgüllerle ayrılmış 11 farklı veri içermektedir. Bu veriler içerisinde bulunan enlem, boylam verileri derece-dakika formatında olması nedeniyle UTM formatına çevrilerek metrik olarak ölçülandırılmış ve veri tabanına kaydedilmiştir. Veri kümesi içerisindeki yön açısı verisi ise olduğu gibi derece formatında veritabanına kaydedilmiştir. HMR3000 dijital pusula da aynı şekilde yön verisini RS232 portu üzerinden bağlı olduğu bilgisayara NMEA – 0183 veri formatını kullanarak göndermektedir. GPS alıcısı ve dijital pusulanın göndermiş olduğu NMEA – 0183 verileri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çalışma esnasında, GPS alıcısından gelen enlem, boylam ve yön açısı ile dijital pusuladan gelen yön açısı verileri Microsoft Visual Studio 2015 içerisinde bulunan Visual Basic.NET platformunda geliştirilen veri yakalama programı ile Microsoft SQL Server 2005 veri tabanı içerisinde aktarılmıştır. Geliştirilen yazılıma ait ekran görüntüsü Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Mobil robot ve sensörlerin yerleşimi.

Figure 2. The settlement of the mobile robot and sensors.

Çizelge 1. GPS alıcısı ve dijital pusulaya ait veri formatları.

Table 1. Data format of the GPS receiver and digital compass.

Sensör	Veri Formatı	Tanımlamalar
AGI-4 RTK GPS Alıcısı	\$GPRMC, HHMMSS.SS, Q, LLLL.LL, A, YYYYY.YY, A, X.X, X.X, XXXX, X.X, A*HH	HHMMSS.SS: Zaman (UTC) Q: Durum LLLL.LL: Enlem A: N veya S YYYYY.YY: Boylam A: E veya W X.X: İlerleme hızı, knots X.X: Yön açısı, derece XXXX: Tarih, ddmmyy X.X: Manyetik Sapma, derece A: E veya W HH: Kontrol
HMR3000 Dijital Pusula	\$HCHDT,X.X,T*HH<CR><LF>	X.X: Yön (Heading) açısı, derece T*HH: True, Kontrol CR: Satır Sonu LF: Enter



Şekil 3. Veri toplama yazılımı ekran görüntüsü.

Figure 3. The screens hot of the data acquisition software.

Hem GPS alıcısı, hem de dijital pusuladan elde edilen yön açısı verileri üzerinde istatistiksel analiz yapmak için Microsoft Excel 2010 programı kullanılmıştır. Literatürde, iki farklı sensörden alınan benzer veriler üzerindeki ilişkisel benzerlik ya da farklılıkları belirlemek için birçok istatistiksel yöntem önerilmiştir. Bu çalışmada, iki veri arasındaki ilişkiyi açıklamak ve hassasiyet ve doğruluğu kesin olarak bilinen dijital pusuladan elde edilen yön verileri ile GPS verilerinin düzeltme katsayısını belirlemek için lineer regresyon, Ortalama Kare Hata (MSE), Ortalama Karekök Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) yöntemleri kullanılmıştır.

$$MSE = \sum_{t=1}^N \left(\frac{\theta_{gps} - \theta_{hmr}}{N} \right)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\sum_{t=1}^N \left(\frac{\theta_{gps} - \theta_{hmr}}{\theta_{gps}} \right)^2 \right]}$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |\theta_{gps} - \theta_{hmr}|$$

Burada, θ_{gps} : GPS alıcısından alınan yön açısı, θ_{hmr} : Dijital pusuladan alınan yön açısı, N: toplam veri sayısı olarak tanımlanmaktadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma süresince, mobil robot otonom şekilde farklı noktalara yönlendirilmiştir. GPS alıcısı ve dijital pusuladan eş zamanlı olarak toplam 239 adet konum ve yön açısı verileri kayıt altına alınmıştır. Dijital pusuladan alınan 239 adet yön verisi doğrulama veri seti olarak kullanılmıştır. GPS alıcısından elde edilen yön verileri ise, dijital pusuladan elde edilen verilere göre Microsoft Excel 2010 programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Standart olarak gerçekleştirilen

istatistiksel analizlerde veriler arasındaki matematiksel farkın negatif olmasına bakılmaksızın sonuçlar hesaplanmaktadır. Çizelge 2’de toplanan yön açısı verilerine göre, MAE, MSE, RMSE ve R^2 değerleri gösterilmiştir. Ayrıca, Şekil 4’de doğrusal regresyon grafiği gösterilmiştir.

Çizelge 2. Standart olarak yapılan istatistiksel analiz sonuçları.

Table 2. Standard statistical analysis results.

MAE	MSE	RMSE	R^2
2.304	7.977	2.824	0.9998

Yapılan alan çalışmada elde edilen 239 verinin 116 tanesinde veriler arasındaki matematiksel farkın negatif, 123 tanesinde ise pozitif olduğu gözlemlenmiştir. Analiz sonucunda R^2 değerinin 0.9998 çıktığı görünse bile GPS alıcısından elde edilen açı verilerinin dijital pusulaya göre -5.87 ile +5.97 derece arasında saptığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, tek başına bir GPS alıcısının hassas mobil robot navigasyon uygulamalarında yön açısı ölçümü için uygun olmadığını göstermektedir. Ancak, her iki sensörün beraber kullanıldığı uygulamalarda dijital pusula verileri referans alınarak GPS alıcısından elde edilen yön açısı verilerinin mümkün mertebe düzeltilebileceği ve navigasyon uygulamalarında sistem için geri besleme elemanı olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Her ne kadar dijital pusulaların yüksek ölçüm hassasiyetine sahip oldukları bilinmekle birlikte, en küçük bir manyetik alan değişiminden olumsuz olarak etkilenmektedirler. Bu bağlamda, dijital pusulaların ortamdaki manyetik alan değişiminin ortadan kalkmasına kadar geçen süre içerisinde yön açısı verilerinin GPS alıcısından gelen açı verileri ile optimize edilebileceği öngörülmektedir. Bu kapsamda çalışmada, GPS alıcısı yön açısı verileri için bir açı düzeltme algoritması önerilmiştir. Algoritmaya ait akış şeması Şekil 5’de verilmiştir.

GPS alıcısından elde edilen veriler için düzeltme katsayısının belirlenmesinde her iki sensör arasındaki negatif farkların toplamının ortalaması GPS alıcısından elde edilen yön açısı verisine yinelenmeli şekilde eklenerek, pozitif farkların toplamının ortalaması ise çıkarılarak veriler yeniden istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda R^2 değerinin 0.9999’a çıktığı ve GPS alıcısından elde edilen açı verilerinin dijital pusulaya göre -3.59 ile +3.65 derece arasında saptığı

gözlemlenmiştir. Düzeltme katsayısı hesaplama algoritması sonrası elde edilen istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 3'de gösterilmiştir.

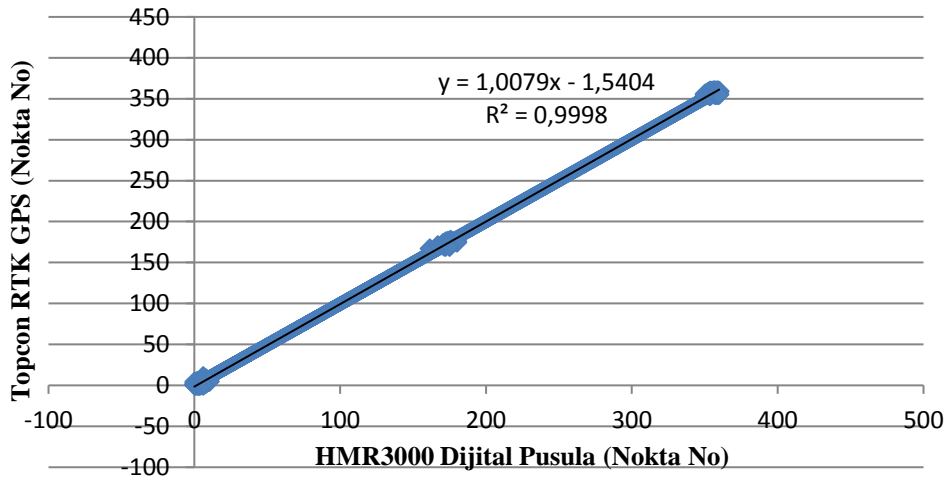
Çizelge 3. Düzeltme katsayısı eklendikten sonra yapılan istatistiksel analiz sonuçları.

Table 3. Statistical analysis results after adding the correction coefficient.

MAE	MSE	RMSE	R ²
1.367	2.661	1.631	0.9999

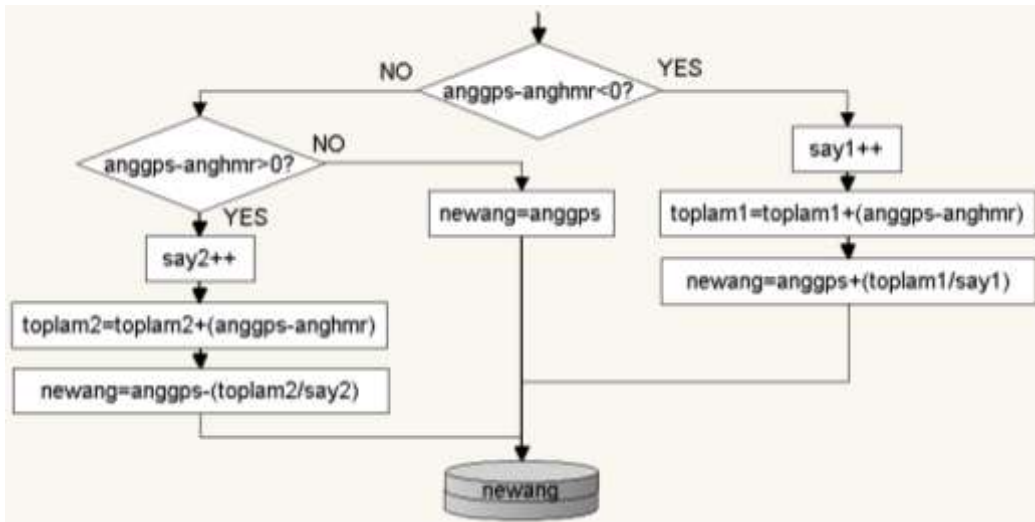
Çalışmada kullanılan dijital pusula hassas ölçüm yapma noktasında, piyasada bulunan diğer pusulalara göre ortalamanın üzerinde bir sensördür. Sensörün güncel fiyatı, yaklaşık olarak

1000 \$ civarındadır. Ölçüm sensörlerinde doğruluğu etkileyen iki önemli faktör bulunmaktadır. Bunlardan birincisi ölçüm hassasiyeti diğeri ise anlık veri gönderme hızıdır. Özellikle sensör tabanlı sistemlerde ölçüm hassasiyeti ve anlık veri gönderme hızının yüksekliği, kullanılan sensörün edinme maliyeti ile doğru orantılıdır. Bu açıdan bakıldığında, hassas navigasyon uygulamalarında sensörlerin edinme maliyetinden ziyade hassasiyet ve veri gönderme hızının yüksekliği, yapılacak olan çalışmanın başarısı açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, hassas navigasyon uygulamalarında uygun fiyatlı dijital pusulaların piyasada hassas olarak kabul edilen referans bir pusula ile karşılaştırılarak kullanılabilirliğinin araştırılması gerekmektedir.



Şekil 4. Yön açısı verilerinin doğrusal regresyon grafiği

Figure 4. Linear regression plot of heading angle data



Şekil 5. GPS alıcısı açı verileri için önerilen düzeltme katsayısı hesaplama akış şeması

Şekil 5. The flowchart of suggested correction coefficient calculation for GPS receiver angle data

4. Sonuç

Bu çalışmada, Topcon AGI-4 RTK GPS alıcısının mobil robotlar için yön açısı belirlenmesinde kullanılabilirliği tartışılmıştır. Yön açısı ölçüm hassasiyetinin belirlenebilmesi için ölçüm hassasiyeti yüksek olan HMR3000 dijital pusula verilerine göre GPS alıcısı verileri karşılaştırılmıştır. Yön açısı, mobil robotların bir noktadan başka bir noktaya otonom olarak yönlendirilirken sağa ya da sola dönüşlerindeki manevraları etkileyen en önemli navigasyon parametresidir. Her ne kadar RTK GPS alıcılarının hareketli konum hassasiyetleri santimetre mertebesinde olsa bile yön açısı ölçüm hassasiyetlerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, yapılan çalışmada her iki sensör arasında yüksek oranda doğrusalık olmasına rağmen, GPS alıcısından elde edilen yön açısı verilerinin hassas navigasyon uygulamalarında tek başına bir açı sensörü olarak kullanılmayacağını göstermiştir. Ancak, dijital pusula ile birlikte oluşturulacak bir IMU sistemi için çalışmada önerilen düzeltme algoritması kullanılarak belli bir seviyeye kadar sistem geri besleme elemanı olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Gomez-Gil J, Alonso-Garcia S, Gómez-Gil FJ, Stombaugh T (2011) A Simple Method to Improve Autonomous GPS Positioning for Tractors. *Sensors* 11: 5630-5644.
- Han XZ, Kim HJ, Jeon CW, Moon HC, Kim JH (2017) Development of a low-cost GPS/INS integrated system for tractor automatic navigation. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 10(2): 123-131.
- Hellström T (2002) Autonomous navigation for forest machines, A project pre-study in the Department of Computer Science Umea University, Sweden.
- Keicher R, Seufert H (2000) Automatic guidance for agricultural vehicles in Europe. *Computers and Electronics in Agriculture* 25(1): 169-194.
- Li M, Imou K, Wakabayashi K, Yokoyama S (2009) Review of research on agricultural vehicle autonomous guidance. *International Journal of Agricultural & Biological Engineering* 2(3): 1-16.
- Mizushima A, Noguchi N, Ishii K, Terao H (2003) Development of navigation sensor unit for the agricultural vehicle. In *Proceedings of the Advanced Intelligent Mechatronics*, Kobe, Japonya.
- Oksanen T, Backman J (2013) Guidance system for agricultural tractor with four wheel steering. In: *The IFAC bio-robotics conference*. Osaka, Japonya.
- Ryu JH, Gankhuyag G, Chong KT (2016) Navigation System Heading and Position Accuracy Improvement through GPS and INS Data Fusion. *Journal of Sensors* 2016: 1-6.
- Stoll A, Kutzbach HD (2000) Guidance of a forage harvester with GPS. *Precision Agriculture* 2: 281-291.
- Thuilot B, Cariou C, Cordesses L, Martinet P (2001) Automatic guidance of a farm tractor along curved paths, using a unique CP-DGPS. *Proceedings of the 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Maui, ABD.
- Zhang Z, Noguchi N, Ishii K (2015) Development of a Robot Combine Harvester. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers* 77(1): 45-50.



Plant molecular pharming is a promising system for cost-effective production of veterinary vaccines

Bitki moleküler üretimli ilaçlar, veteriner aşularının uygun maliyetli üretimi için umut verici bir sistemdir

Tarlan MAMEDOV^{ib}, Burcu GULEC^{ib}, Gulshan MAMMADOVA^{ib}

Akdeniz University, Department of Agricultural Biotechnology, Antalya, Turkey

Corresponding author (*Sorumlu yazar*): T. Mamedov, e-mail (*e-posta*): tmammedov@gmail.com

Author(s) e-mail (*Yazar(lar) e-posta*): burcudogusoy@gmail.com, gulka2878@gmail.com

ARTICLE INFO

Received 29 November 2020

Received in revised form 02 December 2020

Accepted 04 December 2020

Keywords:

Expresyon sistemi

Plant based

Transient

Vaccination

Animal

ABSTRACT

Vaccination of animals has been used for centuries and is generally considered the most cost-effective and sustainable method of disease control and prevention. About twenty-five years ago, vaccines were in a inactive form or live attenuated organisms and often were not very effective. Advances in molecular biology and biotechnology have made it possible to develop new vaccines and therapeutic targets. Plant expression system has been demonstrated to be a promising platform for production of a variety of recombinant proteins such as vaccines, antibodies, therapeutic proteins, human and industrial enzymes, toxins etc. for health, agricultural and industrial applications. Although plant produced products are already available and licensed for human use, however, there are currently no plant-based vaccines on the market for animal use other than the Newcastle poultry vaccine. This is probably explained by relatively high cost of plant produced recombinant protein based vaccines for animal use. Therefore, the development of inexpensive and affordable plant-based vaccines and their formulation is very important for the production of economical animal vaccines. In this review, (1) different expression systems, (2) the history of plant-based expression systems, (3) different types of vaccines, and(4) plant-based animal vaccine production in plants are discussed. We also discussed the advantages of plants in the development of veterinary vaccines and new developed strategies that can lead to the production of cost-effective, stable and highly immunogenic veterinary vaccines.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 29 Kasım 2020

Düzeltilme tarihi 02 Aralık 2020

Kabul tarihi 04 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Ekspresyon sistemi

Bitki temelli

Geçici ifade

Hayvan

Aşılama

ÖZ

Hayvanların aşılama yüzyıllardır kullanılmaktadır ve genellikle hastalık kontrolü ve önlenmesi için en uygun maliyetli ve sürdürülebilir yöntem olarak kabul edilmektedir. Yaklaşık yirmi beş yıl önce, aşular inaktif bir formdaydı veya canlı zayıflatılmış organizmalardı ve çoğu zaman çok etkili değildi. Moleküler biyoloji ve biyoteknolojideki gelişmeler, yeni aşular ve terapötik hedefler geliştirmeyi mümkün kıldı. Bitki ekspresyon sisteminin, aşular, antikorlar, terapötik proteinler, insan ve endüstriyel enzimler, toksinler vb. gibi çeşitli rekombinant proteinlerin üretimi sağlık, tarım ve endüstriyel uygulamalar için umut verici bir platform olduğu gösterilmiştir. Bitki tarafından üretilen ürünler zaten mevcut ve insan kullanımı için lisanslanmış olsa da, şu anda piyasada Newcastle kümes hayvanları aşısından başka hayvan kullanımı için bitki bazlı aşular bulunmamaktadır. Bu muhtemelen hayvan kullanımı için bitki tarafından üretilen rekombinant protein bazlı aşuların nispeten yüksek maliyeti ile açıklanmaktadır. Bu nedenle, ucuz ve uygun fiyatlı bitki bazlı aşuların geliştirilmesi ve bunların formülasyonu, ekonomik hayvan aşularının üretimi için çok önemlidir. Bu derlemede, (1) farklı ekspresyon sistemleri, (2) bitki bazlı ekspresyon sistemlerinin tarihçesi, (3) farklı aşı türleri ve (4) bitkilerde bitki bazlı hayvan aşısı üretimi tartışılmıştır. Ayrıca, bitkilerin veteriner aşularının geliştirilmesindeki avantajlarını ve uygun maliyetli, istikrarlı ve yüksek immünojenik veteriner aşularının üretimine yol açabilecek yeni geliştirilmiş stratejileri tartışılmıştır.

1. Introduction

The basis of the vaccination concept is to mimic natural immunity. It is aimed to achieve a response similar to natural immunity by administering the agents that have lost their disease-causing properties to the body, but will provide immune enhancement. The term vaccine is derived from the Latin term vacca-cow. It was invented on the idea that the cow pox virus, first proposed by Edward Jenner, would protect people against the human smallpox virus (Meeusen et al. 2007). Until recently, vaccines were developed using conventional technologies. However, the introduction of modern biotechnology and genomics has enabled not only to know which antigen triggers immunity, but also to ensure host defense and the development of safer and more effective vaccines. In animal husbandry, vaccines have been an effective and safe method, especially in fight against viral diseases that cannot be treated with antibiotics, and especially in protection from diseases such as rabies transmitted from wildlife. (Rogan and Babiuk 2005). Mass vaccination of animals is particularly important for the prevention of zoonosis cases. Moreover, it reduces the use of animal drugs, reduces the side effects associated with drug use, minimizes environmental damage and prevents drug residues in animal products. In short, vaccination affects not only animal health but also human society health and its economic effects are quite high (Shams et al. 2005). The use of inactive or live attenuated organisms in traditional vaccination could not provide a safe and effective immunity. The development of DNA-based technologies created new opportunity for the development of protein expression systems. To date, several protein expression systems have been developed, and various recombinant proteins have been produced using these expression systems, including infectious disease vaccines, which are already on the market. The first expression system developed is the bacterial expression system and is currently the most used one. Although the bacterial expression system is cheap and efficient, the system has serious limitations for the production of eukaryotic proteins, especially complex mammalian proteins. Due to its low cost and safety, yeast is an excellent eukaryotic host for the production of recombinant proteins. However, hypermannosylation, which is common in yeast, adversely affects protein folding. Mammalian cell culture is ideal platform for production of complex mammalia proteins, however this system has a risk with mammalian pathogen contamination, is very expensive, and also difficult to scale-up. Because of a number of disadvantages, other expression systems including plants that have a high production capacity and provide production of highly soluble, correctly folded proteins with eukaryotic type of post translational modifications, are continually being developed. So far a number of recombinant proteins, including vaccine antigens, antibodies, and therapeutic proteins have been produced in plants. Plant expression system has many advantages compared to other expression systems, including simple, highly scalable, cost-effective manufacturing, relative product safety due to the lack of any harbored mammalian pathogens, and the presence of the eukaryotic post-translational modification (PTM) machinery and have the ability to accumulate grams of target protein per kilogram of biomass in about a week. Development of plant expression systems allowed to shift the production of some pharmaceuticals from bacterial, yeast expression systems and mammalian cell cultures to plants (Lico et al. 2012; Merlin et al. 2014; Twyman et al. 2005). Some enzymes that are produced in plants have been already commercialized. For example, tobacco plant and maize have been used to manufacture human

type I collagen (Shoseyov et al. 2014) and bovine trypsin (Sigma-Aldrich). Rice has been used to manufacture lactoferrin and human lysozyme (Hennegan et al. 2005; Yang et al. 2007b). In 2012, Protalix and its partner Pfizer received FDA approval to manufacture plant-derived taliglucerase alpha, which is used as an enzyme replacement therapeutic in persons who is suffering from Gaucher disease.

2. Types of vaccines

There are different types of vaccines that are used to prevent various diseases.

2.1. Live attenuated vaccines

In live attenuated vaccines the virus or bacteria has been weakened but is functional or alive, and therefore can be replicated in the body and generate an immune response without causing the disease, e.g. measles, chickenpox, rotavirus, mumps, rubella and shingles vaccine viruses. Live attenuated vaccines are developed in a cell that is not a natural host and after certain processes in various environments, are transferred to their natural host and it is hoped that they will generate an adequate immune response. (Meeusen et al. 2007). However, live attenuated vaccines that fail to provide high protection also have many disadvantages such as re-virulence or inflammation. In addition, need of refrigerated storage gives an extra burden for distribution (Babiuk et al. 2003). It is difficult to achieve standardization as the production of virus vaccines requires the use of live cells, and their formulations are challenging as they can be in an enveloped or non-enveloped form. However, it is easier to manufacture than inactivated virus vaccines and there is no use of adjuvants (Gelder and Makoschey 2012).

2.2. Inactivated or dead vaccines

Inactivated or dead vaccines are obtained by formulating one or more dead bacterial agents or strains or dead virus in an oil or aluminum hydroxide adjuvant. It is more stable in field conditions and more economical to manufacture than live attenuated vaccines. Inactivation is achieved by denaturation of proteins or degradation of nucleic acids by various physical or chemical processes. It is then purified and mixed with an adjuvant. Inactivated vaccines do not contain live viruses or bacteria and safer than live attenuated vaccines, but since the replication of the pathogen is destroyed, it cannot provide a long-term protection (Cho et al. 2002; Gelder and Makoschey 2012). Inactivated vaccines usually require multiple doses.

2.3. RNA vaccines

RNA is a new type of vaccine that genetic elements (RNA) of a pathogen is inserted into human cells to produce pathogen antigens in order to elicit an adaptive immune response against a specific pathogen. The advantages of this vaccine are rapid production and increased cellular immunity (Kramps et al. 2020). However, there are several disadvantages associated with cold chain distribution and storage at low temperatures (for example, BioNtech/Pfizer COVID-19 vaccine has to be kept at minus 70 degrees Celsius). Moreover, RNA replication in the cells cannot be controlled. Notable, until now, no mRNA vaccine has been approved for use in humans.

2.4. Modern-protein based vaccines

The development of DNA based technologies and protein expression systems created new opportunity to design, develop and produce a new generation, protein-based vaccines. These vaccines are safe, can provide high immunogenicity and the dose of the vaccine can be controlled. However, it is challenging to produce functionally active antigens and associated with incorrect folding of some complex proteins (especially proteins with many disulfide bridges) produced in different host expression system. Therefore, for production of functionally active protein antigens more flexible approaches are required (Mamedov et al. 2012; Mamedov et al. 2017; Mamedov et al. 2019a).

3. Plant expression system: advantages, limitations and solutions

Recombinant proteins in plants were first produced by introduction of a target gene of interest into the nuclear genome (Franken et al. 1997; Daniell et al. 2001) and in other words by stable transformation. In a stable transformation, gene of interest is integrated into plant genome. Notable, stable transformation has number of disadvantages including the long development time, and low level accumulation of target proteins. In addition, stable transformation has an environmental concern associated with contamination of wild types; the possibility of gene flow from transgenic plants to wild types. Due to these disadvantages, another type of plant expression system, transient gene expression system has been developed (Yusibov and Mamedov 2010). The transient plant expression platform has several advantages over stable transformation. The transient plant expression system is fast, has high performance, and provides uniformity and consistency of target accumulation, has scalability, and has less environmental concerns. Although plant transient expression system is promising expression system, however this system had serious limitations for the production of a wide range of bacterial antigens, malaria antigens, some human proteins etc. that do not require N-glycosylation. The problem has recently been addressed through the development of an economical and practical technology that provided production of proteins of interest in native-like, non-glycosylated forms. This was achieved by *in vivo* deglycosylation of target proteins of interest by co-expression with bacterial PNGase F (Mamedov et al. 2012; Mamedov and Yusibov 2013; Mamedov et al. 2016) or with Endo H enzymes (Mamedov et al. 2017; Mamedov et al. 2019b). Using this technology, a functional active Pfs48/45 antigen of *Plasmodium falciparum* has been produced in plants and mice immunized with this antigen showed strong inhibition in standard membrane-feeding assay (SMFA) analysis for the first time (Mamedov et al. 2019a and b). This technology has been also applied for production of protective antigen of *Bacillus anthracis* (Mamedov et al. 2012; Mamedov et al. 2016; Mamedov et al. 2017; Mamedov et al. 2019a). Notably, PA contains six potential N-linked glycosylation sites, however PA is not glycosylated in the native host. When expressed in any eukaryotic system including plants, PA is aberrantly glycosylated (Mamedov et al. 2016). In earlier studies on PA, it was demonstrated that plant produced glycosylated PA83 protein was not functionally active and could not form lethal toxin (LeTx) *in vitro* (Chichester et al. 2013). However, deglycosylated PA83, produced by PNGase F co-expression was functional active could form lethal toxin (LeTx) *in vitro* (Mamedov et al. 2016). In addition, deglycosylated forms of

PA83 was much more stable (Mamedov et al. 2016; 2017) and immunogenic (Mamedov et al. 2016) compared to glycosylated counterpart. Thus, the *in vivo* enzymatic deglycosylation strategy offers new opportunities for the production of economical, stable and highly immunogenic veterinary vaccines in plants. It should be noted that, since chloroplast proteins are not glycosylated, therefore, chloroplasts can be also used for production of recombinant proteins including vaccine candidates in non-N-glycosylated form (Tregoning et al. 2004; Koya et al. 2005; Molina et al. 2005; Daniell 2006). However, this system has several disadvantages associated mainly with low level expression of target proteins.

4. Veterinary protein based vaccines produced in plants

Enterotoxin (LT-B) produced in transgenic tobacco or potatoes (Haq et al. 1995), were the first veterinary antigens proven that these antigens can be produced in plants. Production of these antigens in plants provided also the first proof of principle for edible vaccines. Later, mink enteritis virus (MEV) VP2 capsid protein/antigen was produced in bean plants (Dalsgaard et al. 1997). Castanon et al. (1999) reported about expression of rabbit hemorrhagic disease virus (RHDV) VP60 capsid protein in transgenic potatoes. Foot and mouth disease virus (FMDV) caused by an Aphthovirus of the family Picornaviridae is a severe, highly contagious viral disease that causes foot and mouth disease (Carrillo et al. 2005) and infects mammals such as cattle, pig, sheep, goat, and other cloven-hoofed animals. VP1-derived peptide of FMDV was recombinantly produced in various hosts including plants (Li et al. 2006). Thus, engineering of VP1 protein would be important to develop cost effective, safe and highly immunogenic vaccine against foot and mouth disease using transient expression technology. A rotavirus vaccine have been produced in transgenic potato as a fusion protein (cholera toxin B and A2 subunits fused with murine rotavirus enterotoxin and enterotoxigenic *Escherichia coli* fimbrial antigen (Yu et al. 2001) and it was demonstrated after oral immunization with this fusion protein in mice elicited serum and intestinal antibodies. In another study, bovine rotavirus (BRV) VP4 as His tagged protein was produced in *N. benthamiana* (Filgueira et al. 2004). A fusion protein consisting of a short peptide derived from BRVVP4 fused to GUS was expressed in transgenic alfalfa (Wigdorovitz et al. 2004). It was shown that when this antigen given intraperitoneally and orally to adult female mice, their sucklings were protected against challenge (Wigdorovitz et al. 2004). Human rotavirus VP6, produced in transgenic alfalfa, also protected mice from simian rotavirus infection. The VLP-based vaccine, the main capsid protein L1 of the human papillomavirus, has been produced in transgenic tobacco or potato (Biemelt et al. 2003; Varsani et al. 2003; Warzecha et al. 2003) protected against challenge.

There were attempts to produce functional active recombinant protein based vaccine against Rabies virus in plants (McGarvey et al. 1995; Loza-Rubio et al. 2008; Yusibov et al. 2002). Notable, rabies virus consists a single-stranded, negative-sense RNA genome, which encodes five structural proteins designated N (nucleoprotein), P (phosphoprotein), M (matrix protein), G (glycoprotein), and L (RNA-dependent RNA polymerase) (Schnell et al. 2010). It has been confirmed that glycoprotein G is responsible mainly for the induction of protective immunity and represents the major antigen of RABV (Wiktor et al. 1973; Cox et al. 1977; Macfarlan et al. 1986;

Foley et al. 2000). Glycoprotein G of RABV assembles in the form of homotrimers on the surface of RABV or of the infected cells and is the target for binding virus-neutralizing antibodies, thus harbor the major antigenic determinants of the virus (Gaudin et al. 1992). For this reason, most of the recombinant candidate vaccines studied so far are based on RABV-G protein. RABV-G protein have been produced with different expression systems (Dietzschold et al. 2003; Ashraf et al. 2005; Kaur et al. 2010; Huang et al. 2011). It was reported that even a single immunization of G protein was sufficient to induce high RABV-specific virus-neutralizing antibody titers in dogs, cats and mice. Therefore, G protein is a leading candidate for a new generation, protein based, subunit vaccine. Currently, although human and animal vaccines against RABV are available, allowing effective rabies control. However, they are very expensive and have relatively poor immunogenicity. In addition, protection is conferred after multiple immunizations with high antigen doses. Therefore, more immunogenic, safer and cheaper rabies vaccines are urgently needed. At this point, plant expression system would be also ideal for production of low cost, safe, stable and highly immunogenic vaccine against rabies. An artificial polypeptide containing rabies virus G protein (aa 253-275), and N protein (aa 404-418), fused with Alfalfa mosaic virus (AMV) CP were expressed either in *Nicotiana tabacum* plants transgenic for AMV replicase, or viar TMV in either *N. benthamiana* or spinach (Yusibov et al. 2002). It should be noted that the full length G protein of ERA rabies was previously produced in transgenic plants (McGarvey et al.1995; Loza-Rubio et al. 2008), however, the level of antigenic protein was low. Thus, engineering and developing full length G protein based plant produced vaccine would be important to produce cost effective, safe and highly immunogenic vaccine against rabies.

There have been many efforts to develop recombinant protective antigen based vaccine against anthrax. In 2002 protective antigen (PA) of *Bacillus anthracis* was first expressed in transgenic *N. tabacum* (Aziz et al. 2002). Later, PA was produced in transplastomic *N. tabacum* that significant increased the yield of expression (Aziz et al. 2005). The expression level of PA expressed in chloroplast by Henry Daniell's group were high, ~2.5 g kg⁻¹ in fresh leaf tissue. Chloroplast-derived PA with adjuvant produced high IgG titers and survived challenge with lethal doses of toxin (Koya et al. 2005). Later, PA was produced in *N. benthamiana* plant using transient expression system as a N-glycosylated protein. It was shown that glycosylated form of PA83, expressed in plants could not form lethal toxin (LeTx) *in vitro* (Chichester et al. 2013). However, PA83 produced by *in vivo* deglycosylation technology (co-expression with bacterial PNGase F), (Mamedov et al. 2012) was functional active and was more immunogenic compared to glycosylated form of PA (Mamedov et al. 2016). It was demonstrated that deglycosylated forms of PA83, produced by both PNGase F (Mamedov et al. 2012) or Endo H (Mamedov et al. 2017) in *N. benthamiana* plant was much more stable (Mamedov et al. 2016) compared to glycosylated form of the same protein (Chester et al. 2015). Thus, PNGase F or Endo H deglycosylated forms of PA are promising candidates for the development of a cost-effective, safe and immunogenic anthrax vaccine for use in livestock. It should be noted that the Sterne (34F2) *Bacillus anthracis* strain was developed in the 1930s and since then this vaccine has been used as a predominant method of immunizing livestock against anthrax worldwide. It is administered to livestock in a dose containing up to 10 million viable spores.

Can the Sterne strain cause infections in people? Theoretically, yes. The reason why this vaccine is still used in livestock today is that an economical and safe anthrax vaccine for use in livestock has not been developed. At this point, the plant expression system could be a promising platform for the economical production of a protein-based vaccine against anthrax for use in livestock.

5. Conclusion

Plant expression system could be promising platform for the production of cost effective, safe, stable and highly immunogenic veterinary vaccines. A number of veterinary vaccines have been produced in plants. However, the development of strategies for the expression of inexpensive and affordable plant-based vaccines and their formulation is very important for the production of economical veterinary vaccines. Plant expressions system had serious limitation for production of those proteins that do not require N-glycosylation in the native host, including a wide range bacterial proteins, enzymes, toxins etc. The limitation was solved by developing a robust strategy for production of proteins in plants in non-N-glycosylated form by co-expressing of target proteins of interest with bacterial deglycosylation enzymes PNGase F and Endo H. In fact, PA83 vaccine candidate, which was produced using Endo H enzymatic deglycosylation strategy is the most advanced vaccine candidate against anthrax in terms of cost, safety, stability and immunogenicity and is a promising vaccine candidate for human and veterinary use. Thus, the strategy of *in vivo* enzymatic deglycosylation in combination with flexible approaches can ensure the production of cost-effective, safe and highly immunogenic veterinary vaccines in plants.

References

- Ashraf S, Singh PK, Yadav DK, Shah Nawaz M, Mishra S, Sawant SV, Tuli R (2005) High level expression of surface glycoprotein of rabies virus in tobacco leaves and its immunoprotective activity in mice. *Journal of Biotechnology* 119: 1-14.
- Aziz MA, Singh S, Kumar PA, Bhatnagar R (2002) Expression of protective antigen in transgenic plants: a step towards edible vaccine against anthrax. *Biochemical and biophysical research communications* 299(3): 345-51.
- Aziz MA, Sikriwal D, Singh S, Jarugula S, Kumar PA, Bhatnagar R (2005) Transformation of an edible crop with the pagA gene of *Bacillus anthracis*. *FASEB Journal* 19: 1501-1503.
- Babiuk LA, Pontarollo R, Babiuk S, Loehr B. (2003) Induction of immune responses by DNA vaccines in large animals. *Vaccine* 21(7-8): 649-58.
- Biemelt S, Sonnewald U, Galmbacher P, Willmitzer L, Muller M (2003) Production of human Papillomavirus type 16 virus-like particles in transgenic plants. *Journal of Virology* 77: 9211-9220.
- Carrillo C, Tulman ER, Delhon G, Lu Z, Carreno A, Vagnozzi A, Kutish GF, Rock DL. (2005) Comparative genomics of foot-and-mouth disease virus. *Journal of Virology* 79(10): 6487-504.
- Castanon S, Marin MS, Martin-Alonso JM, Boga JA, Casais R, Humara JM, Ordas RJ, Parra F (1999) Immunization with potato plants expressing VP60 protein protects against rabbit Hemorrhagic disease virus. *Journal of Virology* 73: 4452-4455.
- Chester C, Dorigo O, Berek JS, Kohrt H (2015) Immunotherapeutic approaches to ovarian cancer treatment. doi: 10.1186/s40425-015-0051-7.
- Chichester JA, Manceva SD, Rhee A, Coffin MV, Musiychuk K, Mett V, Shamloul M, Norikane J, Streatfield SJ, Yusibov V (2013) A plant-produced protective antigen vaccine confers protection in

- rabbits against a lethal aerosolized challenge with *Bacillus anthracis* amespores. *Human Vaccines Immunotherapeutics* 9: 544-552.
- Cho HW, Howard CR, Lee HW (2002) Review of an inactivated vaccine against hantaviruses. *Intervirology* 45(4-6): 328-33.
- Cox JH, Dietzschold B, Schneider LG (1977) Rabies virus glycoprotein II. Biological and serological characterization. *Infection and immunity* 16(3): 754-9.
- Dalsgaard K, Uttenthal A, Jones TD, Xu F, Merryweather A, Hamilton WD, Langeveld JP, Boshuizen RS, Kamstrup S, Lomonosoff GP, Porta C, Vela C, Casal JI, Meloen RH, Rodgers PB (1997) Plant-derived vaccine protects target animals against a viral disease. *Nature Biotechnology* 15: 248-252.
- Daniell H, Streatfield SJ, Wycoff K (2001) Medical molecular farming: Production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *Trends in Plant Science* 6(5): 219-226.
- Daniell H (2006) Production of biopharmaceuticals and vaccines in plants via the chloroplast genome. *Biotechnology Journal Healthcare Nutrition Technology* 1(10): 1071-1079.
- Dietzschold B, Faber M, Schnell MJ (2003) New approaches to the prevention and eradication of rabies. *Expert review of vaccines* 2(3): 399-406.
- Filgueira DP, Mozgovoj M, Wigdorovitz A, Santos MD, Parreno V, Trono K, Fernandez FM, Carrillo C, Babiuk LA, Morris TJ, Borca MV (2004) Passive protection to bovine rotavirus (BRV) infection induced by a BRV VP8* produced in plants using a TMV-based vector. *Archives of virology* 149(12): 2337-48.
- Foley HD, McGettigan JP, Siler CA, Dietzschold B, Schnell MJ (2000) A recombinant rabies virus expressing vesicular stomatitis virus glycoprotein fails to protect against rabies virus infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(26): 14680-14685.
- Franken E, Teuschel U, Hain R (1997) Recombinant proteins from transgenic plants. *Current opinion in biotechnology* 8(4): 411-416.
- Gaudin Y, Ruijgrok RW, Tuffereau C, Knossow M, Flamand A (1992) Rabies virus glycoprotein is a trimer. *Virology* 187(2): 627-632.
- Gelder van P, Makoschey B (2012) Production of viral vaccines for veterinary use. *Berliner und munchener tierarztliche wochenschrift*. 125(3-4): 103-9.
- Haq TA, Mason HS, Clements JD, Arntzen CJ (1995) Oral immunization with a recombinant bacterial antigen produced in transgenic plants. *Science* 268: 714-716.
- Hennegan K, Yang D, Nguyen D, Wu L, Goding J, Huang J, Guo F, Huang N, Watkins SC (2005) Improvement of human lysozyme expression in transgenic rice grain by combining wheat (*Triticum aestivum*) puroindoline b and rice (*Oryza sativa*) Gt1 promoters and signal peptides. *Transgenic research* 14(5): 583-92.
- Huang H, Xiao S, Qin J, Jiang Y, Yang S, Li T, Ruan Y (2011) Construction and immunogenicity of a recombinant pseudotype baculovirus expressing the glycoprotein of rabies virus in mice. *Archives of virology* 156(5): 753-758.
- Kaur M, Saxena A, Rai A, Bhatnagar R (2010) Rabies DNA vaccine encoding lysosome-targeted glycoprotein supplemented with Emulsigen-D confers complete protection in preexposure and postexposure studies in BALB/c mice. *The FASEB Journal* 24(1): 173-183.
- Koya V, Moayeri M, Leppla SH, Daniell H (2005) Plant-based vaccine: Mice immunized with chloroplast-derived anthrax protective antigen survive anthrax lethal toxin challenge. *Infection and Immunity* 73: 8266-8274.
- Kramps T, Elbers K (2017) Introduction to RNA vaccines. In: *RNA Vaccines*. Humana Press, New York NY, pp. 1-11.
- Li Y, Sun M, Liu J, Yang Z, Zhang Z, Shen G (2006) High expression of foot-and-mouth disease virus structural protein VP1 in tobacco chloroplasts. *Plant Cell Reports* 25: 329-333.
- Lico C, Santi L, Twyman RM, Pezzotti M, Avesani L (2012) The use of plants for the production of therapeutic human peptides. *Plant cell reports* 31(3): 439-451.
- Loza-Rubio E, Rojas E, Gomez L, Olivera MT, Gomez-Lim MA (2008) Development of an edible rabies vaccine in maize using the Vnukovo strain. *Developments in biologicals* 131: 477-82.
- Macfarlan RI, Dietzschold B, Koprowski H (1986) Stimulation of cytotoxic T-lymphocyte responses by rabies virus glycoprotein and identification of an immunodominant domain. *Molecular immunology* 23(7): 733-741.
- Mamedov T, Ghosh A, Jones RM, Mett V, Farrance CE, Musiychuk K, Horsey A, Yusibov V (2012) Production of non-glycosylated recombinant proteins in *Nicotiana benthamiana* plants by co-expressing bacterial PNGase F. *Plant Biotechnology Journal* 10: 773-782.
- Mamedov T, Yusibov V (2013) *In vivo* deglycosylation of recombinant proteins in plants by co-expression with bacterial PNGase F. *Bioengineered* 4: 338-342.
- Mamedov T, Chichester JA, Jones RM, Ghosh A, Coffin MV, Herschbach K, Yusibov V (2016) Production of functionally active and immunogenic non-glycosylated protective antigen from *Bacillus anthracis* in *Nicotiana benthamiana* by co-expression with peptide-N-glycosidase F (PNGase F) of *Flavobacterium meningosepticum*. *PLoS one* 11(4): e0153956.
- Mamedov T, Cicek K, Gulec B, Ungor R, Hasanova G (2017) *In vivo* production of non-glycosylated recombinant proteins in *Nicotiana benthamiana* plants by co-expression with Endo- β -N-acetylglucosaminidase H (Endo H) of *Streptomyces plicatus*. *PLoS one* 12(8): e0183589.
- Mamedov T, Cicek K, Miura K, Gulec B, Akinci E, Mammadova G, Hasanova G (2019a) A Plant-Produced *in vivo* deglycosylated full-length Pfs48/45 as a Transmission-Blocking Vaccine Candidate against malaria. *Scientific reports* 9(1): 1-12.
- Mamedov T, Musayeva I, Acsora R, Gun N, Gulec B, Mammadova G, Cicek K, Hasanova G (2019b) Engineering, and production of functionally active human Furin in *N. benthamiana* plant: *In vivo* post-translational processing of target proteins by Furin in plants. *PLoS one*. 14(3): e0213438.
- McGarvey PB, Hammond J, Dienelt MM, Hooper DC, Fu ZF, Dietzschold B, Michaels FH (1995) Expression of the rabies virus glycoprotein in transgenic tomatoes. *Bio/technology* 13(12): 1484-1487.
- Meeusen EN, Walker J, Peters A, Pastoret PP, Jungersen G (2007) Current status of veterinary vaccines. *Clinical microbiology reviews* 20(3): 489-510.
- Merlin M, Gecchele E, Capaldi S, Pezzotti M, Avesani L (2014) Comparative evaluation of recombinant protein production in different biofactories: The green perspective. doi: 10.1155/2014/136419.
- Molina V, Shoenfeld Y (2005) Infection, vaccines and other environmental triggers of autoimmunity. *Autoimmunity* 38(3): 235-245.
- Rogan D, Babiuk LA (2005). Novel vaccines from biotechnology. *OIE Revue Scientifique et Technique* 24(1): 159-174.
- Schnell MJ, McGettigan JP, Wirblich C, Papaneri A (2010) The cell biology of rabies virus: using stealth to reach the brain. *Nature Reviews Microbiology* 8(1): 51-61.
- Shams H (2005) Recent developments in veterinary vaccinology. *Veterinary Journal* 170(3): 289-299.
- Shoseyov O, Posen Y, Grynspan F (2014) Human collagen produced in plants: more than just another molecule. *Bioengineered* 5(1): 49-52.
- Tregoning J, Malig P, Dougan G, Nixon PJ (2004) New advances in the production of edible plant vaccines: chloroplast expression of a tetanus vaccine antigen, TetC. *Phytochemistry* 65(8): 989-994.

- Twyman RM, Schillberg S, Fischer R (2005) Transgenic plants in the biopharmaceutical market. *Expert opinion on emerging drugs* 10(1): 185-218.
- Varsani A, Williamson AL, Rose RC, Jaffer M, Rybicki EP (2003) Expression of Human papillomavirus type 16 major capsid protein in transgenic *Nicotiana tabacum* cv. xanthi. *Archives of virology* 148(9): 1771-86.
- Warzecha H, Mason HS, Lane C, Tryggvesson A, Rybicki E, Williamson AL, Clements JD, Rose RC (2003) Oral immunogenicity of human papillomavirus-like particles expressed in potato. *Journal of Virology* 77: 8702-8711.
- Wigdorovitz A, Mozgovoij M, Santos MJ, Parreno V, Gomez C, Perez-Filgueira DM, Trono KG, Rios RD, Franzone PM, Fernandez F, Carrillo C, Babiuk LA, Escribano JM, Borca MV (2004) Protective lactogenic immunity conferred by an edible peptide vaccine to bovine rotavirus produced in transgenic plants. *Journal of General Virology* 85: 1825-1832.
- Wiktor TJ, György E, Schlumberge, Koprowski H (1973) Antigenic properties of rabies virus components. *The Journal of Immunology* 110(1): 269-276.
- Yang ZQ, Liu QQ, Pan ZM, Yu HX, Jiao XA (2007b) Expression of the fusion glycoprotein of Newcastle disease virus in transgenic rice and its immunogenicity in mice. *Vaccine* 25: 591-598.
- Yu J, Langridge WH (2001) A plant-based multicomponent vaccine protects mice from enteric diseases. *Nature Biotechnology* 19: 548-552.
- Yusibov V, Hooper DC, Spitsin SV, Fleish N, Kean RB, Mikheeva T, Deka D, Karasev A, Cox S, Randall J, Koprowski H (2002) Expression in plants and immunogenicity of plantvirus-based experimental rabies vaccine. *Vaccine* 20: 3155-3164.
- Yusibov VM, Mamedov TG (2010) Plants as an alternative system for expression of vaccine antigens. *Proceedings of ANAS Biological Science* 65: 195-200.



Antalya bölgesi sulama şebekelerinin değerlendirilmesi

Evaluation of the irrigation schemes in the Antalya region

Sinan KARTAL¹, Hasan DEĞİRMENCI²

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Gazipaşa MRB Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Gazipaşa/ANTALYA

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Kartal, e-posta (e-mail): sinan.kartal@alanya.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): hdegirmenci46@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 16 Haziran 2020
Kabul tarihi 07 Temmuz 2020

Anahtar Kelimeler:

Sulama performansı
Kalite indeksi
Sulama şebekesi
Sulama oranı

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya bölgesinde bulunan 13 sulama şebekesi 2006-2016 yıllarına ait 11 yıllık veriler ile değerlendirilmiştir. Çalışmada su dağıtım, finansal ve tarımsal etkinlik göstergeleri kullanılmıştır. Sulama şebekelerinin performanslarının belirlenmesi ve karşılaştırılmasında korelasyon analizi, temel bileşenler analizi yapılmış ve sulama şebekelerinin kalite indeksleri belirlenmiştir. Yapılan performans değerlendirilmesinde her bir göstergeye ait 11 yıllık veri kullanılarak ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu verilere göre sulama oranı en yüksek %82.21 ile Korkuteli sulamasında, birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı en düşük 5532.32 m³ ha⁻¹ ile Mursal sulamasında bulunmuştur. Su temin oranı 3.74 ile en yüksek Alara sulamasında, fayda masraf oranı 0.76 olarak en düşük Manavgat sulamasında, birim sulanan alan üretim değeri 1855.53 \$ ha⁻¹ ile en yüksek Çıplaklı sulamasında gerçekleşmiştir. Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri en yüksek 2.90 \$ m⁻³ ile Çıplaklı sulamasında hesaplanmıştır. Tüm performans göstergeleri faktör analizi kullanılarak tek bir sayıya (kalite indeksi değeri) indirgenmiştir. Bu indekse göre sulama şebekeleri, başarı sıralamasına tabi tutulmuştur. Yapılan kalite indeksi sıralamasında Korkuteli sulaması 1523.91 ile ilk sırada yer alırken Manavgat sulaması -514.38 ile son sırada yer almıştır. Araştırma sonucunda sulama şebekelerinin başarısına en fazla tarımsal etkinlik göstergelerinin etkili olduğu görülmüştür.

ARTICLE INFO

Received 13 March 2020
Received in revised form 16 June 2020
Accepted 07 July 2020

Keywords:

Irrigation performance
Quality index
Irrigation schemes
Irrigation ratio

ABSTRACT

In this study, 13 irrigation schemes in the Antalya region were evaluated based on 11 years of data between the years 2006-2016. Water distribution, financial and agricultural efficiency performance indicators were used in the study. Correlation analysis and principal components analysis were performed, and quality indexes were calculated to evaluate and compare the performances of the irrigation schemes. Basic statistics of performance indicators' average values and standard deviations were calculated for the study period. According to results, irrigation ratio was highest with 82.21% in Korkuteli irrigation scheme; total amount of irrigation water distributed in unit irrigated area was the lowest (5532.32 m³ ha⁻¹) in Mursal irrigation scheme; water supply rate was highest (3.74) in Alara irrigation scheme; benefit cost ratio was the lowest (0.76) in Manavgat irrigation scheme; output per unit irrigated area was highest (1855.53 \$ ha⁻¹) in Çıplaklı irrigation scheme and output per unit cubic meter irrigation water was the highest (2.90 \$ m⁻³) in Çıplaklı irrigation scheme. All performance indicators were aggregated in a single number (quality index) using factor analysis. According to the index, irrigation schemes were ranked. Korkuteli irrigation ranked the first (the most successful) with the highest score 1523.91 while Manavgat irrigation ranked the last with the lowest score -514.38. Based on principle component analysis, agricultural efficiency indicators were the most effective factors on the success of the irrigation schemes.

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusu ile birlikte yaşamsal ihtiyaçlar ve tüketimlerde artmaktadır. Yaşamsal açıdan ilk sırada gelen suyun kullanımı ve yönetimi bu açıdan son derece önemlidir. Son yıllarda küresel ısınmanın da etkisi ile su kaynakları azalmakta ve mevcut kaynakların verimli kullanımı ve yönetimi konusu ön plana çıkmaktadır.

Sulama sistemlerinin performansı, planlamada öngörülen hedeflerin gerçekleşme oranı olarak tanımlanmaktadır (Bulut ve Çakmak 2001). Ülkemizde sulama şebekelerinin başarısının artırılmasına yönelik 1993 yılından itibaren sulama şebekelerinin su kullanıcı örgütlerine devir programı uygulanmıştır. Svendsen ve Murray-Rust (2001), Türkiye'deki devir programlarının ulusal açıdan etkinliği üzerinde çalışmışlardır. Sulama şebekelerinin başarısını belirlemek için araştırmacılar farklı performans göstergeleri geliştirerek araştırmalar yapmışlardır (Rao 1993; Molden ve ark. 1998; Malano ve ark. 2004). Sulama performansı üzerine ulusal ve uluslararası birçok çalışma yapılmıştır (Kuscu ve ark. 2009; Değirmenci ve Tanrıverdi 2016; Değirmenci ve ark. 2017; Arslan ve Değirmenci 2017; 2018). Abera ve ark. (2018) Etiyopya Tana Gölü bölgesinde Bebek ve Shina sulama şebekelerinde düşük performansa neden olan teknik ve sosyo-politik nedenleri tespit etmek için yapılan araştırmada sulama şebekelerinin performansını belirlemede su temin oranı göstergesini kullanmışlardır. Bebek sulama şebekesinde su temin oranı 0.58 iken, Shina sulama şebekesinde 0.73 ile 1.2 arasında değiştiği görülmüştür. Bareng ve ark. (2015), Filipinlerde Cagayan nehir havzasında dört sulama şebekesini performans göstergeleri ile değerlendirme yapmışlardır. Değerlendirme sonucunda su temin oranı 1.16-1.76 arasında, sulanan alan üretim değeri ise 37276.01 ile 71336.22 Peso ha⁻¹ arasında ve fayda masraf oranı ise 0.33-0.49 arasında hesaplanmıştır.

Bu alanda ülkemizde farklı bölgelerde sulama şebekeleri performansları üzerine birçok çalışma yürütülmüştür. Çakmak (2001) Konya ovasında DSI tarafından inşa edilen ve sulama birliklerine devredilen, 7 sulama şebekesi üzerinde dört karşılaştırmalı gösterge kullanarak araştırma yapmıştır. Yapılan araştırmada proje alanı brüt üretim değeri 5391 \$ ha⁻¹ ile en yüksek Atlantı sulamasında, 195 \$ ha⁻¹ ile en düşük Iğın sulamasında hesaplanmıştır. Akkuzu ve Mengü (2012) tarafından Aşağı Gediz Havzası Sulama birliklerinde yer alan 4 sulama şebekesi üzerinde yapılan araştırma neticesinde, sulanan alan birim üretim değerlerini 2136 \$ ha⁻¹ ile 9066 \$ ha⁻¹ arasında hesaplamışlardır. Kırnak ve Karaca (2017) Kayseri

Sarıoğlan sulama birliğinde 2010-2015 yılı verileri ile yapmış oldukları araştırmada sulama oranı %8.41-74.96, su temin oranı %89-114, sulama ücreti toplama oranı %50.43-85.00, proje alanı brüt üretim değeri 183.84-1702.44 \$ ha⁻¹, fiilen sulanan alan brüt üretim değeri 1794.39-4868.77 \$ ha⁻¹, saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri 0.22-0.67 \$ m⁻³, sulama suyu ihtiyacına karşılık brüt üretim değeri 0.20-0.57 \$ m⁻³ olarak hesaplanmıştır. Eliçabuk ve Topak (2017) Gevrekli Sulama Birliğinin su dağıtım ve üretim performansını 2008-2013 yılları verilerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Yapılan araştırmada birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu 665-1.301 m³ ha⁻¹, birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 2.577-5.273 m³ ha⁻¹, yıllık su temini oranı 0.51-1.04, sulanan alan brüt üretim değeri 6451.4-11501.8 TL ha⁻¹, şebekeye alınan birim sulama suyuna brüt üretim değeri 1.474-3.814 TL ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Rodriguez-Diaz ve ark. (2008), İspanya'da sulama şebekelerini değerlendirmede Temel Bileşenler Analizi kullanmışlardır. Bu çalışmanın amacı Antalya bölgesinde bulunan sulama şebekelerinin performans göstergeleri ile değerlendirmektir. Bu doğrultuda toplam 13 sulama şebekesine ait 2006-2016 yılları arasındaki veriler kullanılarak 16 performans göstergesi hesaplanmıştır. Ayrıca faktör analizi kullanılarak çok sayıda performans göstergesi, tek sayıya indirgenerek sulama şebekelerinin başarı sıralaması yapılmıştır. Sıralama sonucuna göre, sulama performansına en fazla etki eden göstergeler üzerinden şebekelerin zayıf ve güçlü yönleri ortaya konmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada Antalya bölgesinde bulunan sulama şebekeleri materyal olarak alınmıştır. Çalışmanın yapıldığı yıllarda, sulama şebekelerine ait 1. ürün olarak en fazla ekilen ürünler ve genel özellikleri Çizelge 1'de, sulama şebekelerinin konumları ise Şekil 1'de verilmiştir.

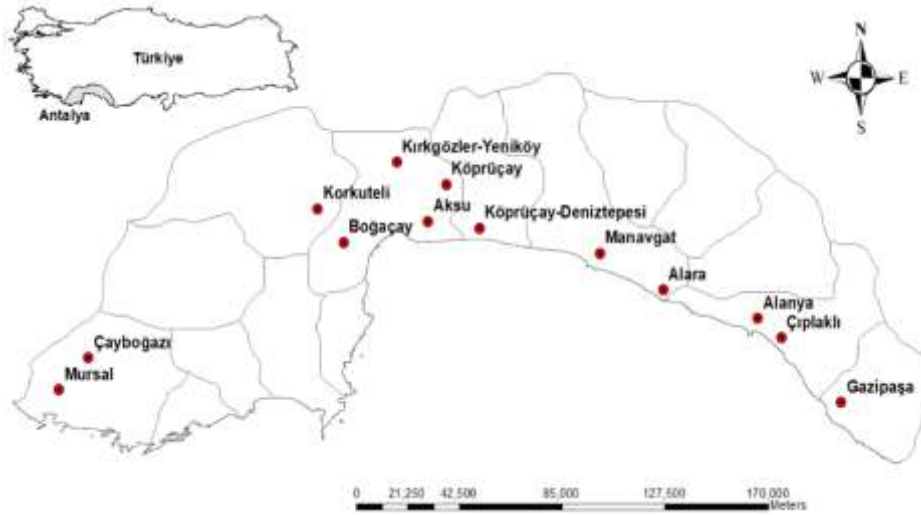
2.2. Yöntem

Çalışmada Molden ve ark. (1998), Rodriguez-Diaz ve ark. (2008), Zema ve ark. (2015) tarafından belirlenen karşılaştırma göstergeleri kullanılmıştır. Sulama alanı, sulanan alan, şebekeye alınan su miktarı, sulama suyu ihtiyacı, işletme, yönetim ve bakım giderleri, üretim değeri verileri DSI'den temin edilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında kullanılan göstergelerin hesaplama şekli Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sulama şebekelerinin genel özellikleri.

Table 1. General features of the irrigation schemes.

Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Şekli		İşletmeye Açıldığı Yıl	Bitki Çeşidi		
		Cazibe	Pompaj				
Alanya	1100	x	x	1948	Narenciye (%57)	Muz (%36)	Sebze (%3)
Manavgat	6300	x	x	1958	Bostan (%22)	Narenciye (%20)	Yerfıstığı (%18)
Aksu	18700	x	x	1962	Sebze (%22)	Pamuk (%19)	Narenciye (%12)
Kırkgözler Yeniköy	1000	x	-	1962	Meyve (%39)	Çiçek (%24)	Yem Bitkileri (%16)
Köprüçay	16673	x	x	1968	Narenciye (%25)	Mısır (%20)	Pamuk (%16)
Alara	2000	x	x	1968	Narenciye (%25)	Bostan (%24)	Muz (%11)
Korkuteli	4000	x	-	1974	Meyve (%100)	-	-
Boğaçay	1420	x	-	1977	Narenciye (%79)	Sebze (%12)	Meyve (%17)
Gazipaşa	1400	x	-	1985	Sebze (%63)	Çilek (%16)	Narenciye (%8)
Mursal	1000	-	x	1986	Meyve (%40)	Hububat (%29)	Şeker Pancarı (%27)
Çıplaklı	1000	-	x	1997	Meyve (%51)	Zeytinlik (%41)	Sebze (%7)
Çayboğazı	11350	x	-	2005	Meyve (%88)	Ş. Pancarı (%7)	Sebze (%5)
Köprüçay Deniztepesi	3250	-	x	2005	Sebze (%35)	Meyve (%18)	Fidan (%13)



Şekil 1. Sulama şebekelerinin konumları.

Figure 1. Locations of the irrigation schemes.

Çizelge 2. Performans göstergelerinin hesaplanması.

Table 2. Calculation of the performance indicators.

Gösterge Grubu	Göstergeler	Tanım	Gösterge kodu	Etki faktörü*
Su dağıtım	Sulama oranı (%)	$\frac{\text{Sulanan alan} * 100}{\text{Sulama alanı}}$	A	+1
	Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulanan alan}}$	B	-1
	Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulama alanı}}$	C	-1
	Su temin oranı	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$	D	-1
	Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Sulanan alanı}}$	E	-1
Finansal	Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Sulama alanı}}$	F	-1
	Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ \text{ m}^{-3}$)	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$	G	-1
	İşletme-bakım toplam gider oranı	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Toplam gider}}$	H	+1
	Birim sulanan alana harcanan toplam gider ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Sulanan alan}}$	I	-1
	Birim sulama alanına harcanan toplam gider ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Toplam gider}}$	J	-1
	Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ($\$ \text{ m}^{-3}$)	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Toplam gider}}$	K	-1
	Fayda masraf oranı	DSI İzleme ve değerlendirme raporlarından alınmıştır	L	+1
Tarımsal etkinlik	Birim sulanan alan üretim değeri ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulanan alan}}$	M	+1
	Birim sulama alanı üretim değeri ($\$ \text{ ha}^{-1}$)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulama alanı}}$	N	+1
	Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri ($\$ \text{ m}^{-3}$)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$	O	+1
	Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri ($\$ \text{ m}^{-3}$)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$	P	+1

*Etki faktörü: Sulama şebekesine pozitif veya negatif etkiyi ifade etmektedir (Bkz. Kalite İndeksi).

Üretim değeri göstergeleri hesaplanırken T.C Merkez bankasına ait 2006-2016 yıllarına ait ortalama dolar kuru baz alınmıştır. Çalışma yapılan sulama şebekelerine ait tamamlayıcı istatistiksel veriler Microsoft Excel programında hesaplanmıştır. Sulama şebekelerinin performans göstergeleri arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon ile incelenmiştir (Özdamar 2015). Analizler istatistik paket programı yardımı ile yapılmıştır. Fazla

sayıdaki verileri indirgemek amacı ile Temel Bileşenler Analizi yapılmıştır. Benzer özelliklere sahip olan sulama şebekelerini kendi aralarında gruplandırma ve değerlendirme amacıyla kümeleme analizi yapılmıştır. Kümeleme analizi sulama şebekesine en fazla etki eden temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen bileşen 1'e göre yapılmıştır. Temel bileşen analizde elde edilen bileşen yükleri kullanılarak sulama şebekeleri için

kalite indeksi hesaplaması yapılmıştır (Rodriguez-Diaz ve ark. 2008; Córcoles ve ark. 2010; Zema ve ark. 2015).

Kalite indeksi hesaplamasında aşağıdaki işlem sırasıyla uygulanmıştır.

1) Göstergelerin standardizasyonu (orijinal veri matrisinin sıfır ve bir arasında değerlere dönüştürülmesi),

2) Korelasyon analizi (göstergeler arasındaki ilişkiyi incelemek),

3) Temel bileşenler analizinin varimax yöntemi kullanılarak yapılması (bu yöntem araştırmacılar tarafından en yaygın ve geçerli yöntemdir) ve oluşan bileşenlerin değişkenleri açıklama yüzdesinin hesaplanması,

4) Çalışmada kullanılacak temel bileşen sayısının seçilmesi (değişkenleri açıklama yüzdesi %70 ve üstü seçilmiştir),

5) Kalite indeksinin etki faktörüne (etki faktörü +1 olan göstergelerin maksimum, -1 olanların minimum olması beklenir) göre hesaplanması (Alpar 2017).

Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanılan gösterge verilerinin temel bileşenler analizi için uygunluğunun değerlendirilmesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi uygulanmıştır. Ki-kare istatistiği olan Bartlett testi sonucu ne kadar yüksek ise anlamlı olma olasılığı o kadar yüksektir (Alpar 2017).

Bulgular ve Tartışma

Sulama şebekelerine ait performans göstergelerinin temel bileşenler analizine uygunluğu için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett uygunluk testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan analiz neticesinde KMO değeri 0.596 > 0.5 ve önemlilik seviyesi 0.000 < 0.01 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç verilerin temel bileşenler analizinde hesaplanmasının uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Temel bileşenler analizi için verilerinin uygunluğunun değerlendirilmesi.

Table 3. Confirmity test to data for principal component analysis

KMO ve Bartlett Testi		
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Örneklem Ölçüm Değerlerinin Yeterliliği		0.596
	Ki-Kare	2994.266
Bartlett Testi	Sd	120
	P	0.000

Yapılan çalışmada sulama şebekelerinin 2006-2016 yıllarına ait hesaplanan performans göstergelerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Sulama oranı en yüksek %82.21 ile Korkuteli sulama şebekesinde gerçekleşirken %20.48 ile en düşük Gazipaşa sulama şebekesinde gerçekleşmiştir. Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı 10759.43 m³ ha⁻¹ ile en yüksek Boğaçay sulamasında en düşük 2239.16 m³ ha⁻¹ ile Köprüçay Deniztepsi sulamasında hesaplanmıştır. Fayda masraf oranı en düşük 0.76 ile Manavgat sulama şebekesinde iken en yüksek 15.69 ile Mursal sulamasında olmuştur. Birim sulama alanı üretim değeri 14486.26 \$ ha⁻¹ ile en yüksek Korkuteli sulama şebekesinde, 1395.46 \$ ha⁻¹ ile en düşük Manavgat sulama şebekesinde hesaplanmıştır.

Pearson korelasyon sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Analiz sonucunda E: Birim sulanan alana harcanan işletme-

bakım masrafları ile F: Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları arasında (r= 0.784), ve G: Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları arasında (r= 0.719) yüksek korelasyon hesaplanmıştır. I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ile J: Birim sulama alanına harcanan toplam gider arasında (r= -0.796) yüksek korelasyon olduğu görülmüştür. I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ile K: Birim sulama suyuna karşılık toplam gider arasında (r= 0.754), A: Sulama oranı ile N: Birim sulama alanı üretim değeri arasında (r= 0.773), M: Birim sulanan alan üretim değeri ile N: Birim sulama alanı üretim değeri arasında (r= 0.857) yüksek korelasyon bulunmuştur.

Sulama şebekelerine ait performans göstergelerinin gruplanarak başarı sıralamalarını belirlemek için yapılan temel bileşenler analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda göstergelerin açıklama düzeyi bileşen 1'de %31.41, bileşen 2'de %23.54 ve bileşen 3'te ise %17.07 olmak üzere toplam açıklama düzeyi %72.03 olarak gerçekleşmiştir. Bileşen 1'de yükleri 0.921, 0.899, 0.760, 0.693 olan P, M, N ve O göstergeleri aralarında pozitif korelasyon vardır. Bileşen 2'de C ve A göstergeleri arasında pozitif, K göstergesi ile aralarında negatif korelasyon vardır. Bileşen 3'te F, E, H ve G göstergeleri arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Sulama şebekelerine ait çok sayıdaki veri faktör analizi ile indirgenerek kalite indeksi ve başarı sıralaması hesaplanmıştır. Kalite indekslerine göre yapılan başarı sıralaması Çizelge 7'de verilmiştir. Yapılan başarı sıralamasında sırayla Korkuteli, Çıplaklı ve Mursal sulamaları üst sıralarda yer almıştır. Sulama şebekeleri verilerine baktığımızda ortalama sulama oranlarının, birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değerleri ve birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değerleri ortalamalarının yüksek olduğu görülmüştür. Alanya, Alara ve Manavgat sulamaları alt sıralarda yer almıştır. Bu sulama şebekelerinin birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masraflarının ve birim sulama alanına harcanan toplam gider değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) İspanya Endülüs Bölgesinde 9 sulama şebekesinde yaptıkları çalışmada Faktör analizinden elde edilen skorları kalite indeksi olarak adlandırmışlardır. Yapılan çalışmada değerlendirdikleri sulama şebekelerini 4 gruba ayırmışlardır. Bu gruplar incelendiğinde, birim alandan ve birim sulama suyu miktarından elde edilen üretim değeri en yüksek sulama şebekelerinin grup içerisinde bulunduğu görülmektedir. İkinci grup incelendiğinde çalışan sayısının yüksek olması, yüksek miktarda su tüketimi ve düşük üretim değeri olan sulama şebekelerinin yer aldığı anlaşılmaktadır. Üçüncü grup incelendiğinde düşük düzeyde işletme yönetim ve bakım masrafları dikkat çekmektedir. Dördüncü ve son grup ise yüksek enerji giderleri ve yüksek üretim değeri olduğu görülmektedir. Dokuz adet sulama şebekesinin kalite indeksi sıralamasına göre tüm performans göstergeleri dikkate alındığında Piedras-Guadiana sulama şebekesi birinci sırada, en başarılı sulama şebekesi olduğu görülmektedir. Bu sulama şebekesinin birinci sırada yani en başarılı olmasının sebebi birim sulama suyu üretim değerinin yüksek olması, birim alandan elde edilen üretim değerinin yüksek olması ve sulama suyunu tasarruflu kullandığı görülmektedir. Benzer diğer bir çalışmayı Kartal ve ark. (2019) üç sulama şebekesini değerlendirmek amacıyla yapmışlardır. Boğaçay sulama şebekesinin yüksek performans göstermesi, üretim değeri göstergelerinde yüksek olması ile açıklanmıştır. Yapılan bu güncel çalışmada ise Antalya bölgesinde Korkuteli sulama şebekesi yüksek performans göstermiştir. Korkuteli sulama

Çizelge 4. Sulama şebekelerine ait betimsel istatistikler.**Table 4.** Descriptive statistics of performance indicators.

Sulama şebekeleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Alanya	51.38 (19.47)	17586.38 (7072.68)	8098.10 (3586.60)	2.27 (0.88)	732.26 (324.35)	315.19 (59.15)	0.044 (0.016)	38.34 (2.44)	1922.99 (896.28)	817.87 (118.69)	0.115 (0.038)	4.74 (1.89)	11915.66 (5136.67)	6680.88 (4157.83)	0.83 (0.52)	1.69 (0.88)
Manavgat	29.45 (2.32)	13548.24 (1791.43)	3981.10 (548.74)	2.82 (0.73)	406.81 (117.72)	119.53 (35.99)	0.031 (0.010)	9.75 (2.23)	4152.29 (715.75)	1212.69 (163.26)	0.310 (0.059)	0.76 (0.32)	4703.92 (1131.53)	1395.46 (391.16)	0.36 (0.11)	0.94 (0.20)
Aksu	59.95 (4.86)	15825.38 (4087.82)	9382.73 (2275.12)	2.54 (0.67)	118.95 (31.23)	71.43 (18.74)	0.008 (0.003)	18.85 (30.32)	1170.70 (385.73)	696.78 (222.63)	0.082 (0.036)	4.11 (1.32)	7965.25 (2376.56)	4836.84 (1624.90)	0.56 (0.26)	1.31 (0.49)
Kırkgözler Yeniköy	54.67 (10.48)	13292.09 (4891.48)	6813.64 (1096.09)	1.89 (0.81)	178.96 (79.80)	92.06 (27.74)	0.013 (0.003)	32.02 (7.11)	559.27 (213.11)	289.76 (67.69)	0.043 (0.008)	13.66 (5.69)	15513.00 (4699.18)	8438.24 (3060.66)	1.29 (0.58)	2.27 (0.86)
Köprüçay	62.56 (6.11)	14437.77 (3738.83)	8817.53 (1492.52)	2.36 (1.05)	147.39 (49.42)	92.25 (33.90)	0.011 (0.005)	20.29 (7.03)	730.91 (148.71)	451.11 (68.80)	0.052 (0.010)	5.35 (2.98)	5919.06 (1889.41)	3779.54 (1473.28)	0.46 (0.24)	0.86 (0.17)
Alara	37.80 (6.35)	13729.91 (2444.91)	5060.41 (445.02)	3.74 (0.98)	608.73 (223.29)	216.95 (51.69)	0.044 (0.012)	23.45 (4.04)	2520.79 (628.83)	916.95 (110.13)	0.183 (0.029)	2.07 (0.56)	8308.32 (2485.12)	3198.91 (1357.46)	0.64 (0.27)	2.35 (1.16)
Korkuteli	82.21 (5.56)	6679.72 (1192.03)	5451.86 (821.46)	1.22 (0.33)	197.19 (123.31)	158.95 (92.04)	0.029 (0.013)	17.20 (6.31)	1072.75 (239.96)	874.86 (167.30)	0.163 (0.028)	8.01 (2.33)	18271.70 (6268.81)	14846.26 (4644.39)	2.75 (0.78)	3.33 (1.42)
Boğaçay	76.99 (6.78)	14024.18 (1464.47)	10759.43 (1152.22)	2.04 (0.52)	319.98 (441.64)	223.98 (273.58)	0.021 (0.027)	47.56 (55.22)	585.99 (136.99)	444.31 (80.10)	0.042 (0.009)	9.51 (4.72)	14061.40 (3688.31)	10846.42 (3241.76)	1.01 (0.28)	2.07 (0.77)
Gazipaşa	20.48 (2.00)	6821.81 (2387.12)	1366.88 (409.63)	2.58 (1.20)	554.73 (126.90)	111.95 (19.66)	0.086 (0.016)	16.61 (2.92)	3343.18 (484.16)	680.32 (85.74)	0.541 (0.158)	1.44 (0.52)	10969.30 (2993.06)	2217.17 (548.31)	1.77 (0.69)	4.14 (1.54)
Mursal	61.00 (10.20)	5532.32 (2136.13)	3273.67 (1099.93)	0.94 (0.369)	205.97 (79.01)	120.10 (30.44)	0.042 (0.020)	36.25 (3.51)	559.63 (169.76)	327.83 (57.80)	0.120 (0.067)	15.69 (4.61)	12092.57 (2269.36)	7367.20 (1898.19)	2.76 (1.67)	2.16 (0.62)
Çıplaklı	64.02 (20.89)	7305.32 (2587.23)	4633.55 (2146.83)	1.16 (0.39)	147.23 (40.31)	87.65 (19.80)	0.023 (0.010)	10.63 (1.47)	1411.03 (455.02)	817.76 (107.05)	0.216 (0.090)	9.38 (4.41)	18553.53 (4401.41)	12581.70 (6304.18)	2.90 (1.33)	3.08 (1.16)
Çayboğazı	37.93 (11.79)	8635.55 (3470.76)	2976.55 (1006.47)	1.07 (0.50)	76.42 (18.83)	29.31 (12.12)	0.011 (0.006)	3.10 (2.48)	4176.12 (2684.24)	1361.27 (720.45)	0.449 (0.134)	4.18 (3.21)	16202.95 (3981.13)	6218.92 (2704.38)	2.28 (1.15)	2.01 (0.75)
Köprüçay Deniztepesi	28.15 (6.14)	8446.43 (3295.99)	2239.16 (521.99)	1.61 (1.02)	385.32 (460.44)	108.45 (129.19)	0.062 (0.100)	20.62 (12.74)	1921.85 (964.67)	556.38 (292.62)	0.279 (0.213)	3.93 (5.14)	8019.81 (2150.32)	2236.66 (780.29)	1.02 (0.35)	1.48 (0.67)

A: Sulama oranı (%), **B:** Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), **C:** Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), **D:** Su temin oranı, **E:** Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), **F:** Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), **G:** Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ m^{-3}$), **H:** İşletme-bakım toplam gider oranı, **I:** Birim sulanan alana harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), **J:** Birim sulama alanına harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), **K:** Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ($\$ m^{-3}$), **L:** Fayda masraf oranı **M:** Birim sulanan alan üretim değeri ($\$ ha^{-1}$), **N:** Birim sulama alanı üretim değeri ($\$ ha^{-1}$), **O:** Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri **P:** Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri ($\$ m^{-3}$)

Çizelge 5. Performans göstergeleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları.

Table 5. Pearson correlation coefficient between performance indicators.

Performans göstergeleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	1	-.135	.570**	-.353**	-.421**	.067	-.326**	.152	-.684**	-.241**	-.590**	.582**	.411**	.773**	.316**	.080
B		1	.664**	.661**	.264**	.198*	-.273**	.204*	.082	.027	-.416**	-.271**	-.294**	-.265**	-.693**	-.357**
C			1	.277**	-.133	.192*	-.404**	.281**	-.436**	-.190*	-.686**	.145	.018	.279**	-.392**	-.228**
D				1	.330**	.158	-.044	.041	.235**	.102	-.134	-.420**	-.345**	-.385**	-.574**	.073
E					1	.784**	.719**	.472**	.330**	.154	.247**	-.349**	-.185*	-.282**	-.232**	.045
F						1	.500**	.744**	-.018	.070	-.077	-.086	.062	.108	-.098	.071
G							1	.235**	.255**	.095	.565**	-.200*	-.081	-.182*	.150	.193*
H								1	-.313**	-.350**	-.321**	.209*	.040	.087	-.090	-.017
I									1	.796**	.754**	-.606**	-.207*	-.450**	-.190*	-.009
J										1	.554**	-.489**	.011	-.067	-.031	.018
K											1	-.461**	-.037	-.307**	.239**	.222**
L												1	.571**	.663**	.498**	.270**
M													1	.857**	.686**	.708**
N														1	.616**	.514**
O															1	.576**
P																1

A: Sulama oranı (%), B: Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), C: Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), D: Su temin oranı, E: Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), F: Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), G: Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ m^{-3}$), H: İşletme-bakım toplam gider oranı, I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), J: Birim sulama alanına harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), K: Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ($\$ m^{-3}$), L: Fayda masraf oranı M: Birim sulanan alan üretim değeri ($\$ ha^{-1}$), N: Birim sulama alanı üretim değeri ($\$ ha^{-1}$), O: Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri P: Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri ($\$ m^{-3}$).

Çizelge 6. Temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen bileşen yükleri.

Table 6. Principal component matrix.

Göstergeler	Bileşenler		
	1	2	3
P	.921	-.269	.051
M	.899	.212	-.006
N	.760	.533	.006
O	.693	-.143	-.066
C	-.081	.841	.069
A	.298	.776	-.043
K	.062	-.687	.053
F	.060	.176	.947
E	-.084	-.285	.859
H	-.019	.215	.775
G	.030	-.530	.683
J	.039	.006	-.011
I	-.118	-.426	.011
L	.480	.300	-.080
D	-.069	-.084	.082
B	-.313	.402	.129
Açıklama düzeyi (%)	31.41	23.54	17.07
Toplam açıklama düzeyi (%)	72.03		

A: Sulama oranı (%), B: Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), C: Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ($m^3 ha^{-1}$), D: Su temin oranı, E: Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), F: Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ ha^{-1}$), G: Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ($\$ m^{-3}$), H: İşletme-bakım toplam gider oranı, I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), J: Birim sulama alanına harcanan toplam gider ($\$ ha^{-1}$), K: Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ($\$ m^{-3}$), L: Fayda masraf oranı.

Çizelge 7. Sulama şebekelerinin başarı sıralaması.

Table 7. Ranking of success of the irrigation schemes.

Sulama Şebekesi	Kalite indeksi	Sıralama
Korkuteli	1523.91	1
Çıplaklı	1394.36	2
Mursal	1049.55	3
Kırkgözler Yeniköy	860.30	4
Boğaçay	645.32	5
Çayboğazı	631.50	6
Gazipaşa	166.07	7
Aksu	101.85	8
Köprüçay	505.23	9
Köprüçay Deniztepesi	-34.82	10
Alanya	-140.01	11
Alara	-181.92	12
Manavgat	-514.38	13

şebekesinin birim sulanan alan üretim değeri, birim sulama alanı üretim değeri, birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri, birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri göstergelerinde yüksek performans göstermesi birinci sırada yer almasına yardımcı olmuştur. Sıralamada Korkuteli sulama şebekesinden sonra diğer sulama şebekeleri arasında ikinci olan Çıplaklı sulama şebekesi yer almaktadır. Bu sulama şebekesinin de özelliği tarımsal üretim göstergelerinin yüksek değer göstermesidir. Bu sonuçlar temel bileşenler analizi sonuçlarından elde edilmektedir. Birim sulanan alan üretim değeri, birim sulama alanı üretim değeri, birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri göstergeleri ile sulama oranı, birim

sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı, birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı, su temin oranı ve birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır. Bu nedenle kalite indeksine göre yapılan sıralamada sulama şebekelerine en çok etki eden üretim tarımsal erkinlik göstergelerinin yanında su dağıtım performans göstergelerinin de geliştirilmesi başarı düzeyini arttıracaktır.

Sonuç ve Öneriler

Dünyada ve ülkemizde kıt kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi yapılan birçok çalışmanın kaynağını oluşturmaktadır. Suyun verimli kullanımı, elde edilen faydanın maksimum seviye çıkarılması sulama ile ilgili yapılan çalışmalar açısından son derece önemlidir. Yapılan çalışma kapsamında, Antalya bölgesinde bulunan sulama şebekelerinin başarısına en çok etki eden tarımsal etkinlik göstergelerinin olduğu görülmüştür. Bu göstergeler; birim sulanan alan üretim değeri, birim sulama alanı üretim değeri, birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri, birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeridir. Tarımsal etkinlik göstergelerini sulama performansının direkt olarak etkilediği göz önüne alındığında, üretim değeri yüksek ürünlerin yetiştirilmesi, birim alandan alınan ürünün artırılmasına yönelik her türlü ilaçlama, gübreleme, kaliteli işçilik, tohum-fidan seçimi ve modern sulama yöntemleri ile su tasarrufu sağlanması gibi önlemlerin alınması gerektiği söylenebilir. Tarımsal etkinlik göstergeleri ile yüksek korelasyon gösteren su dağıtım performans göstergeleri de ikincil düzeyde sulama şebekeleri performansını arttırmaktadır. Bu nedenle, bölgede sulama şebekelerinin performansını arttırmada öncelik tarımsal etkinlik göstergeleri daha sonra su dağıtım performans göstergeleri olmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesinde yapılan "Sulama Şebeke Performanslarının Çok Değişkenli Bazı İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği" başlıklı tezden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Abera A, Verhoest NEC, Tilahun SA, Alamirew T, Adgo E, Moges MM, Nyssen F (2018) Performance of small-scale irrigation schemes in Lake Tana Basin of Ethiopia: technical and socio-political attributes. *Physical Geography* 40(3): 227-251.
- Akkuzu E, Mengü GP (2012) Aşağı Gediz Havzası sulama birliklerinde karşılaştırmalı performans göstergeleri ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 49(2):149-158.
- Alpar R (2017) Çok değişkenli istatistiksel yöntemler. Detay Yayıncılık, s. 42.
- Arslan F, Değirmenci F (2017) Rating of some irrigation projects operated by DSI in Turkey. *International Advanced Researches & Engineering Congress, Osmaniye/TURKEY*.
- Arslan F, Değirmenci H (2018) Sulama şebekelerinin işletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAP-MASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş sol sahil sulama şebekesi örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 49(1): 45-51.
- Bareng JLR, Balderama OF, Alejo LA (2015) Analysis of irrigation systems employing comparative performance indicators: A benchmark study for national irrigation and communal irrigation systems in Cagayan River Basin. *Journal of Agricultural Science and Technology A* 5: 325-335.

- Bulut İ, Çakmak B (2001) Mersin bahçeleri sulamasında devir öncesi ve devir sonrası sistem performansının karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (7): 58-65.
- Çakmak B (2001) Konya sulama birliklerinde sulama performansının değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 7(3): 111-117.
- Córcoles JI, Tarjuelo JM, Moreno MA, Ortega JF, De Juan JA (2010) Evaluation of irrigation systems by using benchmarking techniques. XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR) Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada.
- Değirmenci H, Tanrıverdi Ç (2016) Assessment of large scale irrigation schemes using irrigation intensity indicator in Turkey. In VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Proceedings, pp. 1961-1967.
- Değirmenci H, Tanrıverdi Ç, Arslan F (2017) Aşağı Seyhan Ovası sulama birliklerinin kümeleme analizi ile karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 20(4): 326-333.
- Eliçabuk C, Topak R (2017) Gevrekli sulama birliği'nde sulama performansının değerlendirilmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi 3(2): 191-199.
- Kartal S, Arslan F, Değirmenci H (2019) Assessment of Boğaçay, Çamgazi and Sarayköy irrigation schemes by statistical methods. Black Sea Journal of Agriculture 2(1): 27-34.
- Kırmak H, Karaca L (2017) Sarioğlan sulama birliği sahasında sulama performansının değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 6 (BSM-2017): 35-41.
- Kuscu H, Bölüktepe FE, Demir AO (2009) Performance assessment for irrigation water management: A case study in the Karacabey irrigation scheme in Turkey. African Journal of Agricultural Research 4(2): 124-132.
- Malano H, Burton M, Makin I (2004) Benchmarking performance in the irrigation and drainage sector: A Tool for change. Irrigation and Drainage 53: 119-133.
- Molden DJ, Sakthivadivel R, Perry CJ, Fraiture CD, Kloezen WH (1998) Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, p. 26.
- Özdamar K (2015) Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler). Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Rao PS (1993) Review of selected literature on indicators of irrigation performance. International Irrigation management institute, IIMI research paper no: 13, Colombo, Sri Lanka.
- Rodriguez-Diaz JA, Camacho-Poyato E, Lopez-Luque R, Pérez-Urrestarazu L (2008) Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: An application in Spain. Agricultural systems 96(1-3): 250-259.
- Svensden M, Murray-Rust DH (2001) Creating and colsunting locally managen irrigation in Turkey: The Notional Perspective. Irrigation and Drainage Systems 15: 355-371.
- Zema DA, Nicotra A, Tamburino V, Zimbone SM (2015) Performance assessment of collective irrigation in water users' associations of Calabria (Southern Italy). Irrigation and Drainage 64(3): 314-325.



Damla sulama uygulamalarının ayçiçeğinin su kullanımı, vejetatif gelişme ve verim parametrelerine etkileri

The effects of drip irrigation applications on sunflower water use, vegetative growth and yield parameters

Buse SALBAŞ^{id}, Tolga ERDEM^{id}

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 59030, Tekirdağ

Sorumlu yazar (Corresponding author): T. Erdem, e-posta (e-mail): terdem@nku.edu.tr

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Mayıs 2020
Düzeltilme tarihi 16 Mayıs 2020
Kabul tarihi 20 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

Bitki su tüketimi
Su kullanım randımanı (WUE)
Dane verimi

ÖZ

Bu çalışmada Trakya Bölgesi koşullarında farklı damla sulama uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin su kullanımı ile verim ve gelişme parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %, 25, 50, 75, 100 ve 125'inin uygulandığı altı farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 7 kez sulama uygulaması ile birlikte 67.0 ile 334.8 mm arasında, denemenin ikinci yılında ise 12 kez sulama uygulaması ile birlikte 133.6 ile 668.1 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2018 yılında 375.2 ile 655.0 mm, 2019 yılında ise 278.2 ile 801.3 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Deneme konularından elde edilen dane verimleri denemenin ilk yılında 272.88 kg da⁻¹ ile 503.73 kg da⁻¹ arasında, denemenin ikinci yılında ise 222.49 kg da⁻¹ ile 518.61 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Ayrıca, istatistikler analizler sonucunda farklı sulama uygulamalarının vejetatif gelişme ve verim parametrelerini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Her iki yılda da deneme konularından elde edilen dane verimleri toprağa giren su miktarına (yağış + sulama) bağlı olarak değişmiştir. Araştırma sonucunda, su kaynaklarının yeterli olması ve damla sulama yönteminin uygulandığı koşullarda 7 gün sulama aralığından A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100 ve 125'inin uygulanması önerilebilir. Diğer yandan su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda yüksek IWUE ve WUE değerleri dikkate alınarak A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %25 ve 50'sinin uygulanması önerilebilir.

ARTICLE INFO

Received 04 May 2020
Received in revised form 16 May 2020
Accepted 20 May 2020

Keywords:

Evapotranspiration
Water use efficiency (WUE)
Seed yield

ABSTRACT

In this study, effects of different amount of irrigation applications on water use, yield and yield parameters of sunflower plant in Thrace Region conditions were investigated. The six different irrigation water amounts with 7 days interval applied based on a ratio of Class A pan evaporation as 0, 25, 50, 75, 100 and 125% were created in the research. In the first year of the study, irrigation water was applied to all experimental subjects between 67.0 and 334.8 mm with 7 irrigation applications and 133.7 to 668.1 mm with 12 irrigation applications in the second year of the experiment. As a result of the research, the evapotranspiration values measured in the experimental subjects during the plant growing season changed depending on the amount of irrigation water applied between 375.2 and 655.0 mm in 2018 and between 278.2 and 801.3 mm in 2019. The sunflower seed yields obtained from the experiment subjects ranged between 272.88 kg da⁻¹ and 503.73 kg da⁻¹ in the first year of the experiment and 222.49 kg da⁻¹ to 518.61 kg da⁻¹ in the second year of the experiment. In addition, as a result of statistical analyses, it was concluded that different irrigation applications do not affect vegetative growth and yield parameters. The seed yields obtained from treatments in both years changed depending on the amount of water entering the soil (precipitation + irrigation). As a result of the research, it can be suggested to apply 100% and 125% of the evaporation measured from the Class A pan in 7 days irrigation interval under conditions where the water resources are sufficient and the drip irrigation method is applied. On the other hand, considering the high IWUE and WUE values in conditions where the water supply is limited, it may be recommended to apply 25 and 50% of the evaporation measured from the Class A pan.

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızlı artışı, insanların gıda ihtiyacını yakın gelecekteki en önemli sorun olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bu sorunun temel nedeni artan nüfus, sanayileşme ve kentleşme nedeniyle azalan tarım alanları ile küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklıktır. Küresel su tüketiminin en yoğun olduğu sektör tarım sektörü olduğundan kuraklığın etkileri de genellikle ilk olarak tarımda görülmekte ve yavaş yavaş diğer suya bağımlı sektörlerle yayılmaktadır. Tarım sektöründe kuraklığın anlamı, diğer sektörlerden daha farklıdır. Çünkü bitkiler için yıl içerisinde yağın toplam yağıştan çok, büyüme dönemlerinde bitki kök bölgesinde var olan nem miktarı daha önemlidir. Dolayısı ile bitkilerin çıkışı ve gelişme döneminde ihtiyaç duydukları suyun toprakta bulunmaması, tarımsal kuraklık olarak adlandırılmaktadır (Kaplukan 2013). Tarımsal kuraklığın, üretimdeki en önemli etkileri verimde miktar ve kalite açısından azalmalar, hastalık ve zararlıların artışı, ürün kayıplarının artması, hayvancılıkta üreme döngüsünün değişmesi, yemin ürüne dönüşüm oranının gerilemesi şeklinde sıralanabilir (Gürbüz 2011). Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmaları içerisinde sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran, bitkisel üretimde kararlılığı sağlayan ve çağdaş tarımın ayrılmaz parçası olan bir bitkisel üretim ögesidir (Korukçu ve Yıldırım 1981).

Her bölgemizde yetişebilen, tanelerinde yüksek oranda ve kaliteli yağ içeren ayçiçeği, ülkemizde yağ bitkileri ekim alanında pamuktan sonra ikinci sırayı almaktadır. Geniş bir adaptasyon kabiliyeti olması ve ekimden hasada, fazla bir işgücü gerektirmemesi nedeniyle, ekim alanlarının %75.9'u ile başta Trakya-Marmara bölgesi olmak üzere, Orta Anadolu, Karadeniz, Ege gibi birçok bölgemizde yetiştirilmektedir. Ayçiçeği ülkemizde genellikle güçlü kök sistemi nedeniyle kurağa dayanıklı olarak bilinmekte ve kuru koşullarda yetiştirildiğinden, hüküm süren olumsuz iklim koşulları ayçiçeği verimini önemli ölçüde etkilemektedir. Son yıllarda bu dönemdeki yağışların düzensiz olması tablanın küçülmesine, özellikle dane olum devresindeki aşırı sıcaklar tabladaki dane sayısının azalmasına, dane verimini ve yağ oranını düşürüp kabuk oranını arttırarak, birim alandan alınan yağ verimini önemli ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Erdem (2000), Tekirdağ koşullarında karık sulama yöntemiyle sulanan ayçiçeği bitkisinin tüm büyüme sezonuna boyunca su ihtiyacının karşılanması durumunda dane verimini 514 kg da⁻¹ olarak elde etmiştir. Ayrıca bitki büyüme periyotları içerisinde su kısıdına en hassas büyüme periyodunun çiçeklenme periyodu olduğunu bildirmiştir.

Trakya Bölgesinde, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen sanayinin bu mevcut kaynakları her geçen gün daha fazla tehdit etmesi tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Trakya Bölgesinde iyi mekanizasyon, bilinçli gübreleme, etkin tarımsal mücadele, iyi tohumluk seçimi gibi etmenlerin yarattığı verim artışı bir noktada kalmış ve bu da yetersiz olmaya başlamıştır. Yörede ulaşılan üretim değerlerini daha fazla arttırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamaları ile sulu tarım alanlarının ve suyun etkinliğini arttıracak alternatif tarım girdilerinin hayata geçirilmesidir. Fakat günümüze kadar uygulanan bilinçsiz sulamalar ve mevcut suyun tarım dışındaki diğer alanlarda kullanımının artması nedeniyle sulama için kullanılacak su miktarında da azalmalar başlamıştır. Böylece, dünyada ve ülkemizde, mevcut kısıtlı su ile birim alandan elde edilecek verimin artırılmasına yönelik çalışmalara hızlı bir şekilde yönelim başlamıştır. Sulama yöntemleri içerisinde, damla

sulama yöntemi; yüksek randıman, üniform su kullanımı ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada ayçiçeği bitkisinde sulama uygulamalarının oldukça yeni olduğu Trakya Bölgesinde, damla sulama uygulamalarının bitkinin su kullanımı ile verim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde 2018 ve 2019 ayçiçeği yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Elde edilen verilerin ayçiçeği üreticilerine ve bölgedeki su kaynakları planlayıcılarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yürütüldüğü alan yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Deneme alanında 2018 ve 2019 yıllarında ayçiçeği büyüme mevsimi sıcaklıklarının Mayıs ayının son haftasından itibaren 20.0°C'nin üzerine çıkmaya başladığı bitkinin hasat edildiği tarihe kadar ortalama 25.0°C civarlarında seyrettiği görülmüştür. Bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen yağış değerleri 2018 yılında 190.5 mm olarak kaydedilmiştir. Özellikle 28 Haziran, 24 Temmuz ve 30 Temmuz tarihlerinde bölge koşullarında uzun yıllardır gözlenmeyen yağış değerleri kaydedilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise yağış değerleri haricinde 2018 yılına göre benzer değerlerin ölçüldüğü görülmüştür. Sıcaklık değerleri aynı şekilde Mayıs ayının son haftasında artmaya başlamış ve tüm büyüme mevsimi boyunca ortalama olarak 25.0°C civarlarında ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılında yağış değerleri ise tüm büyüme mevsimi boyunca 57.5 mm olarak ölçülmüştür. Özellikle denemenin ilk yılında yüksek yağış değerlerinin ölçülmesi sulama uygulamaları ve bitki su tüketimi ölçümlerini önemli ölçüde etkilemiştir.

Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların; tarla kapasitesi, solma noktası, bünye sınıfı, hacim ağırlığı ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerine ilişkin veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Araştırma alanının toprak bünye sınıfı kil veya killi-tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 2018 ve 2019 yıllarında 90 cm toprak derinliği için sırasıyla 152.38 mm ve 128.17 mm olarak hesaplanmıştır. Çift silindirik infiltrasyon ölçmeleri sonucunda toprağın sabitleşen infiltrasyon hızı 20 mm h⁻¹ olarak bulunmuştur. Sulama suyu kalite sınıfı T2S₁'dir.

Araştırmada bitkisel materyal olarak Syngenta firması tarafından üretilen Sanay MR ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumu kullanılmıştır. Kullanılan çeşit, kuraklığa toleranslı, her türlü toprağa uyum kabiliyeti yüksek, mildiyö (köse) hastalığına toleranslı, ayçiçeğinin en önemli paraziti olan orobanşa dayanıklıdır.

Araştırma, tesadüf bloklarında deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Yurtsever 1984). Araştırmada deneme konuları ortalama 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %0 (I₁), %25 (I₂), %50 (I₃), %75 (I₄), %100 (I₅) ve %125(I₆) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Deneme alanı 18.60 × 51.00 m boyutlarında olup toplam 948.60 m² 'dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 6 adet olmak üzere toplam 18 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parseli 4.20 × 6.00 m boyutlarında olmak üzere toplam 25.20 m² alana sahiptir. Bir deneme parselinde 6 adet bitki sırası bulunmaktadır. Bitkiler, 2018 yılında 27 Nisan ve 2019 yılında 30 Nisan tarihlerinde sıra aralığı 0.70 m sıra üzeri ise 0.30 m olacak şekilde deneme parsellerine ekilmiştir. Tüm parsellerde birer bitki sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece hasat parseli 2.80 × 4.80 m olmak

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.

Table 1. The physical characteristics of soil at the experimental site.

Yıl	Profil Derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
			%	mm	%	mm		
2018	0-30	Kil	21.73	104.30	10.28	49.34	1.60	54.96
	30-60	Kil	22.54	107.52	11.88	56.67	1.59	50.85
	60-90	Killi-tın	19.60	90.55	9.52	43.98	1.54	46.57
	0-90			302.37		149.99		152.38
2019	0-30	Kil	23.01	102.86	15.91	71.12	1.49	31.74
	30-60	Kil	27.05	128.22	17.71	83.95	1.58	44.27
	60-90	Kil	31.76	153.40	20.96	101.24	1.61	52.16
	0-90			384.48		256.31		128.17

üzere toplam 11.20 m² olmuştur. Her deneme parselindeki bitki sayısı 120 hasat parselinde ise 64 adettir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 3.00 m boşluk bırakılmıştır.

Her bir deneme parseli için manifold boru hatları 32 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşturulmuştur. Deneme parselleri içerisinde 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan lateral boru hatları, her iki bitki sıra arasına bir hat olacak şekilde döşenmiştir. Damlatıcı debisi Yıldırım (2008)'de belirtilen esaslara göre toprağın bünyesi ve su alma hızı dikkate alınarak 4 L h⁻¹ olarak seçilmiştir. Damlatıcı aralığı toprağın infiltrasyon hızı ve damlatıcı debisi dikkate alınarak 45 cm olarak hesaplanmıştır. Böylelikle her lateral boru hattına 50 cm aralıklarla in-line damlatıcılar kullanılmıştır.

Deneme parsellerinde uygulanacak sulama suyu miktarları aşağıdaki eşitlik yardımıyla 7 günlük yığışımli açık su yüzeyi buharlaşma değerleri kullanılarak hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

$$I = K_{cp} \times E_p \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I: uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), K_{cp}: buharlaşma kabına bağlı katsayı, E_p: yığışımli buharlaşma miktarı (mm), P: lateral aralığı ve damlatıcı aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (%)'dir. ıslatılan alan yüzdesi damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre %36 olarak hesaplanmıştır.

Bitki su tüketimi değerleri, aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla, her sulama öncesinde etkili bitki kök derinliğindeki (90 cm) toprak nemi gravimetrik yöntemle belirlenmiştir.

$$ET = I + P + C_p - D_p \mp R_f \mp \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P: periyot boyunca düşen yağış (mm), C_p: kök bölgesine kılcal yükselişle giren su miktarı (mm), D_p: derine sızma kayıpları (mm), R_f: deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS: kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm), değerlerini göstermektedir.

Çalışma alanında taban suyu problemi bulunmadığından, bitki kök bölgesine kılcal hareketle su girişi olmadığı varsayılarak C_p değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, yüzey akış miktarları basınçlı sulama sistemi kullanıldığından hesaplara katılmamıştır (Kanber 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.

Araştırmada deneme konularından elde edilen verim ve su tüketimleri arasındaki ilişkiler Stewart modeli esas alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam 1979).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3)$$

Eşitlikte; Y_a: gerçek verim (kg da⁻¹), Y_m: maksimum verim (kg da⁻¹), k_y: su- verim ilişkisi faktörü, ET_a: gerçek bitki su tüketimi (mm), ET_m: gerçek bitki su tüketimi (mm) değerlerini göstermektedir.

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve hasat verimlerine göre, sulama suyu ve su kullanım randımanı değerleri dane veriminin mevsimlik ET'ye ve toplam uygulanan sulama suyu miktarına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 1999).

Her bir deneme parselinde hasat işlemleri 2018 yılında 4 Eylül, 2019 yılında ise 5 Eylül tarihlerinde sonlandırılmıştır. Her bir deneme parseli içerisindeki ölçüm alanında bulunan bitkilerden bitki boyu, bitki gövde çapı kalınlığı, tabla çapı, dane verimi, bin dane ve hektolitre ağırlıkları, kuru madde miktarı, yağ oranı değerleri belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen ayçiçeği gelişim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (1984)'de açıklanan esaslara göre değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Deneme konularına 7 gün ara ile denemenin ilk yılda 7, ikinci yılında ise 12 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları, 2018 yılında deneme konularına göre 67.0 ile 334.8 mm arasında, 2019 yılında ise 133.7 ile 668.1 mm arasında değişmiştir. Araştırmada sulama uygulamalarının 7 gün aralığında yapılması planlanmasına karşın, 2018 yılında 28 Haziran'da 50.5 mm, 24 Temmuz'da 28.2 mm ve 30 Temmuz'da 29.9 mm'lik mevsim normallerine göre fazla yağışın düşmesi sulama uygulamalarını etkilemiştir. Böylelikle, tüm büyüme mevsimi boyunca düşen toplam yağış miktarları 2018 yılında 190.5 mm olurken, 2019 yılında bu değer 57.5 mm olmuştur. İki deneme yılının toplam yağış miktarları arasındaki fark, 2018 yılında uygulanan toplam sulama suyu sayılarının ve miktarlarının 2019 yılına göre daha düşük olmasına neden olmuştur.

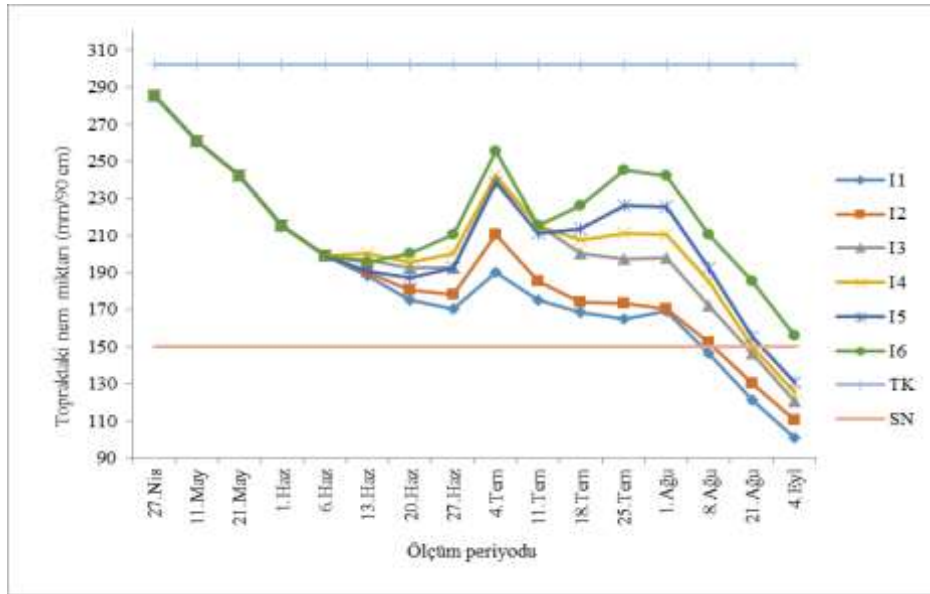
Her bir deneme konusunda sulama uygulamaları öncesinde 90 cm toprak derinliğinde ölçülen nem değerleri 2018 yılı için Şekil 1'de ve 2019 yılı için Şekil 2'de verilmiştir. Şekillerden

görülebileceği gibi uygulanan sulama suyuna bağlı olarak ölçülen nem miktarlarında azalış daha fazla olmuştur. Denemenin ilk yılında aşırı yağışlardan dolayı sulama öncesi nem değerleri farklılıklar göstermiştir. Denemenin ikinci yılında ise A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %100'ün uygulandığı I₅ deneme konusunda sulama sezonu öncesinde ölçülen toprak nem değerlerinin ortalama olarak kullanılabilir su tutma kapasitesinin %60'ı seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2019 yılında sulama suyu uygulanmayan (I₁) ve buharlaşma miktarının %25'i uygulanan I₂ deneme konularında sulama öncesi mevcut nemlerinin solma noktası ve altındaki seviyelere düştüğü görülmüştür.

Tüm deneme konularında 2018 ve 2019 yılı yetiştiricilik dönemleri içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, etkili yağış ve topraktaki nem değişimi değerlerine göre hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. Toplam büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2018 yılı için 375.2 mm ile 655.0 mm arasında, 2019 yılı için 278.2 mm ile 801.3 mm arasında değişmiştir. Mevsimlik toplam bitki su tüketimi değerleri tüm büyüme mevsimi boyunca uygulanan su miktarı arttıkça artmıştır. Denemenin birinci yılında aşırı yağış miktarları, ikinci yılında ise yüksek sulama suyu miktarları bitki su tüketimi değerlerini etkilemiştir. Deneme konularından I₁, I₂ ve I₃'de ölçülen mevsimlik bitki su tüketimleri aşırı yağıştan dolayı 2018 yılından daha yüksek olmuştur. Diğer yandan, I₄, I₅ ve I₆ deneme konularında ise ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise daha fazla sulama suyu uygulamasından dolayı 2019 yılında daha yüksek olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen ayçiçeği bitkisi toplam mevsimlik bitki su tüketimi değerleri bölgemizde, ülkemizde ve dünyada yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen değerler ile paralellik göstermektedir (Erdem 2000; Demir ve ark. 2006; Karam ve ark. 2007; Sezen ve ark. 2011; Yavuz 2016; Swain ve ark. 2019).

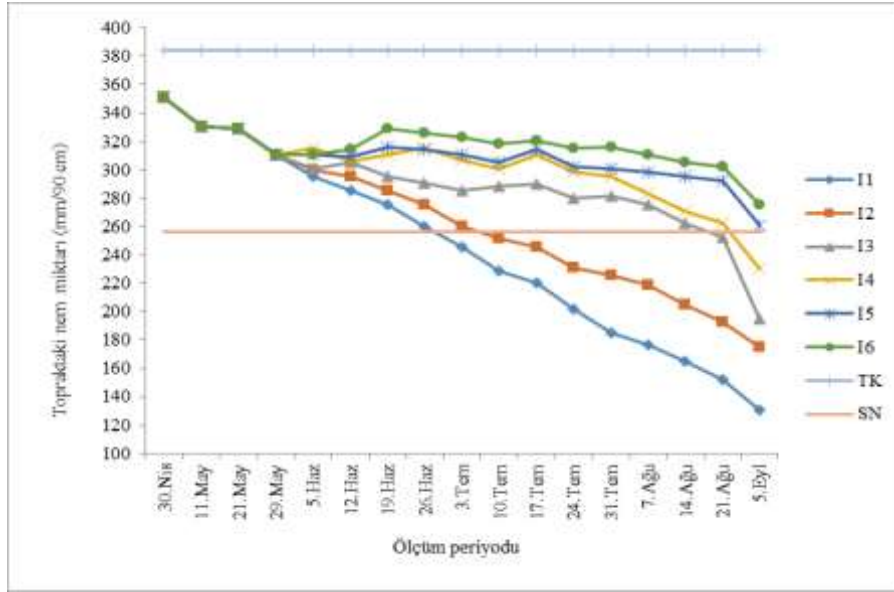
Ayçiçeği bitkisinin vejetatif gelişme unsurları olarak; bitki boyu, sap kalınlığı ve tabla çapı değerleri değerlendirilmiştir. Yapılan istatistik analizler sonucunda farklı sulama uygulamalarının vejetatif gelişme unsurlarını etkilemediği

sonucuna ulaşılmıştır. Verim ve kalite unsurları olarak, bin dane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, kuru madde miktarı ve yağ içeriği değerleri incelenmiştir. Bu değerlere göre yapılan analizler sonucunda, bin dane ağırlığı değerlerinin ikinci yıl sonuçları hariç deneme konularından elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmemiştir. Bu değerlere ilişkin veriler Çizelge 3'de özetlenmiştir. Deneme konularından elde edilen dane verimleri Çizelge 4'de verilmiştir. Elde edilen dane verimi değeri 2018 yılında 272.88 kg da⁻¹ ile 503.73 kg da⁻¹ arasında, denemenin ikinci yılında ise 222.49 kg da⁻¹ ile 518.61 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Her iki yılda da deneme konularından elde edilen dane verimleri uygulanan sulama suyuna ve düşen yağış miktarına bağlı olarak değişmiştir. Özellikle denemenin ilk yılında yağış miktarının fazla olması, sulama miktarının daha az olduğu I₂, I₃ ve I₄ deneme konularından ikinci yıla göre daha yüksek dane verimi elde edilmesine neden olmuştur. Diğer yandan, uygulanan sulama suyu miktarının daha fazla olduğu I₅ ve I₆ deneme konularında ise toprağa giren su miktarı daha fazla olduğundan birinci yıla göre daha fazla dane verimleri elde edilmiştir. Deneme süresince sulama suyu uygulanmayan I₁ konusunda elde edilen ayçiçeği dane verimi değerleri 2018 yılında ortalama olarak 272.88 kg da⁻¹, 2019 yılında ise 222.49 kg da⁻¹ olmuştur. İki deneme yılı arasındaki fark büyüme mevsimi boyunca 2018 yılında 190.5 mm, 2019 yılında ise 57.5 mm olarak gerçekleşen yağış miktarlarıdır. Bölge ve ülke koşullarında daha önce yürütülen araştırmalarda da sulama suyu uygulanmadığı koşullarda elde edilen ayçiçeği dane verimlerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Erdem (2000) Tekirdağ koşullarında gerçekleştirdiği araştırmada, sulama suyu uygulanmayan koşullarda ayçiçeği dane verimini 254.41 ile 277.03 kg da⁻¹ olarak belirtmiştir. Benzer çalışmalarda, ayçiçeği dane verimi değerleri, Süllü ve Dağdelen (2013) tarafından Söke koşullarında yürütülen araştırmada 231.40 kg da⁻¹ ve Demir ve ark. (2006) tarafından Bursa koşullarında yürütülen araştırmada 216.0 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerinin %100'ünün uygulandığı I₅ deneme konusunda elde edilen dane



Şekil 1. Sulama uygulamaları öncesi topraktaki nem değişimleri (2018).

Figure 1. Moisture changes in the soil before irrigation applications (2018).



Şekil 2. Sulama uygulamaları öncesi topraktaki nem değişimleri (2019).

Figure 2. Moisture changes in the soil before irrigation applications (2019).

Çizelge 2. Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri.

Table 2. Applied irrigation water and measured seasonal evapotranspiration for treatments.

Deneme yılı	Deneme konusu	Topraktaki nem değişimi (mm)	Yağış (mm)	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm)	Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm)
2018	I ₁	184.7	190.5	-	375.2
	I ₂	175.1		67.0	432.6
	I ₃	165.1		134.1	489.7
	I ₄	160.2		201.0	551.7
	I ₅	154.8		267.8	613.1
	I ₆	129.7		334.8	655.0
2019	I ₁	220.7	57.5	-	278.2
	I ₂	176.0		133.7	367.2
	I ₃	156.0		267.4	480.9
	I ₄	120.9		401.1	579.5
	I ₅	90.7		534.4	682.6
	I ₆	75.7		668.1	801.3

Çizelge 3. Deneme konularından ölçülen ayçiçeği vejetatif gelişme ve verim parametreleri değerleri.

Table 3. The measured sunflower vegetative growth and yield parameters for treatments.

Deneme yılı	Deneme konusu	Bitki boyu (cm)	Sap kalınlığı (cm)	Tabla çapı (cm)	Bin dane ağırlığı (g)	Hektolitreye ağırlığı (g)	Kuru madde miktarı (%)	Yağ içeriği (%)
2018	I ₁	182.05	2.53	14.74	76.27 c*	46.70	94.13	41.17
	I ₂	179.62	2.48	15.64	80.03 bc	46.25	94.28	40.86
	I ₃	177.97	2.70	16.23	83.17ab	45.34	94.04	39.23
	I ₄	181.53	2.45	16.24	78.27 bc	45.89	94.02	40.01
	I ₅	189.18	2.51	16.55	83.83 ab	46.45	94.04	39.26
	I ₆	194.40	2.59	17.41	88.07 a	46.48	94.01	38.93
		ns	ns	ns	LSD _{0.05} : 5.89	ns	ns	ns
2019	I ₁	186.38	2.89	16.33	73.50	45.76	96.78	39.36
	I ₂	185.08	2.79	15.41	70.33	46.13	96.90	41.81
	I ₃	183.95	2.92	16.66	74.90	45.08	97.09	40.45
	I ₄	185.26	3.04	16.02	73.97	45.60	96.83	40.35
	I ₅	197.11	2.98	16.35	72.37	46.07	96.86	40.91
	I ₆	189.46	2.86	15.94	72.46	46.87	97.07	41.65
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*: p <0.05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, a,b,..: LSD testi grupları.

Çizelge 4. Deneme konularından elde edilen verim, sulama suyu (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri.

Table 4. The yield, irrigation water use efficiency (IWUE) and water use efficiency (WUE) values for treatments.

Deneme yılı	Deneme konusu	Dane verimi (kg da ⁻¹)	Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) (kg m ⁻³)	Su kullanım randımanı (WUE) (kg m ⁻³)
2018	I ₁	272.88 c**	-	0.73
	I ₂	294.05 c	4.39 a**	0.68
	I ₃	407.87 b	3.04 b	0.83
	I ₄	391.03 b	1.95 c	0.71
	I ₅	474.89 ab	1.77 c	0.77
	I ₆	503.7 a	1.50 c	0.77
			LSD _{0.01} : 88.31	LSD _{0.01} : 0.696
2019	I ₁	222.49 c **	-	0.80
	I ₂	274.94 bc	2.06 a**	0.75
	I ₃	335.26 b	1.25 b	0.70
	I ₄	373.14 b	0.93 c	0.64
	I ₅	505.23 a	0.95 c	0.74
	I ₆	518.61 a	0.78 c	0.65
			LSD _{0.01} : 99.09	LSD _{0.01} : 0.227

** : p < 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, a,b...: LSD testi grupları.

verimleri denemenin birinci yılında 474.89 kg da⁻¹denemenin ikinci yılında ise 505.23 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Açık su yüzeyi buharlaşma değerinin %125'inin uygulandığı I₆ deneme konusunda ise bu değerler 503.73 kg da⁻¹ve 518.61 kg da⁻¹ olmuştur. Bölge ve ülke koşullarında daha önce yürütülen araştırmalarda da bitki su ihtiyacının maksimum olduğu koşullarda (ETc= ETm) elde edilen verim değerleri ile benzerlik göstermektedir (Erdem 2000; Demir ve ark. 2006; Süllü ve Dağdelen 2013; Yavuz 2016). Farklı sulama suyu uygulamaları altında deneme konularından elde edilen ayçiçeği verimleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre uygulanan sulama suyu miktarları arasında istatistiksel açıdan p<0.01 düzeyinde farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılığı belirleyebilmek için yapılan LSD testi sonuçlarına göre her iki yılda da I₅ ve I₆ deneme konuları en yüksek grubu oluştururken, I₁ ve I₂ deneme konuları en düşük grubu oluşturmuştur.

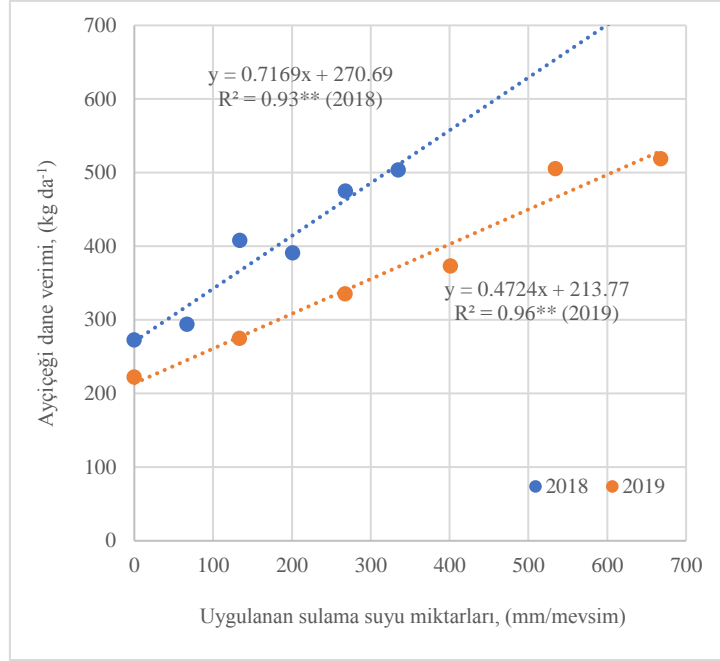
Deneme konularından elde edilen IWUE ve WUE değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. IWUE değerleri denemenin ilk yılında 1.50 ile 4.39 kg m⁻³, denemenin ikinci yılında 0.78 ile 2.06 kg m⁻³ arasında değişmiştir. İlk yıl elde edilen yüksek IWUE değerlerinin nedeni, deneme konularına ikinci yıla göre yüksek yağıştan dolayı daha az sulama suyu uygulanmasıdır. Araştırma sonucunda elde edilen IWUE değerleri, daha önce yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Süllü ve Dağdelen (2013) Söke koşullarında 1.00-2.36 kg m⁻³, Yavuz (2006) Konya koşullarında 0.70-3.70 kg m⁻³ ve Demir ve ark. (2006), Bursa koşullarında 0.47-1.02 kg m⁻³ IWUE değerleri elde etmişlerdir. Varyans analizi sonuçlarına göre denemenin her iki yılında da IWUE değerleri arasında istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli farklılıklar elde edilmiştir. Bu değerlere göre yapılan LSD testlerine göre deneme konuları arasında en az sulama suyu uygulanan I₂ konusu en üst grubu oluşturmuştur.

Deneme konularından elde edilen WUE değerleri denemenin ilk yılında 0,68 ile 0.83 kg m⁻³, denemenin ikinci

yılında 0.64 ile 0.80 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Deneme konuları arasında her iki yılda da elde edilen WUE değerleri benzerlik göstermiştir. En yüksek WUE değerleri denemenin birinci yılında I₃ deneme konusundan elde edilirken, ikinci yılda I₁ deneme konusundan elde edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen WUE değerleri, daha önce yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Süllü ve Dağdelen (2013), Söke koşullarında 0.71-1.22 kg m⁻³, Yavuz (2006) Konya koşullarında 0.53-0.75 kg m⁻³ ve Demir ve ark. (2006) Bursa koşullarında 0.60-0.78 kg m⁻³, Karam ve ark. (2007) Lübnan koşullarında 0.83 kg m⁻³ WUE değerleri elde etmişlerdir. Varyans analizi sonuçlarına göre denemenin her iki yılında da WUE değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar elde edilmemiştir.

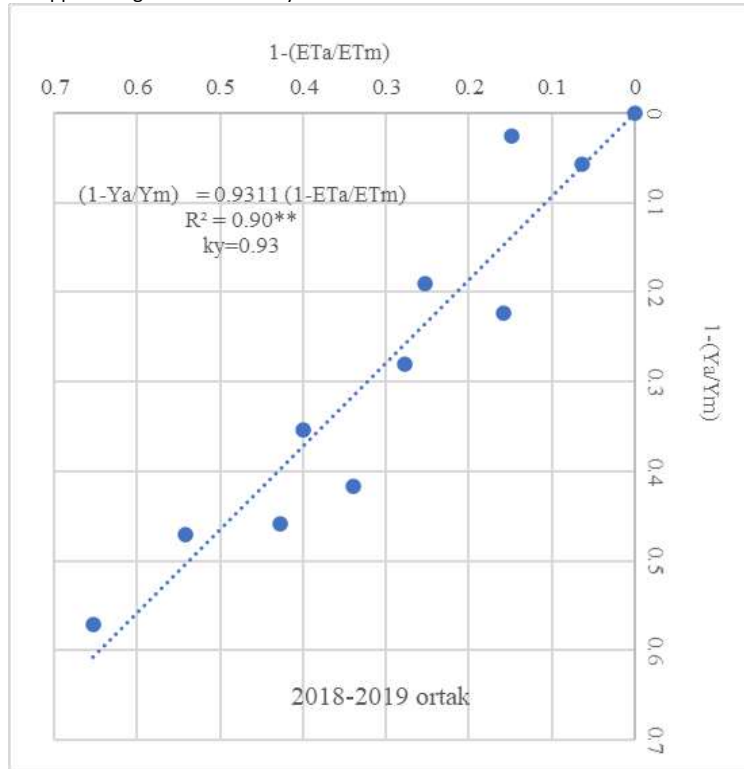
Şekil 3'den görüleceği üzere deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi ve uygulanan sulama suyu miktarları ile elde edilen ayçiçeği dane verimleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, her iki grafikte de elde edilen doğrusal denklemlerin istatistiksel açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Deneme konularından ölçülen dane verimi ve bitki su tüketimlerinin Eşitlik 3'te yerine konulması ile elde edilen oransal verim azalmasına karşılık oransal bitki su tüketimi açığı değerlerine göre hazırlanmış mevsimlik su-verim ilişkisi grafikleri Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi damla sulama uygulamaları altında ayçiçeği bitkisinin mevsimlik su-verim ilişkisi faktörü (k_y), her iki yıl değerleri için 0.93 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 1'den küçük olması Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından belirtildiği gibi ayçiçeği bitkisinin topraktaki nem eksikliğine nispeten dayanıklı bir bitki olduğu söylenebilir. Elde edilen mevsimlik su-verim ilişkisi faktörü (k_y), daha önce bölge ve ülke koşullarında yürütülen çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 3. Uygulanan sulama suyu -verim ilişkileri.

Figure 3. The relationship between applied irrigation water and yield.



Şekil 4. Ayçiçeği mevsimlik su-verim ilişkisi grafiği.

Figure 4. The seasonal yield response factor for sunflower.

4. Tartışma ve Sonuç

Farklı sulama uygulamalarının ayçiçeği dane verimine yönelik elde edilen tüm veriler birlikte incelendiğinde, bitkinin su kısıtına karşı nispeten dayanıklı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç bölge koşullarında sadece yağışlı koşullarda yetiştirilen bitkiden ülke ortalamasına göre yüksek

verimler elde edilmesini desteklemektedir. Diğer yandan sulama uygulaması ile birlikte elde edilecek ayçiçeği verimini arttırmak olasıdır. Araştırmada beş farklı sulama suyu uygulanmış ve uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça elde edilen dane verimi artmıştır. Artan su miktarı ve elde edilen dane verimleri arasında ilişkiyi belirlemek için hesaplanan IWUE ve WUE değerlerine göre ise az sulama suyu uygulanan deneme

konularının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, su kaynaklarının yeterli olması ve damla sulama yönteminin uygulandığı koşullarda 7 gün sulama aralığından A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100 ve 125'inin uygulanması önerilebilir. Diğer yandan su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda yüksek IWUE ve WUE değerleri dikkate alınarak 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %25 ve 50'sinin uygulanması önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma NKUBAP.03.YL.18.173 proje numarasıyla Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (NKÜBAP) tarafından desteklenmiş olan yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Kaynaklar

- Demir A, Göksoy A, Büyükcangaz H, Turan Z, Köksal E (2006) Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science* 24: 279-289.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No:33, Rome, Italy.
- Erdem T (2000) Tekirdağ koşullarında ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) su-verim ilişkileri. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Gürbüz MA (2011) Asit karakterli toprakları kireçlemenin ayçiçeği ve mısır bitkilerinin su kullanma randımanı üzerine etkileri. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kanber R (1997) Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, Adana, s. 530.
- Kanber R, Steduto P, Aydın Y, Ünlü M, Özmen S, Çetinkökü Ö, Özekici B, Diker K, Sezen MS (2004) Damla Sulama Sistemiyle Fertigasyon Uygulamalarının Antepfıstığında Gelişme, Verim ve Periyodisiteye Etkisinin İncelenmesi. TÜBİTAK, TARP 1825.
- Kapluhan E (2013) Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi* 27: 487-510.
- Karam F, Lahoud R, Masaad R, Kabalan R, Breidi J, Chalita C, Roupheal Y (2007) Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management* 90: 213-223.
- Korukçu A, Yıldırım O (1981) Yağmurlama Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Ankara: TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Sezen SM, Yazar A, Kapur B, Tekin S (2011) Comparison of drip and sprinkler irrigation strategies on sunflower seed and oil yield and quality under Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management* 98: 1153-1161.
- Süllü A, Dağdelen N (2013) Söke ovası koşullarında II. ürün ayçiçeğinde damla sulamanın verim ve kalite üzerine etkilerinin irdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(2): 45-54.
- Swain OS, Mohapatra P, Dugal B, Sahu AP (2019) Water use efficiency of sunflower under deficit drip irrigation in east and south-east coastal plain agro-climatic zone of Odisha, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8: 2210-2216.
- Walker WR, Skogerboe GV (1987) Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp. 375.
- Yavuz N (2016) Farklı sulama aralığı ve kısıtlı sulamanın, ayçiçeği verim ve kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yıldırım O (2008) Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1565, Ankara.
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No. 56. Ankara.
- Zhang Y, Kendy E, Qiang Y, Changming L, Yanjun S, Hongyong S (1999) Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China plain. *Agricultural Water Management* 64: 107-122.



Lizimetre kullanılarak Maraş 18 çeşidi ceviz ağacının su tüketiminin belirlenmesi

Determination of water consumption of Maras 18 type walnut tree using lysimeter

Cafer GENÇOĞLAN¹, Serpil GENÇOĞLAN¹, Selçuk USTA²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46040, Kahramanmaraş

²Van 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 11 Mayıs 2020
Düzeltilme tarihi 28 Mayıs 2020
Kabul tarihi 01 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Ceviz
Lizimetre
Maraş 18
Sulama
Su tüketimi

ÖZ

Son yıllarda ceviz yetiştiriciliğine olan ilginin artmasıyla birlikte kurulan yeni ceviz bahçelerinin sayısı da hızla artmaktadır. Bu bahçelerde yetiştirilecek meyve verimi yüksek ceviz ağaçlarının su tüketimlerinin bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, yüksek meyve verimine sahip olan Maraş 18 çeşidi ceviz ağacının Kahramanmaraş koşullarındaki su tüketimi miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda lizimetre, elektronik kantar, tahliye tankı, plüviyometre ve damla sulama sisteminden meydana gelen bir tartılı lizimetre sistemi (TLS) oluşturulmuştur. TLS, Programlanabilir Lojik Kontrolör cihazı (PLC) tarafından kontrol edilmiştir. Öncelikle TLS koşullarında bir boyutlu su dengesi yöntemi uygulanarak, iki yaşındaki genç ceviz ağacının 2018 yılı Haziran - Ekim dönemi boyunca günlük su tüketimi miktarları ($ET_{genç}$) belirlenmiştir. Daha sonra $ET_{genç}$ miktarlarına bağlı olarak, yetişkin ceviz ağaçlarının günlük su tüketimi miktarları ($ET_{yetişkin}$) tahmin edilmiştir. Genç ceviz ağacı için 1.22 - 3.20 mm gün⁻¹ arasında değişen $ET_{genç}$ miktarları elde edilmiştir. İki yaşındaki genç ceviz ağaçlarının yetişkin ceviz ağaçlarının %30 - 40'ı oranında su tükettikleri göz önünde bulundurularak, 15 günlük dönemler için $ET_{yetişkin}$ miktarları tahmin edilmiştir. $ET_{yetişkin}$ miktarları Haziran ayı için 6.77 mm gün⁻¹, Temmuz ayı için 8.49 - 9.14 mm gün⁻¹, Ağustos ayı için 5.71 - 6.00 mm gün⁻¹, Eylül ayı için 3.86 - 7.43 mm gün⁻¹ ve Ekim ayı için 3.49 mm gün⁻¹ olarak tahmin edilmiştir. $ET_{yetişkin}$ miktarlarının "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi" ile %80 oranında uyumlu oldukları ve yetişkin ceviz ağaçları için hazırlanacak sulama programlarında kullanılabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 11 May 2020
Received in revised form 28 May 2020
Accepted 01 June 2020

Keywords:

Walnut
Lysimeter
Maraş 18
Irrigation
Water consumption

ABSTRACT

With the increasing interest in walnut cultivation in recent years, the number of new walnut orchards established has been increasing rapidly. It is necessary to know the water consumption of walnut trees with high fruit yield to be grown in these orchards. In this study, it was aimed to determine the water consumption of Maras 18 type walnut tree, which has a high fruit yield, in Kahramanmaraş conditions. For this purpose, a weighting lysimeter system (WLS) was created consisting of lysimeter, weighbridge, discharge tank, pluviometer and drip irrigation system. WLS was controlled by Programmable Logic Controller (PLC) device. Firstly, daily water consumption of two years old young walnut tree (ET_{young}) were determined by applying one dimensional water balance method under WLS conditions, during the June - October period of 2018. Then, daily water consumptions of mature walnut trees (ET_{mature}) were estimated depending on the amounts of ET_{young} . ET_{young} amounts ranging from 1.22 to 3.20 mm day⁻¹ were obtained for the young walnut tree. By taking into consideration that two years old young walnut trees consume ratio 30 - 40% water of adult walnut trees, ET_{mature} amounts were estimated for 15 day periods. The amounts of ET_{mature} were estimated as 6.77 mm day⁻¹ for June, 8.49 and 9.14 mm day⁻¹ for July, 5.71 and 6.00 mm day⁻¹ for August, 3.86 and 7.43 mm day⁻¹ for September and 3.49 mm day⁻¹ for October. It has been concluded that ET_{mature} amounts are compatible with "Water Consumption Guide of the irrigated crops in Turkey" at ratio 80% and can be used in irrigation programs to be prepared for mature walnut trees.

1. Giriş

Dünyada yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan cevizin (*Juglans regia* L.) gen merkezleri arasında Türkiye’de bulunmaktadır. Ceviz, 2300 m yüksekliğe kadar değişik iklim koşullarında rahatlıkla yetiştirilebilmektedir (Toprak ve Bayrak 1998). Taze veya kuru olarak tüketilebilen ceviz, şekerleme ve şıra ürünlerinin yapımında hammadde olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca gövdesi ve dallarından elde edilen kerestesi mobilya sanayisi için oldukça değerlidir. Ceviz içi; %65 - 70 oranında doymamış yağ asitleri ve %14 - 16 oranında protein içermektedir. Ayrıca vitamin ve mineraller bakımından da zengindir. Bu besin unsurları bakımından zengin olması insan beslenmesi ve sağlığı yönünden önemini artırmaktadır (Şen 2011; Akça 2012).

Dünyadaki toplam ceviz üretimi, 2016 yılı verilerine göre 3.80 milyon ton civarındadır. Çin, yaklaşık olarak 1.80 milyon ton üretim miktarıyla ilk sırada yer almaktadır. Çin, ABD ve İran’dan sonra dördüncü sırada yer alan Türkiye’nin toplam ceviz üretimi 195000 ton olup, ceviz ihtiyacının bir kısmını ithalat yoluyla temin etmektedir. Ceviz üretiminin tüketimi karşılama oranı 2000 yılında %93.90 düzeyindeyken, 2017 yılında %76.70’e gerilemiştir (Güvenç ve Kazankaya 2019).

Türkiye’de 2019 yılı verilerine göre, yaklaşık olarak 21.30 milyon adet ceviz ağacı bulunmaktadır. Bu miktarın neredeyse yarısını meyve vermeyen ağaçlar (MVMA) oluşturmaktadır. MVMA sayısı 2004 - 2019 yılları arasında %354.72 artmış, meyve veren ağaç (MVA) başına verim ise %33.33 azalmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2012 - 2016 yılları arasında yürütülen Ceviz Eylem Planı kapsamında farklı iklim koşullarına adaptasyon denemeleri yapılmadan, milyonlarca ceviz ağacının ülke geneline dağıtılması MVMA sayısının artmasına ve 30 - 35 kg MVA⁻¹ düzeyinde olan verimin 20 - 25 kg MVA⁻¹ düzeyine gerilemesine neden olmuştur (TÜİK 2019).

MVMA sayısındaki bu artışta, mühendislik bilgisinden yoksun sulama yöntemleri kullanımının da etkili olduğu aşikârdır. Türkiye’deki ceviz bahçelerinin %11’inde sulama sistemi bulunduğu, %37’sinde bulunmadığı ve %52’sinde ise bahçenin bir kısmında bulunduğu, ayrıca ceviz bahçelerinin %91’inin sulandığı sulama yöntemi olarak %89 oranında salma sulama, %11 oranında ise damla sulama kullanıldığı bildirilmektedir (Pezikoğlu ve ark. 2012).

Ceviz bahçelerinin sulanmasında bitki su tüketimin çok fazla dikkate alınmadığı salma sulama yönteminin kullanılması, bitki gelişiminde büyük bir öneme sahip olan demir mineralinin topraktan süzülen su ile beraber taşınarak, etkili kök bölgesi altında tutulmasına neden olabilmektedir. Ceviz ağacı kökleri tarafından alınamayan demir mineralinin eksikliği genç ağaçlarda sürgün kurumasına, yetişkin ağaçlarda ise meyve tutma oranının azalmasına neden olmaktadır (Horuz ve ark. 2016). Bununla birlikte sulama programlarında, yetişkin ceviz ağaçlarının su tüketiminin dikkate alınması aynı bahçede bulunan genç ağaçlara ihtiyaçlarından fazla su verilerek köklerinin çürümesine ve dolayısıyla ağaçların kaybedilmesine neden olabilmektedir (Fulton 2013).

Ceviz ağaçlarının mevsimlik su tüketimlerinin iklim koşullarına, ağacın yaşı ve çeşidine bağlı olarak 750 - 1500 mm arasında değiştiği, yetişkin ceviz ağaçlarında günlük ortalama su tüketiminin çiçeklenme aşamasında 2.90 mm, meyve oluşumu aşamasında 3.97 mm, kabuk oluşumu aşamasında 5.55 mm ve olgunluk aşamasında ise 3.39 mm düzeyinde olduğunu belirtilmektedir (Hu ve ark. 2010; Akça 2012; Akın 2016). Ayrıca, ceviz sulamasının kuraklığın yüksek olduğu yıllarda

erken ilkbahar ile geç sonbahar arasında, normal yıllarda ise Haziran - Ekim döneminde yapılması gerektiği, sürgün gelişimi ve meyve büyümesinin gerçekleştiği Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında su tüketiminin maksimum düzeylere ulaştığı bildirilmektedir (Şen 2011).

Ceviz ağaçlarının sulanması ile ilgili olarak yapılan araştırmaların çoğu yetişkin ağaçların su tüketimi, sulama suyu miktarı ve meyve verimi arasındaki ilişkileri belirlemeye yöneliktir (Cohen ve ark. 1997; Fulton ve ark. 2003; Fulton ve Buchner 2014; Akın 2016; Göçmen 2017; Jarvis-Shean ve ark. 2018). Öte yandan mevcut ceviz bahçelerindeki üretimin devamlılığının sağlanabilmesi için genç ceviz ağaçlarının yetiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç, 1 - 6 yaş aralığındaki genç ceviz ağaçlarının su tüketiminin bilinmesi zorunlu hale getirmektedir. Bununla birlikte, Türkiye gibi kurak - yarı kurak iklim kuşağında yer alan ülkelerde yağış miktarı kararlı bitki yetiştiriciliği için yetersiz kalmaktadır. Düzensiz yağış altında bitkinin kuraklıktan zarar görmemesi için sulama yapılması zorunlu hale gelmektedir (Hillel 1982). Yetersiz su kaynaklarının etkili bir şekilde kullanımını sağlayarak su tasarrufunu artırabilmek için, bitki su tüketimine (ET) duyarlı sulama programları hazırlanarak suyun bitkiye ne zaman ve hangi miktarda verileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. ET; bitki, toprak ve iklim özelliklerine dayalı olarak geliştirilen çeşitli ampirik yöntemler kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Fakat bu yöntemlerin güvenilirlikleri, yöreden yöreye hatta aynı yörede yetiştirilen çeşitli bitkiler için farklılıklar gösterebilmektedir. Bununla birlikte yöre ve arazi koşullarına uygun olarak oluşturulan ve işletilen lizimetreler ile geçiş en yakın ET miktarları elde edilebilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

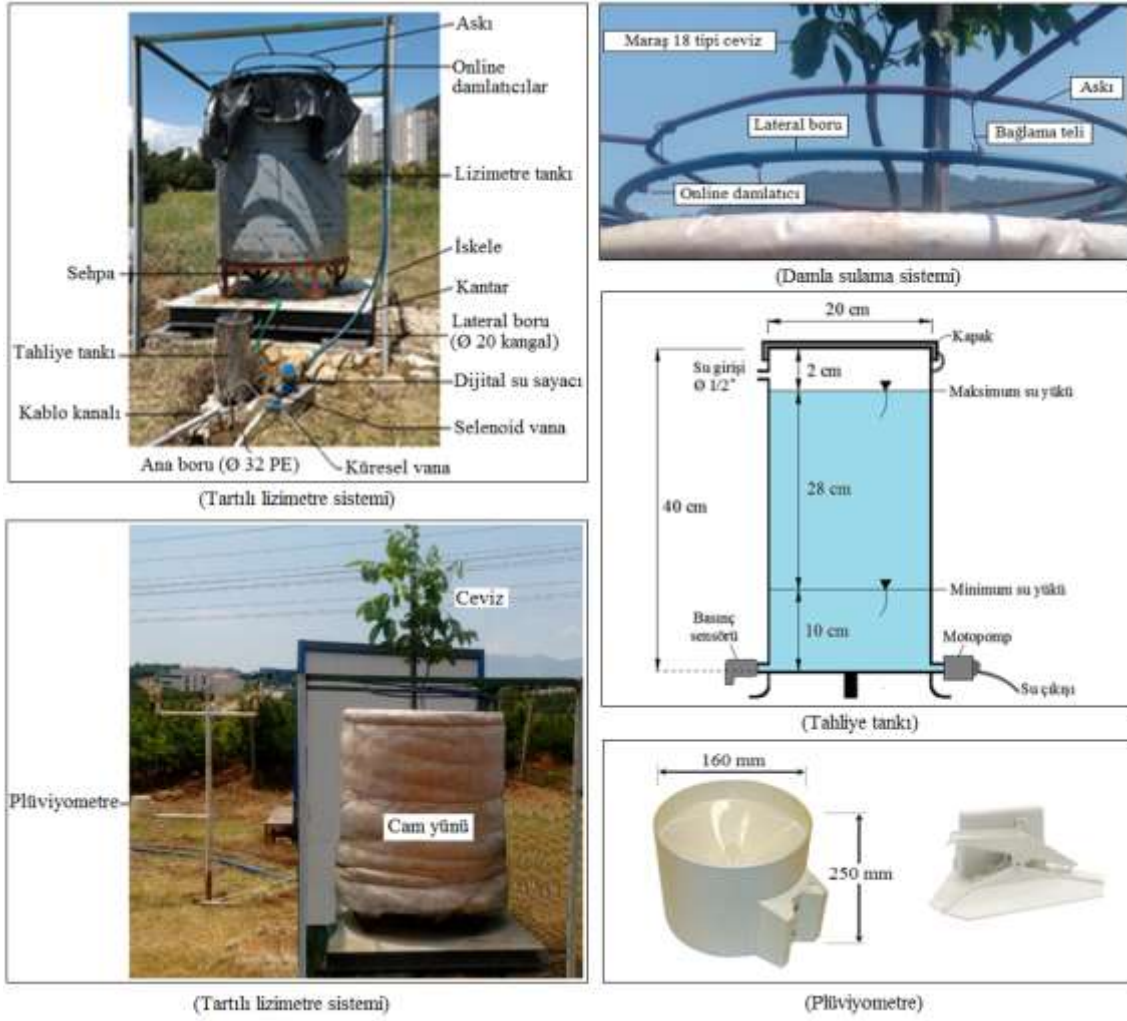
Bu çalışmada, Programlanabilir Lojik Kontrolör cihazı (PLC) tabanlı otomasyon sistemi tarafından yönetilen bir tartılı lizimetre sistemi kullanılarak, iki yaşındaki Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacının Kahramanmaraş koşullarındaki günlük su tüketimi miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte, genç ceviz ağacının günlük su tüketimi miktarlarına bağlı olarak, Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçlarının günlük su tüketimi miktarlarının tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Bahçelerinde oluşturulan deneme alanında, 2018 yılının Haziran - Ekim dönemi boyunca yürütülmüştür. Deneme alanının rakımı 508 metre olup, 37° 35' 36" kuzey enlemi ve 36° 49' 20" doğu boylamı arasında bulunmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Günlük ortalama hava sıcaklığı 16.90°C, nem oranı %58.34, ortalama güneşlenme süresi 6.77 saat gün⁻¹ ve yıllık toplam yağış miktarı 725.40 mm düzeyindedir. Sulama mevsimi genellikle kurak geçmektedir (DMİ 2019).

Maraş 18 ceviz çeşidi, Kahramanmaraş orijinli olup, seleksiyon yoluyla ıslah edilmiştir. Meyve ağırlığı 14.84 - 15.50 g, iç ağırlığı 7.91 - 8.50 g, verimi 50 - 65 kg MVA⁻¹ ve iç oranı %52.96 - 56.21 arasında değişmektedir. Kahramanmaraş koşullarına en iyi adapte olan ceviz çeşididir (Kaşka ve Sütyemez 2001).

İki yaşındaki genç ceviz ağacının su tüketimini belirlemek amacıyla Şekil 1’de verilen tartılı lizimetre sistemi (TLS) kullanılmıştır. TLS; lizimetre tankı, kantar, tahliye tankı,



Şekil 1. Tartılı lizimetre sistemi.

Figure 1. Weighting lysimeter system.

plüviyometre ve damla sulama sisteminden oluşmaktadır. Lizimetre tankı 3 mm kalınlığındaki paslanmaz çelik sac kullanılarak 113 cm çapında ve 150 cm derinliğinde olacak şekilde imal edilmiştir. Lizimetre, toprak dışında tesis edildiğinden dolayı yüzeyi, cam yünü ile kaplanarak hava akımı ve güneş enerjisinin etkisi azaltılmıştır.

Lizimetre tankı ağırlığındaki günlük değişimi belirleyebilmek için, 1.5*1.5 m yüzey boyutlarında, ± 200 g hassasiyetle ölçüm yapabilen, 5 ton kapasiteli, 4 adet yük algılayıcısına (load cell) ve dönüştürücü karta sahip olan RS 232 çıkışlı bir elektronik kantar kullanılmıştır. Kantar bir su düzenci aracılığı ile tesviye edildikten sonra, üzerine bir dairesel sehpâ yerleştirilmiş ve onunda üzerine lizimetre tankı konumlandırılmıştır.

Lizimetre tankından drenajla süzölen su miktarını ölçmek amacıyla, paslanmaz çelik sacdan 20 cm çap ve 40 cm yüksekliğe sahip olacak şekilde imal edilen bir tahliye tankı kullanılmıştır (Şekil 1). Lizimetre tankı tabanına $\text{Ø } \frac{1}{2}$ " çıkış koyularak, drene olan suyun aynı çaptaki bir boru ile tahliye tankına iletilmesi sağlanmıştır. Tahliye tankında toplanan su miktarı tank tabanına yerleştirilen bir basınç sensörü vasıtasıyla ölçülmüştür. Bu basınç sensörü 0 - 50 mBar arasında %0.2 hassasiyetle ölçüm yapabilmektedir. Yağışı ölçmek için ağız

çapı 160 mm, yüzey alanı 20096 mm^2 ve kova hacmi 4448 mm^3 olan bir devrilen kovalı plüviyometre kullanılmıştır (Şekil 1).

Genç ceviz ağacının sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Sulama sistemi; ana boru ($\text{Ø } 32$ PE), küresel vana, selenoid vana, dijital su sayacı, lateral boru ($\text{Ø } 20$ kangal) ve lateral boru üzerine 25 cm ara mesafe ile dairesel formda yerleştirilen 2 l h^{-1} debili 8 adet online damlatıcıdan oluşmaktadır. Su sayacından sonraki bölüm bir iskele vasıtasıyla ceviz bitkisine ulaştırılmıştır (Şekil 1).

Lizimetre tankına yağış ve sulama ile giren suyun drenajını kolaylaştırmak amacıyla, tankın en alt kısmına 15 cm yüksekliğinde çakıl serilmiştir. Çakılın üzerine 0.5 cm gözenekli elek filtre yerleştirilmiştir. Eleğin üzerine 120 cm yüksekliğinde toprak doldurularak, 15.08.2018 tarihinde iki yaşındaki Maraş 18 çeşidi ceviz fidanı dikilmiştir. Tanka doldurulan toprağı temin etmek amacıyla, sistemin kurulduğu alana yakın bir yerde, 1 m^2 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.

Lizimetre tankına doldurulan toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla toprak profilinin 0 - 30 cm, 30 - 60 cm ve 60 - 90 cm kesitli katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınarak, laboratuvar ortamında analizleri yapılmıştır (Yıldırım 2004). Bozulmuş toprak örnekleri ile yapılan analizlerden elde edilen fiziksel özellikler Çizelge 1’de verilmiştir. Toprağın hacim ağırlığı 1.36 - 1.50 gr cm⁻³ arasında olup kuru ağırlığın yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi (TK) %35.04 - 41.19 ve solma noktası (SN) %20.43 - 24.17 arasında değişmektedir. Derinlik cinsinden TK, 388.52 mm ve SN, 210.05 mm olarak belirlenmiştir. Toprak profili, yüzeyden 60 cm derinliğe kadar killi tın (CL), geriye kalan 30 cm derinlikte ise kil bünyeye sahiptir (C). Bozulmamış toprak örnekleri ile yapılan analizlerden elde edilen kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir. Topraktaki tuzların toplam miktarının bir ölçümü olarak elektriksel iletkenlik (EC) 0.018 - 0.022 dS m⁻¹, asitlik durumunun bir ifadesi olarak da pH 7.61 - 7.80 arasında değişmektedir. Organik madde ve kalsit (CaCO₃) oranları ile kalsiyum (Ca⁺⁺), magnezyum (Mg⁺⁺), sodyum (Na⁺), potasyum (K⁺) katyonları ve bikarbonat (HCO⁻³), sülfür (SO₄⁻²), klorür (CL⁻) anyonlarının miktarları da yine Çizelge 2’de verilmiştir.

Cevizin sulanmasında üniversite yerleşkesi şebeke suyu kullanılmıştır. 0.01 sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ile az sodyumlu sular sınıfına, 410 µS m⁻¹ EC değeri ile de tuzluluk ve sodyum açısından orta tuzlu su sınıfına giren sulama suyunun, damla sulama ile kullanıldığında herhangi bir yıkama işlemi gerektirmediği ve ceviz gibi tuza karşı hassas bitkilerde rahatlıkla kullanılabileceği görülmektedir (Wilcox 1955).

TLS, PLC tabanlı bir otomasyon sistemi tarafından kontrol edilmiştir. Bu amaçla öncelikle bir pano hazırlanmıştır. Sonra kantar, plüviyometre ve tahliye tankı basınç sensörü çıkışları PLC’ye giriş olarak bağlanmıştır. Sulama sistemini kontrol eden selenoid vananın girişi ise PLC cihazının çıkışına bağlanmıştır. Daha sonra CODESYS programlama dilinde “Lizimetre”, “Sulama”, “Yağış”, “Drenaj” ve “SD kart veri yazdırma” programları hazırlanarak PLC cihazına yüklenmiştir.

Ölçme işlemleri bir gün süreli döngüler halinde gerçekleştirilmiştir. Bir günlük süre, bir önceki gün saat 10.00 ile bir sonraki gün saat 10.00 arasındaki 24 saatlik süre olarak dikkate alınmıştır. “Lizimetre” programı ilk olarak kantardan bir günlük sürenin başındaki lizimetre ağırlığını (W₁) okumuştur. Daha sonra bir günlük süre boyunca yağış (P) ve sulama (I) ile lizimetre tankına giren su miktarlarını ve drenaj yoluyla çıkan su miktarını (D_p) belirleyerek, bir günlük sürenin sonundaki lizimetre ağırlığını (W₂) okumuştur. Bu değişkenleri bir boyutlu

su dengesi eşitliğinde (Eşitlik 1) yerine yazarak milimetre cinsinden cevizin günlük su tüketimini (ET) belirlemiştir (Young ve ark. 1996). Bir sulama döngüsü, iki sulama arasındaki dönem olarak tanımlanmıştır. Lizimetre programı bir sulama döngüsü boyunca günlük ET miktarlarını yığışimli olarak toplayıp (ΣET), toplam su tüketimini (Top_ET) belirlemiştir (Eşitlik 2). Cevizin mevsimlik su tüketiminin (ET_m) belirlenmesinde ise Eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$ET = W_1 + P + I - D_p - W_2 \quad (1)$$

$$Top_ET = \Sigma ET \quad (2)$$

$$ET_m = \Sigma Top_ET \quad (3)$$

Sulama zamanı, Top_ET miktarının 20 mm’ye eşit veya daha büyük olduğu gün olarak dikkate alınmıştır (Top_ET ≥ 20 mm). İki yaşındaki genç cevizin günlük ortalama su tüketimi 2.50 mm, sulama aralığı ise 8 gün kabul edilmiş ve Top_ET miktarı 2.50*8= 20 mm olarak belirlenmiştir (Fulton 2013; Jarvis-Shean ve ark. 2018). Bu değer, sulamayı başlatan tetikleyici olarak dikkate alınmıştır. Cevizin yüksek sıcaklıklarda su stresi yaşamaması için, Top_ET miktarının %120’si alınmış ve bu miktar sulama suyu (I) olarak lizimetre tankı toprak yüzeyi alanına (A) uygulanmıştır (Eşitlik 4). “Sulama” programı vanayı açarak sulamayı başlatmış, dijital su sayacından geçirilen su miktarı I miktarına eşit olduğunda vanayı kapatarak sulamayı bitirmiştir.

$$I = 1.20 * Top_ET * A \quad (4)$$

Lizimetre tankına giren günlük yağış miktarının (P) belirlenmesinde Eşitlik 5 kullanılmıştır. “Yağış” ölçümü programı plüviyometrenin yağışla dolup boşalan kova sayısını (KS) kova hacmi (4448 mm³) ile çarpmış ve plüviyometre yüzey alanına (20096 mm²) bölerek milimetre cinsinden günlük P miktarını belirlemiştir.

$$P = KS * 4448 * 20096^{-1} \quad (5)$$

Lizimetre tankından drenaj yoluyla süzülerek tahliye tankında toplanan günlük su miktarı (D_p), tank tabanına yerleştirilen basınç sensörü ile ölçülmüştür. Basınç sensörünün 0 - 50 mBar aralığında ölçtüğü su yükü değerleri PLC cihazı tarafından 0 - 500 mm aralığındaki su yüksekliği değerlerine (SY) dönüştürülmüştür. SY değerleri, tahliye tankı yüzey

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel özellikleri.

Table 1. Some physical properties of soil in research field.

Katman derinliği (cm)	Tane dağılımı (%)			Bünye sınıfı	Toprak nemi (%)		Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)
	Kum	Silt	Kil		TK	SN	
0-30	49.50	20.32	30.18	CL	35.04	22.39	1.38
30-60	36.28	23.91	39.80	CL	35.99	24.17	1.36
60-90	31.81	23.97	44.22	C	41.19	20.43	1.50

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri.

Table 2. Some chemical properties of soil in research field.

Katman derinliği (cm)	EC (dS m ⁻¹)	pH	CaCO ₃ (%)	Organik madde (%)	Katyonlar (meg l ⁻¹)			Anyonlar (meg l ⁻¹)		
					Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ⁻³	SO ₄ ⁻²	CL ⁻
0-30	0.022	7.61	9.29	0.88	2.5	0.16	0.04	1.6	0.1	1.0
30-60	0.018	7.76	7.96	1.76	3.5	0.51	0.05	2.1	0.5	1.5
60-90	0.019	7.80	9.29	2.67	2.9	0.27	0.03	1.7	0.4	1.1

alanının (0.0314 m²) lizimetre tankı yüzey alanına (1 m²) oranı (0.0314*1⁻¹) ile çarpılarak lizimetre tankından gerçekleşen günlük D_p miktarları belirlenmiştir (Eşitlik 6). Belirtilen bu işlemler “Drenaj” ölçümü programı tarafından yapılmıştır. “SD kart veri yazdırma” programı günlük ET, I, Top_ET, P ve D_p miktarlarını bir günlük sürenin sonunda saat 10.00’da PLC cihazı üzerindeki SD karta yazdırmıştır.

$$D_p = 0.0314 * SY \quad (6)$$

Fulton (2013), ABD California koşullarında gerçekleştirdiği bir çalışmada 1 - 3 yaş aralığındaki Chandler çeşidi genç ceviz ağaçlarının aynı bahçede bulunan 6 yaş ve üzeri yetişkin ceviz ağaçlarının günlük su tüketiminin %30 - 40’ı oranında su tükettiklerini belirlemiştir. Bu oran ortalama %35 olarak dikkate alınmıştır. İki yaşındaki Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacı için elde edilen günlük ortalama su tüketimi miktarları (ET_{genç}) 0.35 değerine bölünerek (Eşitlik 7), Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçlarının günlük ortalama su tüketimi miktarları (ET_{yetişkin}) tahmin edilmiştir.

$$ET_{yetişkin} = ET_{genç} * (0.35)^{-1} \quad (7)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacının bitki su tüketiminin belirlenmesi işlemine lizimetre tankı toprak nemi düzeyi tarla

kapasitesindeyken başlanılmıştır. Lizimetre tankı ağırlığı denemeye başlanılan 15.06.2018 tarihinde 2237.40 kg, denemenin bitirildiği 15.10.2018 tarihinde ise 2222.40 kg olarak tartılmıştır. Her bir sulama döngüsünün başında ve sonunda okunan lizimetre ağırlıkları ile her bir döngü boyunca gerçekleşen bitki su tüketimi, yağış, drenaj ve cevize verilen sulama suyu miktarları Çizelge 3’de verilmiştir. Deneme süresi boyunca toplam 12 defa sulama yapılmıştır. Sulama aralığı iklim koşullarına bağlı olarak 6 - 16 gün arasında değişmiştir.

Genç ceviz ağacının mevsimlik toplam su tüketimi 261 mm olarak belirlenmiştir. Deneme süresi boyunca cevize toplam 293 mm sulama suyu verilmiştir. Lizimetreye yağış ile toplam 19 mm su girişı olmuştur. Lizimetre tankından drenajla süzülerek tahliye tankında toplanan su miktarı ise 66 mm olarak ölçülmüştür. Ceviz her bir sulama döngüsünde ortalama 20 mm su tüketmiştir. Cevize her bir sulama döngüsünde 24 - 25 mm arasında değişen miktarlarda sulama suyu verilmiştir. Su tüketimi, sulama yapılan günlerde diğer günlere oranla daha yüksek miktarlarda gerçekleşmiştir. Sulamada damla sulama yönteminin kullanılması nedeniyle sadece toprak yüzeyi ıslatılmaktadır. Bu nedenle sulama yapılan günlerde toprak yüzeyinden gerçekleşen buharlaşma her zaman fazla olmuştur ve su tüketimi maksimum düzeye ulaşmıştır. Su tüketimi, sulamadan sonraki günlerde azalma eğilimi göstermiştir. Yağış

Çizelge 3. Yağış, drenaj, sulama ve su tüketimi miktarları.

Table 3. The amount of precipitation, drainage, irrigation and water consumption.

Tarih	Sulama aralığı (Gün)	İlk lizimetre ağırlığı (kg)	Yağış (mm)	Drenaj (mm)	Sulama (mm)	Su tüketimi (mm)	Son lizimetre ağırlığı (kg)
15 Haziran		2237.40					
	11					21	
26 Haziran		2216.40					2216.40
	8 (1.Sulama)		9	8	25	20	
3 Temmuz		2222.40					2222.40
	6 (2.Sulama)		5	7	24	21	
9 Temmuz		2223.40					2223.40
	8 (3.Sulama)		0	6	25	21	
17 Temmuz		2221.40					2221.40
	7 (4.Sulama)		0	4	25	20	
24 Temmuz		2222.40					2222.40
	8 (5.Sulama)		0	5	24	20	
1 Ağustos		2221.40					2221.40
	7 (6. Sulama)		0	4	24	20	
8 Ağustos		2221.40					2221.40
	13 (7. Sulama)		0	6	24	20	
21 Ağustos		2219.40					2219.40
	13 (8.Sulama)		0	5	24	21	
2 Eylül		2217.40					2217.40
	9 (9.Sulama)		0	6	25	21	
11 Eylül		2215.40					2215.40
	7 (10.Sulama)		0	5	25	20	
18 Eylül		2215.40					2215.40
	16 (11.Sulama)		3	4	24	20	
4 Ekim		2218.40					2218.40
	10 (12.Sulama)		2	6	24	16	
14 Ekim							2222.40
		Toplam	19	66	293	261	

miktarının 5.00 - 9.00 mm ile en yüksek değerlerine ulaştığı 26 Haziran - 9 Temmuz tarihleri arasındaki dönemde gerçekleşen drenaj (7.00 - 8.00 mm) diğer dönemlere göre daha yüksek olmuştur.

İki yaşındaki Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacının 15 günlük dönemler için günlük ortalama su tüketimi miktarları belirlenerek Çizelge 4’de verilmiştir. Bu su tüketimi miktarları, Jarvis-Shean ve ark. (2018) tarafından Amerika Birleşik Devletleri California koşullarında iki yaşındaki Chandler çeşidi genç ceviz ağaçları için belirlenen günlük su tüketimi miktarları ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4).

Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacı en yüksek su tüketimini (3.20 mm gün⁻¹) hava sıcaklığının maksimum düzeylere ulaştığı (29.20°C) Temmuz ayının ikinci yarısında, en düşük su tüketimini (1.22 mm gün⁻¹) ise hava sıcaklığının minimum düzeylere düştüğü (23.00°C) Ekim ayının ilk yarısında gerçekleştirmiştir. Benzer şekilde Chandler çeşidi ceviz ağacı da en yüksek (3.34 mm gün⁻¹) ve en düşük (1.19 mm gün⁻¹) su tüketimlerini yine aynı dönemlerde gerçekleştirmiştir. Her iki genç ceviz ağacı için belirlenen su tüketimi miktarları arasında ceviz çeşidi, sulama yöntemi, arazi ve iklim koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülen sapmalar olmasına rağmen, genel olarak uyumlu oldukları görülmektedir. Su tüketimi miktarları arasındaki ortalama sapma miktarı %14 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, aynı yaş grubundaki her iki ceviz çeşidi için belirlenen su tüketimi miktarlarının %86 oranında uyumlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte Maraş 18 ve Chandler çeşidi ceviz ağaçlarının mevsimlik su tüketimleri sırasıyla 261 mm ve 289.56 mm olarak belirlenmiştir. Mevsimlik su tüketimi miktarlarının da uyumlu olduğu görülmektedir.

Lizimetre koşullarında iki yaşındaki Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacı için elde edilen günlük ortalama su tüketimi miktarları 0.35 değerine bölünerek (Eşitlik 7), aynı çeşit yetişkin ceviz ağaçlarının günlük ortalama su tüketimi miktarları tahmin edilmiş ve Çizelge 5’de verilmiştir. Haziran - Ekim dönemi boyunca Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçları için 3.49 - 9.14 mm arasında değişen günlük ortalama su tüketimi miktarları elde edilmiştir. TAGEM (2016) tarafından hazırlanan “Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberinde”, Kahramanmaraş koşullarında yetiştirilen yetişkin ceviz ağaçları için 2.45 - 7.95 mm arasında değişen günlük ortalama su tüketimi miktarları verilmiştir (Çizelge 5). Bu rehberde yetişkin ceviz ağaçları için verilen su tüketimi miktarları ile bu çalışma kapsamında Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçları için elde edilen su tüketimi miktarlarının %80 oranında uyumlu oldukları belirlenmiştir.

Akın (2016), Tekirdağ koşullarında yürüttüğü iki yıl tekerrürlü çalışma kapsamında Chandler çeşidi yetişkin ceviz ağaçlarının günlük ortalama su tüketimi miktarlarının birinci yılda 2.60 - 6.60 mm arasında, ikinci yılda ise 2.20 - 5.40 mm arasında değiştiğini belirlemiştir. Benzer şekilde Beede ve Fulton (2018), Amerika Birleşik Devletleri California koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada Chandler çeşidi yetişkin ceviz ağaçlarının günlük ortalama su tüketimi miktarlarının 2.50 - 8.00 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Her iki çalışmadan elde edilen su tüketimi miktarlarının, Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçları için tahmin edilen günlük su tüketimi miktarları (3.49 - 9.14 mm) ile genel olarak uyumlu oldukları görülmektedir.

Çizelge 4. Maraş 18 ve Chandler türü genç ceviz ağaçlarının su tüketimi miktarları.

Table 4. Water consumption amounts of Maraş 18 and Chandler young walnut trees.

Dönem	Bitki su tüketimi (mm gün ⁻¹)	
	Maraş 18	Chandler
15-30 Haziran	2.37	2.20
1-15 Temmuz	2.97	3.05
16-31 Temmuz	3.20	3.34
1-15 Ağustos	2.10	3.05
16-31 Ağustos	2.00	2.54
1-15 Eylül	2.60	2.03
16-30 Eylül	1.35	1.52
1-14 Ekim	1.22	1.19

Çizelge 5. Maraş 18 türü yetişkin ceviz ağaçlarının su tüketimi miktarları.

Table 5. Water consumption amounts of Maraş 18 type mature walnut trees.

Dönem	Bitki su tüketimi (mm gün ⁻¹)	
	Lizimetre	TAGEM (2016)
15-30 Haziran	6.77	7.25
1-15 Temmuz	8.49	7.70
16-31 Temmuz	9.14	7.95
1-15 Ağustos	6.00	7.10
16-31 Ağustos	5.71	7.00
1-15 Eylül	7.43	5.35
16-30 Eylül	3.86	4.55
1-14 Ekim	3.49	2.45

4. Sonuç

Maraş 18 çeşidi ceviz ağacının su tüketiminin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma kapsamında, öncelikle tartılı lizimetre koşullarında bir boyutlu su dengesi yöntemi uygulanarak, iki yaşındaki Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacının günlük su tüketimi miktarları belirlenmiştir. Daha sonra genç ceviz ağacının su tüketimi miktarlarına bağlı olarak, Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağacının günlük su tüketimi miktarları tahmin edilmiştir. Genç ceviz ağacının 2018 yılının Haziran - Ekim dönemi boyunca günlük 1.22 - 3.20 mm arasında su tükettiği ve mevsimlik su tüketiminin 261 mm olduğu belirlenmiştir. Maraş 18 çeşidi genç ceviz ağacı için belirlenen su tüketimi miktarlarının, aynı yaş aralığındaki Chandler çeşidi genç ceviz ağacının su tüketimi miktarları ile %86 oranında uyumlu olduğu görülmüştür. Maraş 18 çeşidi yetişkin ceviz ağaçlarının 15 günlük dönemler için günlük su tüketimi miktarları ise Haziran ayı için 6.77 mm gün⁻¹, Temmuz ayı için 8.49 - 9.14 mm gün⁻¹, Ağustos ayı için 5.71 - 6.00 mm gün⁻¹, Eylül ayı için 3.86 - 7.43 mm gün⁻¹ ve Ekim ayı için 3.49 mm gün⁻¹ olarak tahmin edilmiştir. Bu miktarlarının “Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi” ile %80 oranında uyumlu oldukları ve yetişkin ceviz ağaçları için hazırlanacak sulama programlarında referans olarak kullanılabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Akça Y (2012) Ceviz Yetiştiriciliği. Anıt Matbaa, Ankara.
- Akın S (2016) Tekirdağ koşullarında ceviz ağağlarının su tüketimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Beede RH, Fulton A (2019) Irrigation Scheduling for Walnuts. University of California Farm Advisors Kings County, Hanford, California. <http://cekings.ucanr.edu/files/19006.pdf>. Accessed 18 February 2019.
- Cohen M, Valancogne C, Dayau S, Ameglio T, Cruiziat P, Archer P (1997) Yield and physiological responses of walnut trees in semi-arid conditions application to irrigation scheduling. *Acta Horticulturae* 449: 273-280.
- DMİ (2019) Kahramanmaraş ili 1930-2018 yılları arası aylık ortalama iklim verileri ve 2018 yılı günlük iklim verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Doorenbos J, Pruitt WO (1977) Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, Rome.
- Fulton A, Salinas M, Montoro A, Goldhamer D (2003). Evaluation of Trunk or Scaffold Shrinkage in Walnut As an Indicator of Orchard Water Status. http://ucanr.edu/repositoryfiles/2003_135_ocr.pdf154326.pdf. Accessed 16 February 2019.
- Fulton A (2013) Evaluating Water Requirements of Developing Walnut Orchards in Sacramento Valley. <https://ucanr.edu/sites/cawalnut/category/IrrSched/?repository=67403&a=154606>. Accessed 16 February 2019.
- Fulton A, Buchner R (2014) Using the Pressure Chamfer for Irrigation Management in Walnut, Almond and Prune. <https://ucanr.edu/datastoreFiles/391-761.pdf>. Accessed 16 February 2019.
- Göçmen E (2017) Tekirdağ koşullarında farklı sulama uygulamalarının ceviz ağağlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme unsurlarına etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Güvenç İ, Kazankaya A (2019) Türkiye’de ceviz üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29(3): 418-424.
- Hillel D (1982) Introduction to Soil Physics. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Horuz A, Korkmaz A, Akınoğlu G, Boz E (2016) Bitkilerde demir klorozunun nedenleri ve giderilme yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4(1): 32-42.
- 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.
- Jarvis-Shean K, Fulton A, Doll D, Lampinen B, Hanson B, Baldwin R, Lightle D (2018) Young Orchard Handbook. <http://ccfruitandnuts.ucanr.edu/files/238596.pdf>. Accessed 18 February 2019.
- Kaşka N, Sütyemez M (2001) Bazı yerli ve yabancı ceviz (*Juglans regia* L.) çeşitlerinin farklı ekolojilere uyumları üretim ve pazarlama sorunlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu, Tokat, s. 76.
- Pezikoğlu F, Öztürk M, Tosun İ, Akça Y (2012) Seçilmiş bazı illerde kaplama ceviz bahçelerinin üretim ve pazarlama yapısı. *Bahçe Dergisi* 41(2): 23-35.
- Şen SM (2011) Ceviz. ÜÇM Yayıncılık, Ankara.
- TAGEM (2016) Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) Yayınları, Ankara.
- Toprak R, Bayrak S (1998) Aşılı Ceviz Yetiştiriciliği. Burak Ofset, Ankara.
- TÜİK (2019) Türkiye’de Yetiştirilen Sert Kabuklu Meyvelerin Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim 20 Şubat 2019.
- Wilcox LV (1955) Classification and use of Irrigation Waters. United States Department of Agriculture, Circular No. 696, Washington D.C.
- Yıldırım O (2004) Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Young MH, Wierenga PJ, Mancino CF (1996) Large weighing lysimeters for water use and deep percolation studies. *Soil Science* 161: 491-501.



SSR marker analysis of plant height in sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

Şeker sorgumda [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bitki boyunun SSR marker analizi

Birgül GUDEN¹, Engin YOL¹, Cengiz ERDURMUS², Bulent UZUN¹

¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antalya, Turkey

²West Mediterranean Agricultural Research Institute, Aksu, Antalya, Turkey

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

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): birgulguden@akdeniz.edu.tr, enginyol@akdeniz.edu.tr, Cengiz.erdurmus@tarimorman.gov.tr

ARTICLE INFO

Received 13 August 2020

Received in revised form 23 August 2020

Accepted 23 September 2020

Keywords:

Bio-energy

Biomass

SSR

QTL

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is one of the most promising bio-energy crops with the ability to produce high biomass with low input. Plant height that has a significant contribution to gain in bio-ethanol production is among the most important biomass yield components. In the present study, sorghum genotypes were screened with four SSR markers which are associated with plant height QTLs. The molecular assays were confirmed with two different environments in two consecutive years. In the first year of the study, molecular analyses were performed with a sorghum collection consisting of 551 accessions as well as plant height measurements were performed under field condition. In the second year, 53 out of 551 accessions were selected and further tests with nine controls were performed in Antalya (a lowland province) and Konya (a highland province) locations along with molecular marker analyses. The results indicated that four SSR markers efficiency were assessed as 38% at lowland and 39% at highland. Markers 40-9187 and 37-1740 were of more powerful to explain plant height QTLs than the other two markers at two environments. This study reported the successful application of the association between markers and plant height in two environments to identify valuable genetic resources for bio-energy production in sweet sorghum.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 13 Ağustos 2020

Düzeltilme tarihi 23 Ağustos 2020

Kabul tarihi 23 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

Biyo-enerji

Biyokütle

SSR

QTL

ÖZ

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), düşük girdi ile yüksek biyokütle üretebilme yeteneğine sahip umut verici biyo-enerji bitkilerinden biridir. Biyoetanol üretiminde kayda değer katkıları olan bitki boyu, biyokütle verimini oluşturan en önemli bileşenler arasındadır. Bu çalışmada, sorghum genotipleri bitki boyu QTL'leri ile ilişkili dört SSR marker ile taranmıştır. Moleküler analizler, ardışık 2 yıl ve 2 farklı ortamda doğrulanmıştır. Çalışmanın ilk yılında 551 genotipten oluşan sorghum koleksiyonunda moleküler analizler ve tarla koşullarında bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. İkinci yılda ise 551 genotipten 53'ü seçilerek, dokuz kontrol çeşit kullanılarak moleküler analizler ile birlikte Antalya (ova) ve Konya (yayla) lokasyonlarında ileri testler gerçekleştirildi. Sonuçlara göre; dört SSR markerin verimliliği ovada %38 ve yaylada %39'dur. 40-9187 ve 37-1740 markerleri, iki ortamda da diğer iki marköre göre bitki yüksekliği ile ilişkili QTL'lerin açıklanmasında daha güçlü olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, şeker sorgumda biyo-enerji üretimi için değerli genetik kaynakları belirlemek adına iki ortamda da markerler ve bitki boyu arasındaki ilişkinin belirlenmesinde başarılı bir şekilde uygulandığının bildirilmesidir.

1. Introduction

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) has been recognized as 'smart' crop for ethanol production with high biomass production and high sugar concentration in its stalk (Rooney et al. 2007; Felderhoff et al. 2012; Han et al. 2012, 2013). Sorghum has an effective water usage which provides to be competitive against drought stress and high temperature

(Almodares et al. 2006; Rooney et al. 2007; Saballos 2008). Moreover, this crop stocks sugar in its stalk with a concentration of 8-20% (Rains et al. 1990). Comparing with the other crops like; wheat, sugarcane and maize which are used for human and animal consumption, all these benefits make sorghum a potential crop for bio-energy (Murray et al. 2008).

To increase biomass production, the alteration of plant architecture is among the most important breeding purposes. Plant height is a significant component of structure that is positively and strongly correlated $r=0.68-0.7$ (Murray et al. 2008) $r=0.355$ (Ritter et al. 2008) with biomass productivity (Salas Fernandez et al. 2008; Zhao et al. 2009). Although taller genotypes are likely to lodge and can mature late (not always), these varieties have more advantages to produce more biomass with higher sugar content (Ritter et al. 2008; Murray et al. 2009). Because of significant correlation between height and re-growth fresh biomass, better ratoon is produced in taller genotypes (Murray et al. 2008) and less grain mould is seen on taller genotypes (Klein et al. 2001).

In sorghum, four major loci; *Dw1*, *Dw2*, *Dw3* and *Dw4* that regulate plant height by modifying internodes length, have been characterized (Quinby and Karper 1954). The first cloned plant height gene was *DW3* (*SbPGP1*) in sorghum (Multani et al. 2003). This gene, located on chromosome 9, has associated with reduced lower internodes length and its role is an auxin efflux transporter (Multani et al. 2003). On chromosome 7, *SbPGP1* localizes with a height QTL (Murray et al. 2008; Brown et al. 2006). *Dw1* affected internodes length and contribute to the variation in stem weight, located on SBI-09 (Hilley et al. 2016). Moreover, *dw1* has diminished the cell proliferation activity in internodes (Yamaguchi et al. 2016). *Dw2*, located on SBI-06, is linked to the major photoperiod-sensitivity locus, *Ma1* (Quinby 1967; Lin et al. 1995; Klein et al. 2008).

Advances in molecular technology have provided valuable tools for breeding implementations such as genetic diversity, linkage map, QTL mapping and marker assisted selection. Use of marker systems for quantitative traits which have economic importance supplies an opportunity to develop genotypes with desirable trait(s). Since sorghum is becoming crucial as a bio-energy crop, several studies have been carried out linked to the genetic characterization of plant height (Multani et al. 2003; Feltus et al. 2006; Brown et al. 2008; Mace and Jordan 2010; Wang et al. 2012; Morris et al. 2013; Upadhyaya et al. 2013; Reddy et al. 2013; Hilley et al. 2016; Yamaguchi et al. 2016; Shuklaa et al. 2017). Although plenty of markers have been improved for most of crop, SSR markers have been used extensively for application in breeding program (Wang et al. 2012). Moreover, these markers have low development/detection cost and high reproducibility (Wang et al. 2012; Madhusudhana 2015). In conjunction with molecular analysis, further field studies are needed to confirm markers associated with plant height that is affected by many QTLs (Quinby and Karper 1954; Multani et al. 2003).

In the present study, the sorghum collection consisting of 560 genotypes including sorghum mini core collection were screened with SSR markers linked to the plant height QTLs and those validity and efficiency were revealed with phenotyping in both lowland and highland conditions.

2. Materials and Methods

2.1. Genetic materials

The genetic material consisted of 560 sorghum genotypes. Of the 560 sorghum genotypes, 309 were provided by USDA (United States Department of Agriculture) and 242 were from ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) gene banks. Nine cultivars registered in Turkey were also the genetic material of the study.

2.2. Field trials

Field experiments were conducted in Konya (a highland province) and Antalya (a lowland province) locations in the growing seasons of 2013 and 2014. Five hundred fifty one sorghum genotypes and 9 cultivars were grown at the West Mediterranean Agricultural Research Institute's fields of Antalya, Turkey on 19 May. With the presence of desirable banding pattern which showing close association with the plant height QTLs, 53 genotypes were selected. These genotypes and nine cultivars were planted in a randomized complete blocks design with three replications on 14 May in the highland (37°34'N and 32°47'E, 1016 m above sea level) and on 21 May in lowland (36°52'N and 30°50'E, 41 m above sea level) locations in 2014. Each plot consisted of four rows of 5 m long with a row spacing of 70 cm.

2.3. Phenotyping and classification

Three representative plants of each plot were measured for plant height as the distance between ground and the top of the panicle after full panicle emergence in all the years. The average plant height was calculated for each genotype in all locations. The genotypes were classified as tall if plant height was over 2 m (Wang et al. 2012).

2.4. Molecular analyses

2.4.1. DNA isolation

Young leaves of every genotype grown in each year and location were sampled for DNA isolation. Genomic DNA was isolated from leaf tissues following the CTAB protocol (Doyle and Doyle 1990) with minor modifications. The quality and quantity of DNAs were controlled with a λ DNA in 1% agarose gel electrophoresis.

2.4.2. SSR marker analyses linked to the plant height QTLs

A total of four SSR markers, 44-2080, 40-1897, 37-1740 and 23-1062, reported by Wang et al. (2012) were used to screen the sorghum collection for the plant height QTLs. PCR amplifications were performed in a 20 μ L reaction containing 2 μ L of 10x PCR buffer, 0.4 mM of dNTPs mix, 2.5 mM of $MgCl_2$, 10 μ M forward and reverse primers (Wang et al. 2012) 1 unit of Taq DNA polymerase, 2 μ L genomic DNA template and Milli-Q water, using thermo cyclers (Thermo Fisher, TCA0096, Finland). The protocol was initiated with 95°C for 5 min, 30 cycles of 95°C for 20 s 56°C for 20 s, 72°C for 1 min and final extension of 72°C for 7 min. A total of 12 μ L PCR products were used to separate on 2.5% agarose gel with ethidium bromide in electrophoresis at 75 V for 3 h. Different bands grouped according to respective size comparison with 100 bp ladder DNA size markers.

3. Results

3.1. QTL analyses

Four SSR markers, 44-2080, 40-1897, 37-1740 and 23-1062 associated with the plant height QTLs were used to evaluate genotypes in agarose gel after PCR amplification. Analysis of four SSR markers for each genotype was classified into two groups as tall and short plant height based on the report presented by Wang et al. (2012). The 40-1897 marker produced 264 bp allele in 431 genotypes indicated that they were of the related plant height allele while 244 bp band pattern associated

with short height were identified in 88 genotypes. 30 genotypes produced no amplification with this marker. 446 and 473 genotypes were amplified with the 37-1740 and 44-2080 markers, respectively showing that short plant height alleles were present.

In the second year, molecular analysis was performed with the use of selected 53 genotypes and nine sorghum cultivars for both locations. 39 genotypes and 3 cultivars showed the tall plant height amplification with 264 bp in the analysis of 40-1897 marker for both locations (Fig. 1). The 44-2080 marker was observed in 62 genotypes in both locations. The 37-1740 marker produced no band in 30 and 32 genotypes in the lowland and highland locations, respectively meaning that they had the tall plant height allele (Fig. 1). For all the locations and years, the tall plant height allele was presented in higher frequency than the short height allele.

3.2. Phenotyping

All the genotypes were grouped based on the height data (tall versus short) for all the environments and years. Wide variation for plant height was observed in the sorghum collection; starting from 94 to 380 cm. While 352 genotypes which were determined 256 cm in the average of height were classified as tall group, 197 genotypes (two genotypes did not germinate) were grouped as short.

The average height of the selected material and nine cultivars was 241 cm at highland and 276 cm at lowland (Table 1). Only one genotype, BSS376 was classified as short plant height with measurements of 146 cm and 169 cm in highland and lowland, respectively whereas the remains were classified as tall plant height. This result indicated the power and accuracy of the selection made for plant height character. BSS532 and BSS336 were identified as the tallest genotypes in both locations.

3.3. QTL markers efficiency for plant height

Significant associations were observed between the marker scores and the phenotypic data. The 23-1062 marker explained 48.09% of the height variance in the sorghum collection. The 37-1740 and 40-1897 markers were more efficient than the other two markers with the explained height variance of 54.08%

and 56.99%, respectively (Table 2). The overall marker efficiency was 49.86% in the entire sorghum collection.

In the selected material, 44-2080 marker was the least association with the height data with a value of 8.06% for highland and 16.12% for lowland. In consistency with the previous year results, 37-1740 and 40-1897 had the strongest association in both locations, which were 43.54% and 62.90% for highland, 50% and 72.58% for lowland, respectively (Table 2).

4. Discussion

The first step of genetic improvement of sorghum for bio-energy is to enhance its biomass (Murray et al. 2008). Plant height in sorghum, after it was determined that highly positive correlated with biomass (Murray et al. 2008; Ritter et al. 2008; Zhao et al. 2009; Burks et al. 2015) has become the main aim of selection/breeding for bio-energy resource.

The genome of *Sorghum bicolor* is approximately 730 Mbp (Paterson et al. 2009). Its genome is relatively smaller than other important crops such as wheat (approximately 17000 Mbp. (Zhang et al. 2012)) and sugarcane (2547-3605 Mbp, (Bowers et al. 2003)), except rice (389 Mbp, The international rice genome project). Plant height, however, is a complicated trait controlled by major QTLs, and progress in improving plant height through traditional breeding has been slow, but molecular markers based breeding can achieve rapid genetic gains in plant height. To date, some important molecular markers associated with height have been identified for molecular breeding in sorghum. For example, Xgap72, pSB0945, Xtxp343, pSB0301 and Xtxp265 height markers identified by Murray et al. (2009) using with 125 genotypes with the aid of 47 SSR and 322 SNP markers. Among these, Xgap72, pSB0945 and Xtxp265 were in line with other previous published QTL studies (Lin et al. 1995; Feltus et al. 2006; Brown et al. 2006; Pereira and Lee 1995). Ongom and Ejeta (2018) on chromosome 6, identified a new quantitative trait locus for plant height using with multi-parent advanced generation intercross (MAGIC) population. Bai et al. (2017) evaluated RIL (Recombinant Inbred Line) population including 189 genotypes and identified 6 QTLs for plant height.

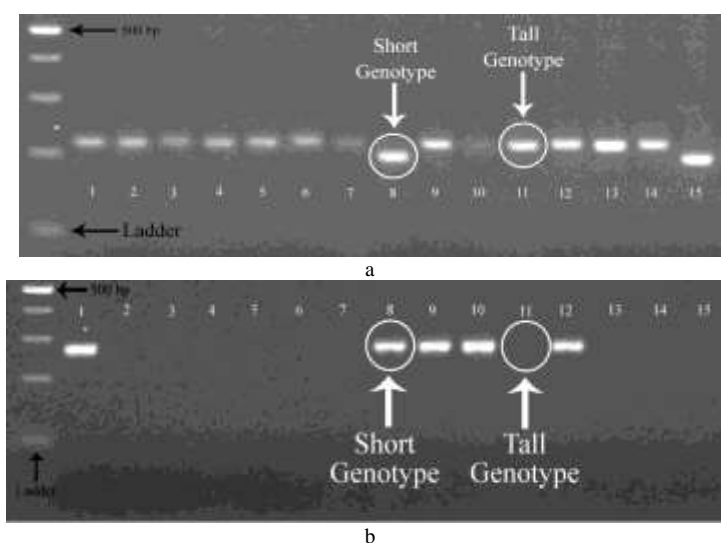


Figure 1. Agarose gel showing the amplification products of a number of accessions using the QTL markers, 40-1897 (a), 37-1740 (b).

Table 1. Plant height measurements of the selected genotypes and nine sorghum cultivars at the highland and lowland locations.

Accession No.	USDA/ ICRISAT ID	Plant Height (cm)	
		Highland	Lowland
BSS5	PI 144134	248	291
BSS27	PI 154988	198	240
BSS46	PI 170787	286	306
BSS47	PI 175919	286	314
BSS55	PI 196049	222	229
BSS57	PI 196598	139	221
BSS58	PI 217691	289	317
BSS59	PI 218112	243	278
BSS62	PI 255239	247	279
BSS67	PI 273465	270	364
BSS69	PI 273969	254	304
BSS73	PI 533998	194	287
BSS78	PI586541	292	299
BSS79	PI 641807	256	266
BSS80	PI 641810	249	237
BSS81	PI 641815	264	260
BSS82	PI 641817	265	295
BSS83	PI 641821	263	273
BSS84	PI 641834	271	267
BSS85	PI 641835	161	224
BSS86	PI 641862	211	239
BSS91	PI 651495	220	361
BSS100	PI155746	275	317
BSS246	PI 330128	254	252
BSS312	PI646858	261	283
BSS314	IS 602	265	260
BSS320	IS 1212	279	324
BSS325	IS 2389	255	268
BSS331	IS 2902	234	264
BSS332	IS 3121	232	248
BSS336	IS 4092	303	322
BSS359	IS 7957	268	250
BSS367	IS 9113	282	325
BSS376	IS 11619	146	169
BSS402	IS 15744	257	269
BSS410	IS 18039	204	275
BSS422	IS 20632	231	356
BSS423	IS 20679	245	260
BSS424	IS 20697	272	381
BSS429	IS 20816	260	325
BSS456	IS 24453	267	317
BSS473	IS 26222	255	284
BSS474	IS 26484	224	258
BSS496	IS 29187	290	314
BSS497	IS 29233	237	283
BSS505	IS 29358	208	265
BSS507	IS 29441	280	274
BSS508	IS 29468	295	332
BSS510	IS 29565	293	312
BSS515	IS 29654	289	300
BSS517	IS 29714	226	318
BSS518	IS 29733	184	266
BSS532	IS 30466	307	363
ROX	-	214	243
Aldari	-	121	162
Akdari	-	113	112
Beydari	-	129	161
Ogretmenoglu	-	133	144
E. S.	-	230	248
Gozde 80	-	301	315
Leoti	-	232	267
Nes	-	251	281

-: Sorghum cultivars are registered in Turkey.

Table 2. Association between the SSR markers and plant height in the sorghum collection and the selected materials in two environments.

Markers	% variance explained		
	Entire collection (2013)	*Selected materials (2014)	
		Highland	Lowland
23-1062	48.09	24.19	25.80
37-1740	54.08	43.54	50.00
40-1897	56.99	62.90	72.58
44-2080	40.29	8.06	16.12

*Selected materials: selected fifty three genotypes and nine cultivars.

Using sorghum mini core collection with 703 SSR markers and phenotypic information, Upadhyaya et al. (2012) was developed a marker, 39-1833, which was 84 kb distance from photoperiod response gene (*Ma/SbPRR37*), associated with height and maturity. Moreover, Upadhyaya et al. (2013) were determined height SNP linked to peroxidase gene, *Prx53*, regulates plant height through its auxin metabolism. Wang et al. (2012) were defined four SSR markers related to plant height QTLs in sorghum with using sorghum mini core collection developed by Upadhyaya et al. (2009). These four markers were of a valuable tool to perform this research. We report here that both 40-9187 and 37-1740 SSRs had a powerful marker to find out genotypes which have a tall genetic background. Those markers efficiency was confirmed with selected genotypes in all the environments. The results agrees with Wang et al. (2012) study which reported marker 40-9187 had the strongest effect on plant height with 26.5% in ICRISAT and 13.9% in UL Lafayette.

Origin of sorghum is African, but the domestication may have been occurred elsewhere (Kimber 2000). The five basic races (*bicolor*, *guinea*, *caudatum*, *kafir* and *durra*) were described in sorghum (Harlen and De Wet 1972; Mann et al. 1983). Moreover, there are ten intermediate races (*guinea-bicolor*, *guinea-caudatum*, *guinea-kafir*, *guinea-durra*, *caudatum-bicolor*, *kafir-bicolor*, *durra-bicolor*, *kafir-caudatum*, *kafir-durra*, and *durra-caudatum*) seen on different parts of the world. In this study, genotypes confirmed by molecular markers as a tall were identified predominantly *durra* which is generally tall with a good quality (Hariprasanna and Patil 2015) and *caudatum* which is usually medium to tall with high yield (Mann et al. 1983).

Further field studies in different locations for plant height controlled more than one major QTL and significantly affected by environment were needed to confirm genetic evaluations. The plant height QTLs were therefore comparatively analyzed with the real field data in two different environments. However, the markers efficiency in lowland (38%) was almost the same comparing with the highland (39%). This result obviously showed the stability of the QTL markers used in the study.

It is also important to mention here the powerful selection performed for plant height character in the study. Within the 53 selected genotypes with regard to plant height character using both genotypic and phenotypic data, only one genotype (BSS376) was classified as short plant stature in both locations while the remains were of tall plant height.

5. Conclusion

Measurement of plant height and thus determining tall plants in sorghum seem to be possible by basic phenotyping. Nevertheless, plant height is strongly influenced by environment as in many other QTLs. Hence, the related QTL(s) for plant height in sorghum could be masked or overreacted by environment. Molecular marker confirmation is therefore an

effective way to plant height characterization. In this study, two QTL markers (40-9187 and 37-1740) were of high and consistent efficiency in all environments for plant height characterization. Fifty three genotypes that were selected with the QTL markers and evaluated at two different environments might be used as a gene pool to improve bio-energy types in sweet sorghum and these two QTL markers will be complement to achieve gains in DNA level for plant height beyond traditional breeding approaches.

Acknowledgements

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) [grant number 113O092]. We are grateful to International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Gene bank, Hyderabad, India and United States Department of Agriculture (USDA), Gene bank, USA, and West Mediterranean Agricultural Research Institute (BATEM), Antalya, Turkey for providing genetic material.

References

- Almodares A, Mostafafi Darany SM (2006) Effects of planting date and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. *Journal of Environmental Biology* 27: 601-605.
- Bai C, Wang C, Zhu Z, Cong L, Li D, Liu Y, Zheng W, Lu X (2017) QTL mapping of agronomically important traits in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Euphytica* 213(285).
- Bowers JE, Abbey C, Anderson S, Chang C, Draye X, Hoppe AH, Jessup R, Lemke C, Lenington J, Li Z, Lin YR, Liu SC, Luo L, Marler BS, Ming R, Mitchell SE, Qiang D, Reichmann K, Schulze SR, Skinner DN, Wang YW, Kresovich S, Schertz KF, Paterson AH (2003) A high-density genetic recombination map of sequence-tagged sites for sorghum, as a framework for comparative structural and evolutionary genomics of tropical grains and grasses. *Genetics* 165: 367-386.
- Brown PJ, Klein PE, Bortiri E, Acharya CB, Rooney WL, Kresovich S (2006) Inheritance of inflorescence architecture in sorghum. *Theoretical and Applied Genetics* 113: 931-942.
- Brown PJ, Rooney WL, Franks C, Kresovich S (2008) Efficient mapping of plant height quantitative trait loci in a sorghum association population with introgressed dwarfing genes. *Genetics* 180: 629-637.
- Burks PS, Kaiser CM, Hawkins ME, Brown PJ (2015) Genomewide association for sugar yield in sweet sorghum. *Crop Science* 55: 2138-2148.
- Doyle JJ, Doyle JL (1990) A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus* 12: 13-15.
- Felderhoff TJ, Murray SC, Klein PE, Sharma A, Hamblin MT, Kresovich S, Vermerris W, Rooney WL (2012) QTLs for energy-related traits in a sweet x grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] mapping population. *Crop Science* 52: 2040-2049.
- Feltus FA, Hart GE, Schertz KF, Casa AM, Kresovich S, Abraham S, Klein PE, Brown PJ, Paterson AH (2006) Alignment of genetic

- maps and QTLs between inter- and intra-specific sorghum populations. *Theoretical and Applied Genetics* 112: 1295-1305.
- Han KJ, Pitman WD, Alison MW, Harrell DL, Viator HP, McCormicks ME, Gravois KA, Kim M, Day DF (2012) Agronomic considerations for sweet sorghum biofuel production in the South-Central USA. *Bioenergy Research* 5: 748-758.
- Han KJ, Pitman WD, Kim M, Day DF, Alison MW, McCormick ME, Aita G (2013) Ethanol production potential of sweet sorghum assessed using forage fiber analysis procedures. *GCB Bioenergy* 5: 358-366.
- Hariprasanna K, Patil JV (2015) Sorghum: Origin, classification, biology and improvement. In: Madhusudhana R, Rajendrakumar P, Patil JV (Eds), *Sorghum molecular breeding*, Springer, India, pp. 3-19.
- Harlen JR, De Wet JMJ (1972) A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science* 12: 172-176.
- Hilley J, Truong S, Olson S, Morishige D, Mullet J (2016) Identification of *Dw1*, a regulator of sorghum stem internode length. *Plos One* 11: e0151271.
- Kimber CT (2000) Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. In: Smith CW, Frederiksen RA (Eds), *Sorghum: origin, history, technology, and production*, Wiley Series in Crop Science, New York, pp. 3-96.
- Klein RR, Rodriguez-Herrera R, Schlueter JA, Klein PE, Yu H, Rooney WL (2001) Identification of genomic regions that affect grain-mould incidence and other traits of agronomic importance in sorghum. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 307-319.
- Klein C, Chan A, Kircher L, Cundiff AJ, Gardner N, Hrovat Y, Scholz A, Kendall BE, Airame S (2008) Striking a balance between biodiversity conservation and socioeconomic viability in the design of marine protected areas. *Conservation Biology* 22: 691-700.
- Lin YR, Schertz KF, Paterson AH (1995) Comparative analysis of QTLs affecting plant height and maturity across the poaceae, in reference to an interspecific sorghum population. *Genetics* 141: 391-411.
- Mace E, Jordan D (2010) Location of major effect genes in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Theoretical and Applied Genetics* 121: 1339-1356.
- Madhusudhana R (2015) Application of DNA Markers for Genetic Improvement. In: Madhusudhana R, Rajendrakumar P, Patil JV (Eds), *Sorghum molecular breeding*, Springer, India, pp. 71-99.
- Mann JA, Kimber CT, Miller FR (1983) The origin and early cultivation of sorghums in Africa. Texas: Texas Agricultural Experiment Station.
- Morris GP, Ramu P, Deshpande SP, Hash CT, Shah T, Upadhyaya HD, Riera-lizarazu O, Brown PJ, Acharya CB, Mitchell SE, Harriman J, Glaubitz JC, Buckler ES, Kresovich S (2013) Population genomic and genome-wide association studies of agroclimatic traits in sorghum. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110: 453-458.
- Multani DS, Briggs SP, Chamberlin MA, Blakeslee JJ, Murphy AS, Johal GS (2003) Loss of an MDR transporter in compact stalks of maize *br2* and sorghum *dw3* mutants. *Science* 302: 81-84.
- Murray SC, Sharma A, Rooney WL, Klein PE, Mullet JE, Mitchell SE, Kresovich S (2008) Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: I. QTL for stem sugar and grain nonstructural carbohydrates. *Crop Science* 48: 2165-2179.
- Murray SC, Rooney WL, Mitchell SE, Kresovich S (2009) Sweet sorghum diversity and association mapping for Brix and height. *Plant Genome* 2: 48-62.
- Ongom PO, Ejeta G (2018) Mating design and genetic structure of a multi-parent advanced generation intercross (MAGIC) population of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *G3-Genes Genomes Genetics* 8: 331-341.
- Paterson AH, Bowers JE, Bruggmann R et al. (2009) The *Sorghum bicolor* genome and the diversification of grasses. *Nature* 457: 551-556.
- Pereira MG, Lee M (1995) Identification of genomic regions affecting plant height in sorghum and maize. *Theoretical and Applied Genetics* 90: 380-388.
- Quinby JR, Karper RE (1954) Inheritance of height in sorghum. *Agronomy Journal* 46: 211-216.
- Quinby JR (1967) The maturity genes of sorghum. In: Norman A (Ed), *Advances in agronomy XIX*, Academic Press, New York, pp. 267-305.
- Rains GC, Cundiff JS, Vaughan DH (1990) Development of a whole-stalk sweet sorghum harvester. *Transactions of the ASAE* 33: 56-62.
- Reddy DS, Bhatnagar-Mathur P, Cindhuri KS, Sharma KK (2013) Evaluation and validation of reference genes for normalization of quantitative real-time PCR based gene expression studies in peanut. *Plos One* 8: e78555.
- Ritter KB, Jordan DR, Chapman SC, Godwin ID, Mace ES, McIntyre CL (2008) Identification of QTL for sugar related traits in a sweet 9 grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. *Molecular Breeding* 22: 367-384.
- Rooney WL, Blumenthal J, Bean B, Mullet JE (2007) Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuel Bioproducts Biorefining* 1: 147-157.
- Saballos A (2008) Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. In: Vermerris W (Ed), *Genetic improvement of bioenergy crops*, Springer Science and Business Media, New York, pp. 211-248.
- Salas Fernandez MG, Becraft PW, Yin Y, Lubberstedt T (2009) From dwarves to giants? Plant height manipulation for biomass yield. *Trends in Plant Science* 14: 454-461.
- Shuklaa S, Felderhoff TJ, Saballos A, Vermerris W (2017) The relationship between plant height and sugar accumulation in the stems of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Field Crops Research* 203: 181-191.
- Upadhyaya HD, Pundir RPS, Dwivedi SL, Gowda CLL, Reddy VG, Singh S (2009) Developing a mini core collection of sorghum for diversified utilization of germplasm. *Crop Science* 49: 1769-1780.
- Upadhyaya HD, Wang YH, Sharma S, Singh S (2012) Association mapping of height and maturity across five environments using the sorghum mini core collection. *Genome* 55: 471-479.
- Upadhyaya HD, Wang YH, Gowda CLL, Sharma S (2013) Association mapping of maturity and plant height using SNP markers with the sorghum mini core collection. *Theoretical and Applied Genetics* 126: 2003-2015.
- Wang YH, Bible P, Loganantharaj R, Upadhyaya HD (2012) Identification of SSR markers associated with height using pool based genome-wide association mapping in sorghum. *Mol Breeding* 30: 281-292.
- Yamaguchi M, Fujimoto H, Hirano K, Araki-Nakamura S, Ohmae-Shinohara K, Fujii A, Tsunashima M, Song XJ, Ito Y, Nagae R, Wu J, Mizuno H, Yonemaru J, Matsumoto T, Kitano H, Matsuoka M, Kasuga S, Sazuka T (2016) Sorghum *Dw1*, an agronomically important gene for lodging resistance, encodes a novel protein involved in cell proliferation. *Scientific Reports* 6: 28366.
- Zhang L, Zhao YL, Gao LF, Zhao GY, Zhou RH, Zhang BS, Jia JZ (2012) *TaCKX6-D1*, the ortholog of rice *OsCKX2*, is associated with grain weight in hexaploid wheat. *New Phytologist* 195: 574-584.
- Zhao YL, Dolat A, Steinberger Y, Wang X, Osman A, Xie GH (2009) Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research* 111: 55-64.



Stabilize ve kurutulmuş evsel arıtma çamurundan humik asit eldesi ve çim (*Lolium Perenne* L.) yetiştiriciliğinde kullanımı

Obtaining humic acid from stabilized and dried domestic sewage sludge and its utilization in grass (*Lolium Perenne* L.) growth

Şule ORMAN^{id}, Hüseyin OK^{id}, Moilim FAHAD^{id}, Aylin ÖZGÜR^{id}

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): Ş. Orman, e-posta (e-mail): suleorman@akdeniz.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): huseyinok@akdeniz.edu.tr, mwalmifahade@yahoo.fr, aylinozgur@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Ağustos 2020
Düzeltilme tarihi 17 Ekim 2020
Kabul tarihi 19 Ekim 2020

Anahtar Kelimeler:

Organik katı atık yönetimi
Humik asit
Çim
Gübre
Çevre kirlenmesi

ÖZ

Ülkemizde son yıllarda çevre politikalarındaki düzenlemelere bağlı olarak kanalizasyon altyapılarına belediyeler ciddi yatırımlar yapmakta ve atık su arıtma tesislerinin sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Arıtılan atık sular neticesinde ortaya çıkan arıtma çamuru miktarları da artış göstermektedir. Türkiye’de günlük kuru madde olarak üretilen arıtma çamuru miktarı ortalama 1000 ton civarında olup bertarafında sorunlar yaşanmaktadır. Arıtma çamurları önemli miktarlarda organik madde ve bitki beslenmesi için gerekli makro ve mikro elementler içerdiklerinden dolayı toprak ıslah materyali veya organik gübre olarak değerlendirilebilecek potansiyele sahiptir. Arıtma çamurunun ekosisteme güvenli bir şekilde geri kazandırılabilmesi için olumlu yönlerini güçlendiren yenilikçi çözümlere ihtiyaç olduğu düşüncesinden yola çıkılarak bu çalışma planlanmıştır. Araştırmanın temel amacı; arıtma çamurunu direkt toprağa uygulamak yerine arıtma çamurundan üretilen humik asidi uygulayarak kullanımını güvenli hale getirmeye çalışmaktır. Bu amaçla, stabilize edilmiş ve kurutulmuş evsel arıtma çamurundan alkali/asit ekstraksiyonu ile elde edilen humik asitin toprağa uygulanması ile çim yetiştirilerek saksı denemesi yürütülmüştür. Humik asit uygulamaları 4 tekrertürlü olarak 0, 50, 100, 150, 200 kg da⁻¹ toprak düzeylerinde yapılmıştır. Çim bitkilerinin boy, yaş ağırlık, kuru ağırlık, SPAD klorofil metre okumaları, toplam klorofil analiz değerleri kontrole göre artış göstermiş ancak sadece SPAD değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

ARTICLE INFO

Received 17 August 2020
Received in revised form 17 October 2020
Accepted 19 October 2020

Keywords:

Organic solid waste management
Humic acid
Grass
Fertilizer
Environment pollution

ABSTRACT

The municipalities have been making serious investments in sewer system infrastructures based on regulations in environmental policies in our country in recent years and the number of wastewater treatment facilities is increasing day by day. The increase in the refined wastewater amount also brings an increase in the amount of sewage sludge generated. In Turkey, the average amount of sewage sludge produced daily as dry substance is around 1000 tons. However, there are some problems with its elimination. Since sewage sludge contains organic substances at high amounts and also macro and micro elements necessary for plant nutrition, it has a potential to be utilized as soil reclamation material or organic fertilizer. Therefore, this study was planned based on the idea that innovative solutions were needed to strengthen the positive sides of sewage sludge for its safe recycling in the ecosystem. The main purpose of the research is to make the material safer for utilization by producing humic acid from sewage sludge and applying it to soil instead of applying sewage sludge directly to the soil. For this purpose, humic acid was obtained from stabilized and dried domestic sewage sludge by alkali / acid extraction. Humic acid produced was applied to the soil and a pot experiment was carried out by growing grass plants. Humic acid applications were made with 4 replicates at 0, 50,100, 150, 200 kg da⁻¹ soil levels. Grass plants height, fresh weight, dry weight, SPAD chlorophyll meter readings, total chlorophyll analysis values increased compared to the control, but only SPAD values were found to be statistically significant.

1. Giriş

Ülkemiz toprakları bulunduğu iklim kuşağı nedeniyle organik madde fakirdir. Organik madde ilavesi ile toprakta bir miktar iyileşme sağlansa da parçalanmanın hızlı olmasından dolayı bu etki uzun süreli olmamaktadır. Ülkemizde yoğun şekilde tarımsal üretim yapılmaktadır. Verimli ve kaliteli tarımsal üretim için topraklara düzenli olarak organik madde ilavesi yapılması bir zorunluluktur. Bu sebeple organik madde değerli ve kıt bir tarımsal girdidir.

Organik maddenin ayrışma ürünlerinin kendi aralarında reaksiyona girerek humin maddelerini meydana getirmesi olayına huminleşme veya huminifikasyon denir. Diğer bir deyişle, topraklara karışan organik materyallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ayrışması sonucunda toprak ve üzerinde yetiştirilen bitkiler için çok pozitif etkilere sahip olan “humus” oluşmaktadır. Humus; humik asit ve fulvik asit içeriği açısından zengin humik maddeleri içermektedir. Humik maddeler şekilsiz, kısmen aromatik ve çok iyi bir şekilde tanımlanan organik bileşikler gibi kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olmayan maddelerdir ve humik asitler (HAs), fulvik asitler (FAs) ve huminler olmak üzere 3'e ayrılır (Akıncı 2011). Humik ve fulvik asitleri içeren humik maddeler, toprak organik maddesinin en önemli bileşenidir (Chen ve Aviad 1990). Ayrıca diğer kaynaklardan gelen organik maddeye göre toprakta çok daha uzun süre kalmaktadır.

Humik maddelerin en önemli kısımlarından biri humik asitlerdir. Humik asitler ve fulvik asitler alkali ortamda çözünebilen “humus yapılarını” temsil ederler (Akıncı 2011; Ay 2015) (Şekil 1).

Humik asitler renkleri sarıdan siyaha değişen, bozulmaya dayanıklı, yüksek moleküler ağırlığa sahip, heterojen doğal kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Hayvan gübreleri, torf, linyitler, leonardit ve arıtma çamuru gibi organik kaynaklarda bulunmaktadır (Jackson 1994) (Çizelge 1).

Humik asitler, organik toprak düzenleyicisi olarak katı ya da sıvı formda bitkisel üretimde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Toprak organik maddesinin ayrışması ile oluşan humusun en aktif maddesi humik asittir. Bileşimlerinde karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H) ve azot (N) dışında önemli oranda karboksilik asit grupları, fenolik ve alkolik hidroksil keton ve kinon gibi yapıları barındırırlar. Humik asitin uygun konsantrasyonlarda kullanılması neticesinde bitki büyüme ve gelişmeleri üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Humik maddeler pestisitler ve herbisitlerle etkileşerek kararlı yapılar oluştururlar, böylece

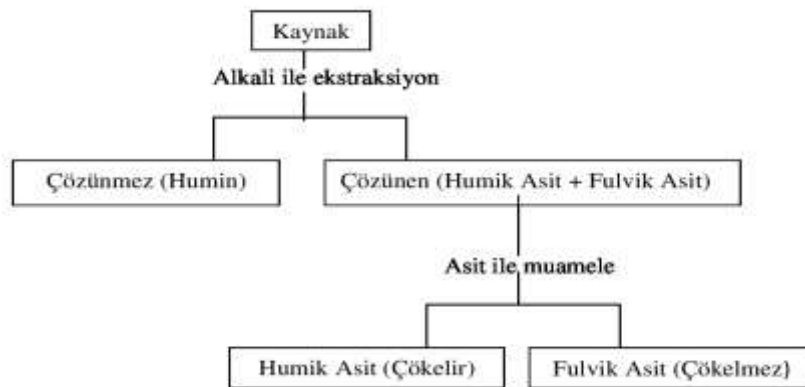
Çizelge 1. Doğal kaynakların içerdikleri toplam humik ve fulvik asit oranları.

Table 1. Total humic and fulvic acid ratios contained in natural resources.

Doğal Kaynak	Humik ve Fulvik Asit Oranları(%)
Leonardit	40 – 90
Torf	10 – 30
Linyit	10 – 30
Hayvan gübresi	5 – 15
Kompost	2 – 5
Toprak	1 – 5
Arıtma Çamuru	1 – 5
Taş Kömürü	0 – 1

bitkiler ve yeraltı suları için zararsız hale getirebilme özelliğine de sahiptirler (Öz Ark ve ark. 2016).

Humik materyaller bitki gelişimine olan farklı katkıları nedeniyle, toprak kimyası, toprak verimliliği, bitki fizyolojisi ve çevre bilimi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Chen ve Aviad 1990). Humik maddeler, katyonlarla şelat oluşturabilmeleri nedeniyle birçok besin elementinin alınabilirliğini artırarak, bu elementlerin bitkiye yararlılığı üzerine olumlu etki göstermektedirler (Stevenson 1994). Humik maddeler, kök ve kök tüyü gelişimini ve dolayısıyla kökün yüzey alanını artırmakta ve böylelikle bitkilerin potasyum (K), fosfor (P) ve demir (Fe) gibi besin elementlerini alabilme kapasitelerini yükseltmektedir. (Marschner ve ark. 1986; Pinton ve ark. 1998; Cesco ve ark. 2000). Ayrıca humik asitin susuzluk, tuzluluk ve ağır metal stresleri gibi bitki büyümesi ve gelişmesinde olumsuzluğa neden olacak stres faktörlerinin azaltılmasında önemli bir mücadele ve destekleme materyali olduğu bilinmektedir (Akıncı 2011). Jindo ve ark. (2012) arıtma çamuru (AÇ), kompostlanmış arıtma çamuru (KAÇ), belediye katı atıkları (BKA) ve kompostlanmış belediye katı atık (KBKA)'larından alkali/asit ekstraksiyonu ile edilen humik asitin mısır bitkisinin kök gelişimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında kontrole göre; kök alanı KBKA>KAÇ>BKA>AÇ, ana kök büyümesi KAÇ>KBKA>BKA>AÇ, yan kök büyümesi ve kök kuru ağırlığı KBKA>KAÇ>BKA>AÇ şeklinde artış göstermiştir. Araştırmacılar, kompostlanmış belediye katı atıkları ve kompostlanmış arıtma çamurundan elde edilen humik asitin daha erken ve daha verimli köklenme ile kısa sürede ve bol hasat sağlayıp, bariz ekonomik faydaları göz önüne alındığında, tarımda faydalı olacağı sonucuna varmışlardır.



Şekil 1. Humik maddelerin kısımlarına ayrılması (Chen ve Avnimelech 1986).

Figure 1. Partitioning of humic substances (Chen ve Avnimelech 1986).

Ülkemizde arıtma çamurunun toprakta kullanımına dair yönetmelikte; arıtma çamuruna, toprağa, bitkiye ve diğer çevresel faktörlere ait fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler belirtilmiştir. Arıtma çamurunun ekosisteme güvenle geri kazandırılabilmesi için olumsuz özelliklerini iyileştirirken olumlu yönlerini güçlendiren yenilikçi çözümlere ihtiyaç duyulmakta olup %70 organik madde içeren arıtma çamurundan humik asit elde edilmesi ile ilgili çalışmaların önemli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı stabilize edilmiş ve kurutulmuş arıtma çamurundan humik asit eldesi sağlamak ve çim bitkisi yetiştiriciliğindeki etkilerini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan humik asitin elde edildiği stabilize edilmiş ve kurutulmuş arıtma çamuru Antalya ilinin batı bölgesinin atık sularının arıtıldığı Antalya/Hurma İleri Atıksu Arıtma Tesisinden temin edilmiştir. Tesise günlük 160 bin m³ atık su gelmekte; yine günlük 150 ton arıtma çamuru ortaya çıkmakta ve stabilize edilmektedir. Oluşan çamurun 75 tonu tesiste kurutulmakta, peletlenmekte ve Konya Çimento'ya yakacak olarak kullanılmak üzere gönderilmektedir. Geriye kalan 75 tonu ise stabilize edilmiş ancak kurutulmamış çamur halinde bir özel sektör firmasına ton başına ücret ödenerek bertaraf edilmek üzere verilmektedir.

Arıtma çamurundan humik asit, [Valdrighi ve ark. \(1996\)](#)'na göre; aşağıdaki alkali/asit ekstraksiyonuna uygun olarak elde edilmiştir. Analiz için 100 gr stabilize edilip kurutulmuş arıtma çamuru tartılmış ve 1 litre 0.1 N KOH çözeltisi ile 24 saat boyunca 180 dev dk⁻¹ da çalkalanmıştır. Daha sonra elde edilen süspansiyon çözelti 5000 rpm'de 30 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra filtre kağıdından vakum filtrasyona bağlanarak katı kısım ile sıvı kısım ayrılmıştır. Katı kısım atılmış ve elde edilen sıvının pH'sı 6 N H₂SO₄ kullanılarak 2'ye ayarlanmıştır. pH'sı düşürülen çözelti +4C⁰ de karanlıkta 24 saat bekletilerek humik asitin floküle olması sağlanmıştır. Floküle olup şişenin dibine çöken humik asidi sıvı kısımdan tamamen ayırmak için 5000 rpm'de 30 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen katı kısım humik asit ve sıvı kısım ise fulvik asittir. Humik asit saf su ile yıkanıp kurutulmuştur. Çalışmada toplam 600 g arıtma çamurundan 14 g humik asit elde edilmiştir. Arıtma çamurundan humik asit kazanımı aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmış ve %2.3 olarak belirlenmiştir.

$$\text{Arıtma çamurundan humik asit kazanımı (\%)} = \frac{\text{Elde edilen humik asit (g)} \text{ (105 } ^\circ\text{C'de kurutulmuş)}}{\text{Kullanılan toplam arıtma çamuru miktarı (g)}} \times 100$$



Şekil 2. Stabilize ve kurutulmuş arıtma çamuru (a) ve elde edilen humik asit (b)
Figure 2. Stabilized and dried sewage sludge (a) and obtained humic acid (b).

Denemede kullanılan toprağa ilişkin analiz sonuçları [Çizelge 2](#)'de verilmiştir.

Çalışma saksı denemesi olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ağırlık ilkesine göre 500 g toprak içeren saksılara humik asit 0 kg da⁻¹, 50 kg da⁻¹, 100 kg da⁻¹, 150 kg da⁻¹ ve 200 kg da⁻¹ dozlarında karıştırılarak uygulanmıştır. Deneme bitkisi olarak İngiliz çimi (*Lolium perenne* L.) kullanılmıştır. Humik asit uygulamaları çim tohumlarının ekiminden 15 gün önce saksılardaki toprağa karıştırılmıştır. Saksılar 15 gün boyunca eşit bir şekilde sulanarak inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra m²'ye 80 g olacak şekilde çim tohumu ekimi yapılmıştır. Deneme 1 ay sürdürülmüş ve sonlandırılmadan önce bitkilerin boyları ölçülüp kaydedilmiştir. Ayrıca Minolta SPAD 502 Plus cihazı ile bitkilerin klorofil düzeyleri belirlenmiştir. Her saksıda bulunan çim bitkileri kök boğazlarından kesilerek yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra kesilen bitkiler saf su ile yıkanmış bitki örnekleri 65°C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bitkiler kurutma dolabına bırakılmadan önce aynı gün alınan taze örnekte toplam klorofil analizi laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmiştir ([Williams 1984](#)). Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılık karşılaştırmaları Duncan testine göre belirlenmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Table 2. Results of analysis of experiment soil.

Parametreler	Deneme Toprağı	Analiz Metotları
pH	7.06	Jackson 1967
EC, dS m ⁻¹	0.80	Soil Survey Staff 1951
CaCO ₃ ,%	5.36	Çağlar 1949
Tekstür	Kum % 78.16 Kil % 9.28 (Kumlu Tın) Silt % 12.56	Bouyoucos 1955
Organik Madde, %	3.37	Black 1965
Organik Karbon, %	1.96	Tüzüner 1990
Toplam N, %	0.16	Kacar 2009

3. Bulgular ve Tartışma

Stabilize edilmiş ve kurutulmuş arıtma çamurunun ve elde edilen humik asitin ([Şekil 2](#)) bazı analiz sonuçları [Çizelge 3](#)'de verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü üzere stabilize edilmiş ve kurutulmuş arıtma çamuru'nun pH'ı 6.07 iken elde edilen humik asitin pH'ı 2.31 olarak belirlenmiştir. **Fernandez ve ark. (2009)** tarafından yapılan çalışmada kompostlanmış arıtma çamurundan elde edilen humik asitin pH'sının 3.94; ısı kurutulmuş arıtma çamurundan elde edilmiş humik asitin pH'sının ise 3.05 olarak bulunmuş olup çalışmamız ile uyum göstermektedir. Elde ettiğimiz humik asitin organik madde düzeyi yüksek ve C/N oranı'nda **Çizelge 4**'de verilen değerlerle uyum göstermektedir. İncelenen parametreler değerlendirildiğine bitkisel üretim için toprağa uygulanabilecek olumlu özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir. **Arancon ve ark (2003)** alkali/asit fraksiyonlama prosedürü kullanılarak sığır, gıda ve atık kağıt vermikompostlarından humik asitler ekstrakte etmişler ve 400 g vermikomposttan 1 g kuru ağırlık humat elde ettiklerini bildirmişlerdir. **Adani ve Tambone (2005)** tarafından arıtma çamurlarının gübre görevi gördükleri için tarımda kullanılmakta olduğunun belirtildiği bir çalışmada; kontrol toprağına kıyasla, arıtma çamuru uygulanmış toprakta toplam organik C'nun ve ilişkili humik fraksiyonların değişiklik göstermediğini; bununla birlikte, çamur uygulanmış toprağın humik asit (HA) bileşiminin, çamurun humik asit bileşimine yakın olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, arıtma çamurunun toprak özellikleri üzerindeki etkisini, toprak organik maddesi özelinde değerlendirmek için uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Arıtma çamurundan elde edilen humik asitin analiz sonuçları.

Table 3. Analysis results of humic acid obtained from sewage sludge.

Materyaller	pH _{H2O} (1:10)	Organik Madde %	C %	N %	C/N
Arıtma Çamuru	6.07	74	43.02	5.87	7.32
Arıtma Çamurundan Elde Edilen Humik Asit	2.31	98	56.97	6.06	9.40

Çizelge 4. Arıtma çamuru ve leonarditten elde edilen humik asitin element içeriği.

Table 4. Element content of humic acid from sewage sludge and leonardite.

Materyal	Element İçeriği (%)		Atomik oran
	C	N	C/N
Arıtma Çamurundan Humik Asit (Lı ve ark. 2013)	57.22±0.26	7.38±0.06	9.0
Kompostlanmış Arıtma Çamurundan Humik Asit (Fernandez 2009)	46 ±1	8.5±0	6.3
Isıl Kurutulmuş Arıtma Çamurundan Humik Asit (Fernandez 2009)	50.3 ±3	8.3±0	7.1
Leonarditten Humik Asit (Ayuso ve ark. 1997)	60.93	0.94	75.6



Şekil 3. Çim bitkilerinin kesilmeye önce genel görünümü. (Saksılar soldan sağa doğru: 0 kg da⁻¹, 50 kg da⁻¹, 100 kg da⁻¹, 150 kg da⁻¹ ve 200 kg da⁻¹ toprağına humik asit uygulamaları).

Figure 3. General view of grass plants before cutting (Pots from left to right: 0 kg da⁻¹, 50 kg da⁻¹, 100 kg da⁻¹, 150 kg da⁻¹, 200 kg da⁻¹ humic acid applications to soil).

Şekil 3'de görülen çim bitkilerinde 1 aylık yetiştirme periyodu sonunda **Çizelge 5**'deki parametreler belirlenmiştir.

Bitkilerin SPAD cihazı ile klorofil ölçümünde toprağına arıtma çamurundan elde edilen humik asit uygulamalarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama miktarları arttıkça ölçülen klorofil değeri artış göstermiştir. Laboratuvarda yapılan klorofil analizi neticesinde çim bitkisinin klorofil içeriği artış göstermiş, ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Aynı durum bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ile boyları için de geçerli olmuş; toprağına humik asit uygulamaları ile bu değerler artış göstermesine rağmen istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. **Pılanalı ve Kaplan (2002)** katı ve sıvı formdaki humik asitlerin çilek meyve rengi üzerine önemli etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir. **Erdal ve ark. (2014)** domates bitkisinin kuru ağırlığı üzerine humik madde uygulamalarının olumlu bir etkisinin olduğundan bahsetmenin mümkün olmadığını bildirmişlerdir. **Arancon ve ark (2003)** sığır, gıda ve atık kağıt vermikompostlarından elde ettikleri humik asitleri artan düzeylerde topraksız yetiştirme ortamı Metro-Mix (MM360)'e uygulayarak sera şartlarında kadife çiçeği, biber, çilek ve domates yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar bitkilerin yaprak alanları, bitki boyları ve üst aksamlarının kuru madde ağırlıklarının humik asit içeren saksılarda dikkate değer arttığını ancak bu artışların sadece MM360 (kontrol) içeren saksılarda yetiştirilen bitkilerden önemli düzeyde farklılık göstermediğini ($P \leq 0.05$) rapor etmişlerdir.

Çizelge 5. Toprağa humik asit uygulamalarının *Lolium Perenne* L. çimi üzerine etkileri¹.

Table 5. Effects of humic acid applications to soil on *Lolium Perenne* L.grass¹.

Uygulamalar (kg HA da ⁻¹)	SPAD Değerleri	Toplam Klorofil (mg g ⁻¹)	Yaş Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)	Boy (cm)
0	30.58 ^b	16.61	727.5	143	13.9
50	38.85 ^b	15.52	585.0	148	14.0
100	64.60 ^a	19.72	622.5	153	14.6
150	53.13 ^{ab}	18.09	807.5	195	14.0
200	67.08 ^a	21.20	1202.5	210	14.1
Önemlilik Düzeyi	**	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

¹Değerler 4 tekrerr ortalamasıdır. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemlidir. **: % 1 düzeyinde önemlidir (P<0.01). ÖD: İstatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

4. Sonuç

• Bu araştırmada; arıtma çamurunun yüksek organik madde içeriğinden kaynaklanan olumlu etkilerini güvenli ve kullanımına izin verilebilir hale getirerek humik asit materyaline dönüştürmek üzerinde çalışılmıştır. Gerçekleştirdiğimiz kaynak taramaları neticesinde ülkemizde bu amaçla ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, dünyada en az 30 yıl öncesinden günümüze doğru gelen çalışmalar bulunmuştur (Hernandez ve ark. 1990; Garcia ve ark. 1991; Fernandez ve ark. 2009; Azcona ve ark. 2011; L1 ve ark. 2013).

• Önümüzdeki yıllarda artan nüfus artışı ve atık su arıtma tesislerinin yaygınlaşmasının arıtma çamurlarını her zamankinden daha büyük bir sorun haline getireceği açıktır. Bu çalışmayla bu atığın çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca organik atıkların değerlendirilmesi için uygun yöntemlerin bulunmasına katkı sağlayarak bertarafında zorluk çekilen arıtma çamuru için atık su arıtma tesislerine ve belediyelere çözüm ortağı olmak, gübre ve bitkisel üretim sektörüne alternatif organik madde kaynağı sağlamak da diğer hedeflerimiz arasındadır.

• Çok yönlü irdelendiğinde arıtma çamurundan elde edilen humik asitin doğru miktarlarda ve zamanlarda çim alanlarda kullanımının hem kimyasal gübre girdi maliyetlerini düşürecek ekonomik bir çözüm, hem yoğun kimyasal gübre uygulamalarından kaynaklanan su ve toprak kirliliğinin önlenmesi ve hem de atıklarımıza güvenli bir geri dönüşüm sağlayacak çevreci bir yaklaşım olduğu göz önünde tutulmalıdır.

• Başlangıç niteliğinde olan bu araştırmamızın daha büyük ölçekli çalışmalara doğru ilerleyerek ve elde edilecek sonuçlara bağlı olarak atık su arıtma tesislerine humik asit üretim tesislerinin de ilave edilerek bu atığın çok değerli olan organik madde içeriğinden düzenli bir şekilde yararlanılması ile ekonomik bir değere dönüştürülmesi için çalışmaların sürdürülmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından bilimsel toplantı katılımı "FYL-2017-2688" proje numarası ile desteklenerek 9-12 Mayıs 2018 tarihinde Konya'da gerçekleştirilen 9. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

Kaynaklar

Adani F, Tambone F (2005) Long-term effect of sewage sludge application on soil humic acids. *Chemosphere* 60: 1214-1221.

Akınıc Ş (2011) Humik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 23(1): 46-56.

Arancon NQ, Lee S, Edwards CA, Atiyeh R (2003) Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. *Pedobiologia* 47: 741-744.

Ay F (2015) Humik asit ve humik asit kaynaklarının jeolojik ve ekonomik önemi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi* 36: 28-51.

Ayuso M, Moreno JL, Hernandez T, Garcia C (1997) Characteristics and evaluation of humic acids extracted from urban wastes as liquid fertilizer. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 75: 481-488.

Azcona I, Pascual I, Aguirreolea J, Fuentes M, García-Mina JM, Sánchez-Díaz M (2011) Growth and development of pepper are affected by humic substances derived from composted sludge. *Journal of Plant Nutrition of Soil Science* 174(6): 916-924.

Black CA (1965) *Soil-Plant Relationships*. John Wiley and Sons Inc., New York.

Bouyoucos GJ (1955) A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. *Agronomy Journal* 4(9):434.

Cesco S, Nikolic M, Römheld V, Varanini Z, Pinton R (2002) Uptake of ⁵⁹Fe from soluble ⁵⁹Fe- humate complexes by cucumber and barley plants. *Plant and Soil* 241: 121-128.

Chen Y, Avnimelech Y (1986) The role of organic matter in modern agriculture. *Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht*.

Chen Y, Aviad T (1990) Effect of humic substances on plant growth. In: Maccarthy, P., Ed., *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. American Society of Agronomy and Soil Sciences, Madison, 161-186.

Çağlar KÖ (1949) *Toprak Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın Sayısı: 10.

Erdal İ, Küçükyumuk Z, Taplamacıoğlu D, Toftar B (2014) Kireçli bir toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının domatesin gelişimi ve beslenmesine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 2 (2): 70-74.

Fernandez JM, Senesi N, Plaza C, Brunetti G, Polo A (2009) Effects of composted and thermally dried sewage sludges on soil and soil humic acid properties. *Pedosphere* 19(3): 281-291.

Garcia C, Hernandez T, Costa F, Polo A (1991) Humic substances in composted sewage sludge. *Waste Management & Research* 9: 189-194.

Hernandez MT, Moreno JI, Costa F, Gonzales-Vila FJ, Frund R (1990) Structural features of humic acid like substances from sewage sludge. *Soil Science* 149: 63-68.

Jackson ML (1967) *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

Jackson RW (1994) *Enviro consultant service of evergreen, humic, fulvic and microbial balance: Organic soil conditioning, national first place nonfiction award from writer's Digest Journal, Colorado*.

- Jindo K, Martim SA, Navarro EC, Perez-Alfocea F, Hernandez T, Garcia C, Aguiar NO, Canellas LP (2012) Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. *Plant and Soil* 353: 209-220.
- Kacar B (2009) Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387, Fen Bilimleri:90, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 44 ISBN 978-605-395-184-1.
- Lı H, Lı Y, Lı C (2013) Characterization of humic acids and fulvic acids derived from sewage sludge. *Asian Journal of Chemistry* 25(18): 10087-10091.
- Marschner H, Römheld V, Kissel M (1986) Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *Journal of Plant Nutrition* 9: 695-713.
- Öz Arık U, Metin H, Aydın Ş, Yeğenoğlu ED (2016) Organic agriculture in Manisa-Alaşehir province and importance of humic acid. *Uluslararası Katılımlı 3. Ulusal Humik Madde Kongresi, Konya*, s. 175-189.
- Pılanalı N, Kaplan M (2002) Çileğin meyve rengi ile farklı formlarda uygulanan humik asit ve toprağın bazı bitki besin maddesi kapsamları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi* 12(1): 1-5.
- Pinton R, Cesco S, De Nobili M, Santi S, Varanini Z (1998) Water and pyrophosphate-extractable humic substances as a source of iron for Fe-deficient cucumber plants. *Biology and Fertility of Soils* 26: 23-27.
- Soil Survey Staff (1951) *Soil Survey Manual*. Agricultural Research Administration, United States Department. Agriculture, Handbook No: 18.
- Stevenson FJ (1994) *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. Second Edition. ISBN 0-471-59474-1, John Wiley&Sons, INC., New York.
- Tüzüner A (1990) *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü s: 21-27.
- Valdrighi MM, Pera A, Agnolucci M, Frassinetti S, Lunardi D, Vallini G (1996) Effects of composts derived humic acids on vegetable biomass production soil system: A Comparative Study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58: 133-144.
- Williams S (1984) *Official methods of analysis of the association of official analytical chemist*. Published by the association of official analytical chemist. Inc. Wircinia, 22 209, USA, s: 59-60.



Effect of biochar applications on certain quality parameters and lettuce yield (*Lactuca sativa* L.)

Biochar uygulamalarının marul (*Lactuca sativa* L.)'un bazı kalite parametreleri ve verimi üzerine etkisi

Moustapha Mahamane GALADIMA^{1,2}, Abdul Latif ABDUL AZIZ^{1,3}, Erdem YILMAZ¹, Ilker UZ¹

¹Akdeniz University, Agricultural Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department, 07070, Antalya

²Department of Soils Sciences Faculty of Agronomy, University Abdou Moumouni, Niamey, Niger

³CSIR-Savanna Agricultural Research Institute

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. M. Galadima, e-mail (e-posta): moustaphagaladima@gmail.com

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): aziizlatiif@gmail.com, erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr, ilkeruz@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 02 October 2020
Received in revised form 30 November 2020
Accepted 04 December 2020

Keywords:

Biochar
Cropping season
Pyrolysis
Plant height

ABSTRACT

Biochar is increasingly used as an amendment to improve agricultural soil functions and plant growth. However, the effect of biochar application on plant growth can be different due to high variability in the quality of biochar. In this study the effect of different types of biochar application on the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) was assessed in a pot experiment over two period of cultivation in greenhouse. The biochar were produced from four different feedstocks biomass [Vinyard (*Vitis vinifera* L.), Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), Banana (*Musa*) and Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.)] by slow pyrolysis at 300°C and 500°C temperatures and were used to amend the soil. The experiment was design in randomized complete block with five replications and 9 treatments. The treatments included the Control, VB300, TB300, BB300, CB300, VB500, TB500, BB500 and CB500. The trial consisted of a total of 45 pots (4 agricultural waste × 2 pyrolysis temperature × 5 replications) + 5 controls). Two (2) tons da⁻¹ (80 g⁻¹ 10 kg⁻¹ pot⁻¹) of biochar was applied with a basic application of fertilizers NPK (18-18-18) and calcium oxide (CaO). The biochar treatments were found to increase plant height and number of leaves in the second cropping cycle in comparison to no biochar treatments. The application of Tomato (TB300) and Banana (BB500) biochar significantly increased plant height by 15.2% and 10.2% respectively. The greatest increase due to biochar additions was found in the soils with tomato biochar treatment and the least increase was found in the soils without biochar application (Control). The second cropping season appeared to be better in terms of yield and quality parameters than the first season. As a result, in this study revealed that a variation in the temperature of pyrolysis does not impact lettuce growth, and recommends a long-term incubation period for further effect of biochar applications on crops.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Ekim 2020
Düzeltilme tarihi 30 Kasım 2020
Kabul tarihi 04 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Biochar
Üretim sezonu
Piriliz
Bitki boyu

ÖZ

Tarım topraklarının fonksiyonlarının ve bitkisel üretimde gelişimin sağlanması bakımından biochar kullanımı artmaktadır. Ancak Biochar'ın bitki gelişimi üzerine etkisi biochar kalitesindeki yüksek çeşitlilikten dolayı farklı olabilir. Bu çalışmada farklı biyokömür uygulamalarının marul gelişimi üzerine etkisi iki farklı yetiştirme döneminde saksı denemesi olarak sera koşullarında belirlenmiştir. Biyokömler dört farklı tarımsal atıktan [Bağ budama atığı (*Vitis vinifera* L.), Domates atığı (*Solanum lycopersicum* L.), Muz Plantasyon atığı (*Musa*) ve Karanfil atığı (*Dianthus caryophyllus* L.)] 300°C ve 500°C sıcaklık değerlerindeki yavaş piroliz işlemiyle elde edilmiş ve toprağa uygulanmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak 9 uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, kontrol, VB300, TB300, BB300, CB300, VB500, TB500, BB500 ve CB500 uygulamalarını kapsamaktadır. Deneme 4 tarımsal atık × 2 piroliz sıcaklığı × 5 tekerrür + 5 kontrol olmak üzere toplamda 45 uygulama konusundan oluşmaktadır. NPK (18.18.18) ve Kalsiyum Oksit (CaO) temel gübre uygulamaları ile birlikte 10 kg toprak içeren saksılara 2 ton da⁻¹ olacak şekilde (80 g⁻¹10kg⁻¹saksı⁻¹) biyokömür uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, Domates (TB300) ve Muz (BB500) biyokömür uygulamaları sırasıyla %15.2 ve %10.2 oranında olmak üzere marul bitkisinin boyunu önemli ölçüde artırmıştır. Biyokömür uygulamalarıyla elde edilen en yüksek marul bitki boyu artışı domates biyokömür uygulaması ile en düşük ise biyokömür uygulanmayan toprakta (kontrol) elde edilmiştir. Verim ve kalite parametreleri açısından biochar uygulamaların etkisi birinci döneme göre ikinci dönemde daha belirgin olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada piroliz sıcaklığındaki bir değişikliğin marul gelişimini etkilemediği ortaya çıkmış ve biyokömür uygulamalarının mahsuller üzerindeki daha fazla etkisi için uzun vadeli bir inkübasyon dönemi önerilmiştir.

1. Introduction

Lettuce is a significant dietary vegetable, which is principally eaten raw as salad. Utilization of lettuce has some medical advantages credited to the presence of nutrient C, phenolic compounds, and fiber content (Mulabagal et al. 2010). Thinking about the worldwide market, Spain and Italy are two of the highest level lettuce makers of the world, answerable for about 9% of worldwide lettuce (*Lactuca sativa* L.). Spain, Italy, Turkey and France are the significant lettuce-creating nations in the Mediterranean valley arriving at a yield of very nearly 3 million tons/year. Since 2000 until 2007, 77% of the complete lettuce yields in the European Association were reaped in Spain, Italy, Turkey, and France (Eurostat 2012). Nowadays biochar is commonly used in order to enhance crops yield. Biochar is a generic term whose characteristics depend on the type of biomass from which it is produced and the pyrolysis conditions (Mcbeath et al. 2015; Cha et al. 2016). Biochar is the high carbon materials created from the moderate pyrolysis (warming without oxygen) of biomass comparable in its appearance to charcoal created by regular consuming or by the ignition of biomass under oxygen-limited conditions. It is a fine grained and permeable substance (Lehmann et al. 2006; Chan et al. 2007). Biomass generally contained cellulose, hemicellulose, lignin and small amounts of volatiles mater. Whereas their ratios vary from biomass to biomass, even though biochar produced from various biomass have the same carbon ratio, their physicochemical properties can be different (Lei and Zhang 2013; Xie et al. 2014). In the literature several studies have reported the beneficial effects of biochar application on soil quality and plant productivity (Glaser et al. 2002; Krull 2006; Yamato et al. 2006; Chan et al. 2008; Torun 2018). Due to his nutrient content and release characteristics biochar can directly enhance plant productivity, an indirectly (by improving nutrients retention, improving soil pH, increasing soil cation exchange capacity, soil physical properties (Lehmann et al. 2003; Rondon et al. 2007; Chan et al. 2008; Liu et al. 2016; Kerré et al. 2017; Tian et al. 2018). However, a few examinations show yields decline (comparative with the control) if an amount of biochar is added to soil (Asai et al. 2009; Hammond et al. 2013). The objective of the study reported here was to test the quality parameters and lettuce yield by the application of different type of biochar, alongside pyrolyzed temperature of 300°C and 500°C.

2. Materials and Methods

2.1. Experiment site and soil characteristics

The research was carried out in the modern greenhouse located in Mediterranean climate zone of Akdeniz University Faculty of Agriculture. Summers are hot and dry, winters are warm and rainy. The annual average temperature is around 16.3°C whereas the average annual precipitation is 725.9 mm and most of the precipitation occurs in winter. The average of relative humidity is 63.2%. Soil samples were collected from Aksu site located in the Agriculture Research and Application of Akdeniz University in Antalya, Turkey. In order to determine the characteristics of the experiment soil, the following analysis was performed. Soil texture was determined according to the hydrometer method (Bouyoucos 1955); Walkley-Black was used to determine the organic matter (Nelson and Sommers 1982); 1: 2.5 soil water ratio was used to determine the pH and EC (Jackson 1967); Scheibler calcimeter is used in determination of soil lime content and the percentage of the soil

CaCO₃ content was calculated (Çağlar 1949). 1N ammonium acetate method was used to the cation exchange capacity (Kacar 1995); the nitrogen was determined by Kjeldahl method (Bremner 1965); Phosphorus was determined according to Olsen method (Olsen and Sommers 1982); K, Ca and Mg was extracted using ammonium acetate and read with ICP (Pratt 1965); Available Fe, Zn, Cu and Mn was extracted with a mixed solution of 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 MTEA and read with ICP (Lindsay and Norvell 1978). The physicochemical properties of soil were as showed in Table 1.

Table 1. Physicochemical properties of the soil used in the study.

Soil properties	Results
pH (1:2.5)	7.7
EC dS m ⁻¹ (1:2.5)	1.96
Lime (CaCO ₃) (%)	29.8
Sand (%)	10.88
Clay (%)	46.72
Silt (%)	42.4
Texture	Clay loam
Organic matter (%)	1.94
Total nitrogen (%)	0.119
Available P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	2.62
Extractable K (kg K ₂ O da ⁻¹)	35.0
Extractable Ca (kg CaO da ⁻¹)	1407.4
Extractable Mg (kg MgO da ⁻¹)	74.4
Available Fe (ppm)	7.95
Available Mn (ppm)	5.43
Available Zn (ppm)	0.12
Available Cu (ppm)	1.70

2.2. Biochar characteristics

Four different types of feedstocks materials Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB) and Carnation (CB) were used to produce biochar that used in this study. Biochar were produced by slow pyrolysis system at 300°C and 500°C for 12h. Biochar were ground into a small particle size less than 1 mm using a sieve, and stored in a sealed plastic box until use. A sample of the biochar was taken for characterization. Proximate analysis was performed following ASTM D3173-03, ASTM D3175-07, ASTM D3174-02 method for moisture, volatile matter and ash respectively. Fixed carbon content was determined by difference (ASTM D3172-07a). Elemental analysis was performed using the Elemental Analyzer (CHNS-932 LECO). pH 1: 10 biochar water ratio was used to determine the pH and EC (Jindo et al. 2014). The basic physical and chemical properties of pyrolyzed biochar were showed in Table 2. Prior to planting of lettuce seedlings, biochar was mixed thoroughly into the topsoil (0-20 cm).

2.3. Experimental design

The experiment was design in factorial randomized complete block with five replications and 9 treatments. The treatments included the Control, VB300, TB300, BB300, CB300, VB500, TB500, BB500 and CB500. The pots were - 0.5 m separated from each other and they were arranged in two rows (22 and 23 pots in the first and second row respectively) on the bench inside the greenhouse. The trial consisted of a total of 45 pots (4 agricultural waste × 2 pyrolysis temperature × 5 replications) + 5 controls). Biochar was hand-applied by mixing thoroughly 10 kg of soil in the pots with biochar types at the

recommended rate of 2 tons da⁻¹. Accordingly, 80 g of biochar was applied to each soil in the pot in addition to application basic of fertilizers (NPK: 18.18.18) and calcium oxide (CaO) was performed at the recommended rate of 75 kg da⁻¹ and 25 kg da⁻¹ respectively.

2.4. Plant growth parameters

A pot was planted to one (1) lettuce seedling and therefore, only one plant from each pot was used to determine the yield and quality parameters of lettuce. At the end of the trial (two cultivation periods of 60 days for each cultivation period) plant growth parameters and yield were measured. Measurements were made in these plants and the results were given per pot by averaging them. The number of leaves (NL) per plant was found by counting leaves of the lettuce plants harvested from outside towards the inside of the plant. The plant height (PH) was measured from the point where the cotyledon leaves of lettuce join the stem to the top. The root collar diameter (RCD) was measured with a calliper just below the point where the first leaf of lettuce begins. SPAD meter was used to determine the chlorophyll (C) content of the lettuce plant. The chlorophyll amounts measured were determined separately for each potted plant.

2.5. Statistical Analysis

The multi-variate analysis was conducted on the data collected using SPSS V.17.0 (SPSS 2008). Duncan Means of treatments were separated using Duncan Multiple Range Test (DMRT) where their significant differences ($p < 0.05$) observed.

3. Results

3.1. Quality parameters of lettuce

Results of the effects of biochar applications on the number of leaves (LN), plant height (PH), root collar diameter (RCD), head length (HL) and chlorophyll (C) in two cultivation periods are presented in Table 3. The results revealed significant differences ($p < 0.05$) between the first and the second season with respect to number of leaves and plant height. However, no significant differences ($p < 0.05$) were observed between the two seasons in terms of root collar diameter, head length and chlorophyll. All the parameters except plant height had no significant effect ($p < 0.05$) on lettuce growth or quality parameters after biochar application in both seasons. Biochar application significantly affected plant height in selected

Table 2. Physical and chemical properties of biochar used in the experiment.

Parameters	Treatments							
	VB300	VB500	TB300	TB500	BB300	BB500	CB300	CB500
pH (1:10)	8.13	9.19	8.92	9.67	8.72	10.01	9.56	9.82
EC (dS m ⁻¹)	0.29	0.56	4.41	4.44	3.41	3.64	4.92	6.23
C (%)	63.57	54.75	60.00	51.62	51.75	47.69	54.00	49.93
H (%)	4.53	2.62	3.77	2.29	3.97	1.92	4.55	1.88
N (%)	1.37	0.86	1.78	1.39	0.67	1.04	3.22	2.49
O (%)	30.53	41.77	34.15	44.27	43.48	49.18	38.11	45.42
FC	58.01	73.03	40.42	46.51	41.42	54.35	33.05	40.82
Ash	5.39	8.93	23.82	30.62	17.65	25.55	23.92	32.48
VM	33.26	14.01	30.87	19.86	37.13	17.38	38.66	22.55

FC: Fix Carbon; VM: Volatil Mater. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

Table 3. The effects of biochar applications on lettuce leaf number (LN), plant height (PH), root collar diameter (RCD), head length (HL) and chlorophyll (C).

Treatment	Quality parameters									
	LN (1 plant)		PH (cm)		RCD (mm)		HL (cm)		C	
	Growth period									
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Control	44.0A	29.60B	13.72B	19.70a ¹ A ²	14.39	12.30	19.52	23.20	30.82	21.80
VB300	40.8A	31.20B	15.62B	20.60abA	12.51	12.62	18.58	24.80	33.90	27.06
TB300	41.4A	34.60B	15.32B	22.70cA	14.04	14.17	17.56	22.60	35.10	22.70
BB300	39.2A	30.80B	13.70B	21.20abcA	14.46	13.01	18.52	25.00	30.74	23.40
CB300	40.8A	36.40B	14.08B	20.80abA	14.87	15.12	19.02	26.00	27.24	24.18
VB500	40.0A	33.00B	14.14B	21.30abcA	14.28	13.61	17.68	25.40	33.54	25.38
TB500	46.2A	34.60B	11.76B	20.54abA	14.43	13.64	19.76	26.06	33.82	26.62
BB500	42.0A	32.80B	16.16B	21.70bcA	14.41	13.69	17.92	24.58	31.58	26.08
CB500	39.4A	32.40B	14.25B	20.36abA	13.97	13.87	18.68	23.70	31.42	24.76
ANOVA (One-way; LSD 5%)	NS ⁵	NS	NS	* ³	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Season	*** ⁴		*		NS		NS		NS	

¹Means with different small letters in a column are significantly different at the 5 % level. ²Means with different capital letters in the row are significantly different at the 5 % level. ³*: significantly different at the 5 % level. ⁴***: significantly different at the 0.01% level. ⁵NS: Not significantly different at 5% level. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

treatments with respect to the control in the second season. Compared to the control, plant height in TB300 and BB500 treatment increase by 15.2% and 10.2% respectively. Plant height in TB300 and BB500 treatments were significantly higher ($p < 0.05$) than other treatments. Plant height for the second cultivation period varied between 19.70-22.70 cm, and the highest value was obtained by TB300 treatment while the lowest plant height was obtained by the control.

From the Figure 1, 2, 3, 4 and 5 considering the same feedstock material but different temperature rate, the effects of biochar produced from the same feedstock material at different temperature degree (300°C and 500°C) on plant growth parameters (LN, PH, RCD, HL and C) were not significant ($p < 0.05$) between biochar produced at 300°C and 500°C during the two cultivation period.

3.2. Lettuce yield

The effect of biochar applications on the head weight (HW) and yield of lettuce in two cultivation periods are presented in Table 4. The results revealed significant differences ($p < 0.001$) between the first and the second season with respect to plant head weight. Thus, lettuce head weight was significantly higher in the second season compared to the first season. The applications of biochar on lettuce growth and yield in both cultivation periods were not found to be significant ($p < 0.05$). Noticeably, the head weight in biochar applications was higher than the head weight of the control but this was not significant ($p < 0.05$).

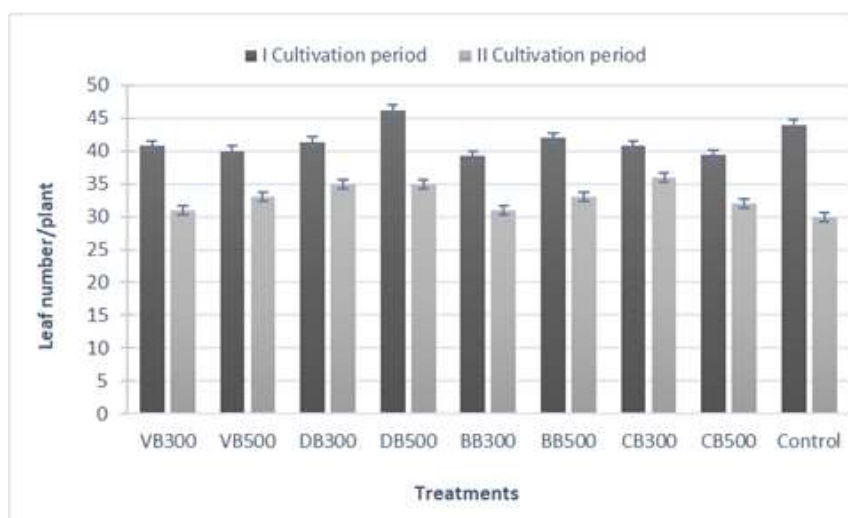


Figure 1. The effect of biochar produced from the same feedstock material at different temperature (300 and 500°C) on leaf number of lettuce during first and second cultivation period. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

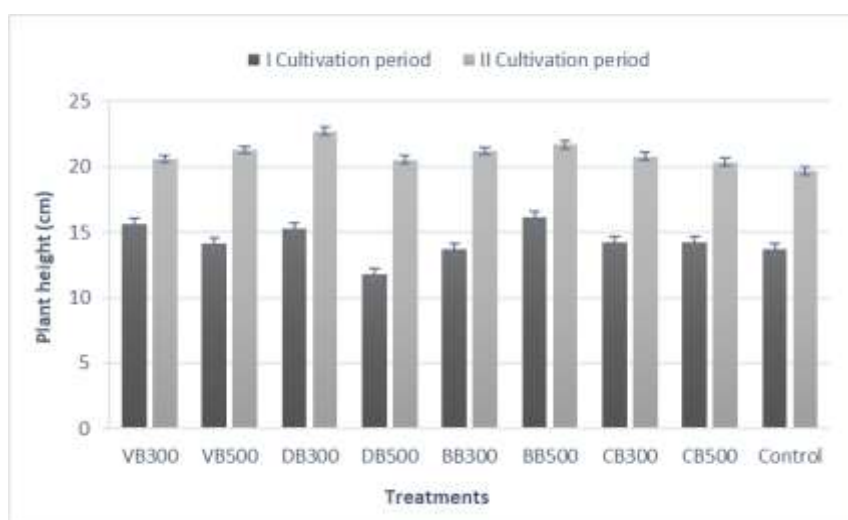


Figure 2. The effect of biochar produced from the same feedstock material at different temperature (300 and 500°C) on lettuce plant height during first and second cultivation period. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

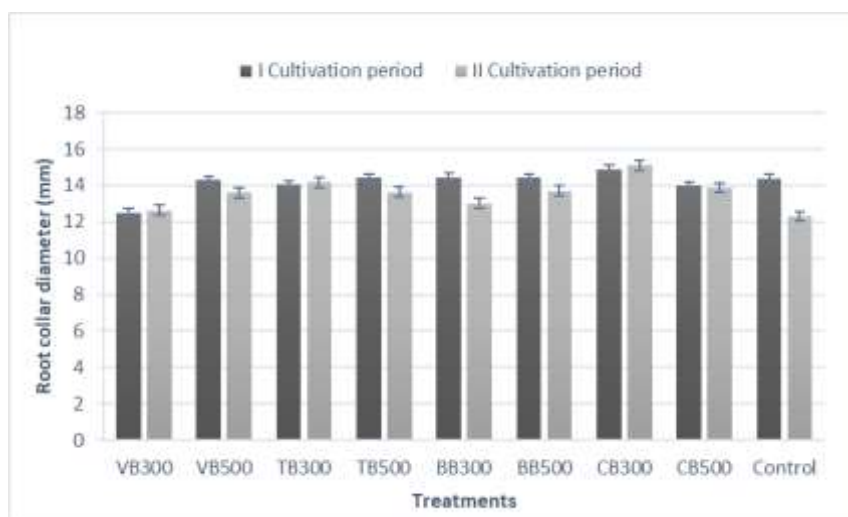


Figure 3. The effect of biochar produced from the same feedstock material at different temperature (300 and 500°C) on root collar diameter of lettuce during first and second cultivation period. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

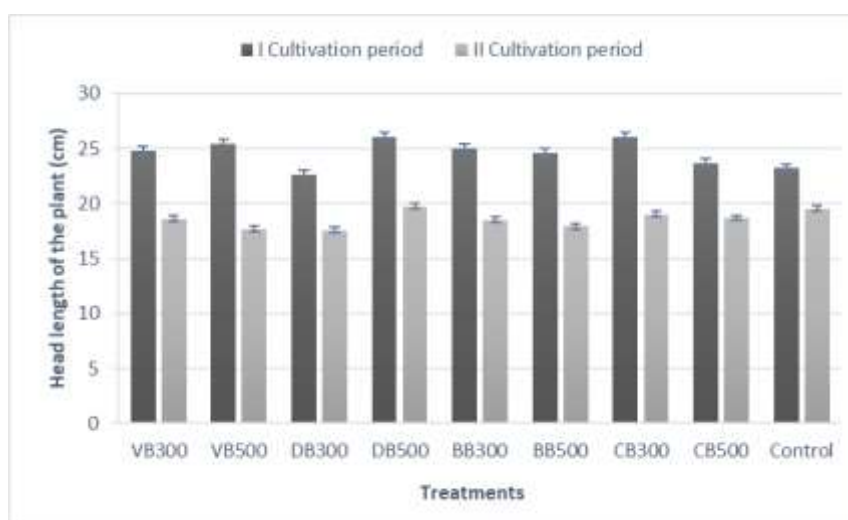


Figure 4. The effect of biochar produced from the same feedstock material at different temperature (300 and 500°C) on head length of lettuce during first and second cultivation period. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

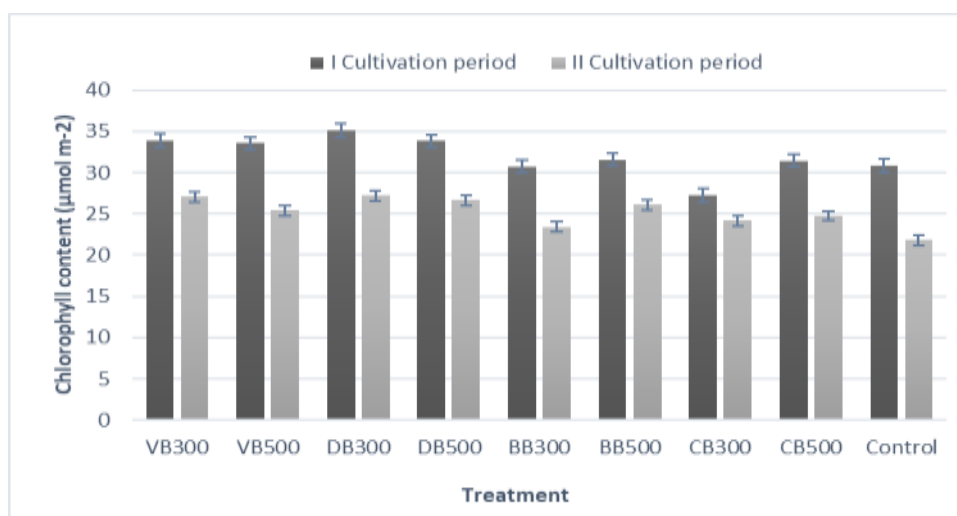


Figure 5. The effect of biochar produced from the same feedstock material at different temperature (300 and 500°C) on chlorophyll content of lettuce during first and second cultivation period. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

Table 4. The effects of biochar applications on head weight (HW) and yield at the end of lettuce growing periods.

Treatment	HW (g plant ⁻¹)		Yield (t da ⁻¹)	
	Growth period		I	II
	I	II		
Control	94.49	173.97	0.19	0.35
VB300	92.32	187.34	0.18	0.37
TB300	81.71	221.03	0.16	0.44
BB300	89.51	205.99	0.18	0.41
CB300	92.32	221.73	0.18	0.44
VB500	67.92	190.49	0.14	0.38
TB500	101.16	201.02	0.20	0.40
BB500	93.58	217.01	0.19	0.43
CB500	82.12	188.49	0.16	0.38
ANOVA (One-way; LSD 5%)	NS	NS	NS	NS

NS: Not significant. Vineyard (VB), Tomatoes (TB), Banana (BB), Carnation (CB).

4. Discussion and Conclusion

Although biochar acts as the sink and the source of most available nutrients for the plant growth and yield, there was no significant difference in growth parameters and yield of lettuce. Our findings are consistent with the results of [Awad et al. \(2017\)](#) and [Wang et al. \(2016\)](#). From Table 3 and 4, this study observed that the application of biochar to the soil slightly increased growth and yield parameters but the effect was not significant ($p < 0.05$). These findings are in line with the results of [Hagner et al. \(2016\)](#) that revealed all tested biochar types had parallel effects on plant growth and the differences were mostly slight and short-term. The impacts of biochar application on plant development and yield boundaries rely upon the biomass type, biochar qualities and biochar application rates. It likewise relies upon the conditions and the creation condition of the plants, edaphic factors, the substance composts utilized and the assessment year ([Jeffery et al. 2011](#); [Zhang et al. 2012](#)).

The crop yield can comprehensively reflect the soil fertility. Many reports showed that biochar had a good effect on growth parameters and crop yield ([Han et al. 2012](#); [Haider et al. 2017](#)). [Chan et al. \(2007\)](#), [Asai et al. \(2009\)](#), [Lin et al. \(2015\)](#), and [Liu et al. \(2017\)](#) revealed in their examinations the beneficial outcome of biochar applications on plant creation and the exhibition of items relying upon the environment of the soil wherein the experiment is established. In any case, conflicting impacts were likewise found in past examinations or studies ([Shang et al. 2011](#); [Nelissen et al. 2015](#); [Singh et al. 2015](#); [Subedi et al. 2016](#)).

Some studies discovered that biochar application decreased yield due to different application methods and the time of application ([Singh et al. 2015](#); [Cui et al. 2017](#)). In several recent studies, it has also been reported that biochar had no significant effect on plant growth or yield ([Borchard et al. 2014](#); [Tammeorg et al. 2014](#); [Nguyen et al. 2016](#); [Al-Wabel et al. 2017](#)). Moreover, other exploration reports have likewise been distributed announcing that biochar negatively affects plant development ([Gaskin et al. 2010](#); [Lin et al. 2015](#); [Nelissen et al. 2015](#)). [Joseph et al. \(2010\)](#) reported that the interaction of biochar with environmental conditions is important to determine the contrasting effects of biochar on plant growth. Moreover, the interaction also depends on the physicochemical properties of biochar. For example, plant growth was inhibited when sandy Ultisol was amended with biochar produced at 800°C, whereas plant growth was significantly enhanced by biochar produced at 350°C ([Butnan et al. 2015](#)). Also, [Pan et al. \(2009\)](#) and

[Trupiano et al. \(2017\)](#) observed in maize and lettuce and found that paddy husk biochar increases the plant biomass of cabbage. [Ensarioğlu \(2016\)](#) examined the impact of biochar material on *Terra rosa* (Mediterranean red soil: A soil) at various portion rates (5%, 10% and 20%) and the stream-soil (B soil) gathered from the banks of the Namnam Stream bed was researched on the wheat plant. Results demonstrated the use of biochar has no impact on the vegetative (shoot length, shoot wet weight and dry weight) advancement of wheat. [Hagner et al. \(2016\)](#), after utilization of birch biochar obtained from various temperatures (300°C, 375°C, 475°C) found that the impacts on plant development of lettuce (*Lactuca sativa*), radish (*Raphanus sativus*), grain (*Hordeum vulgare*), and ryegrass (*Lolium perenne*) were similar and the difference was small. [Carter et al. \(2013\)](#), the impact on the advancement of lettuce (*Lactuca sativa*) and Chinese cabbage (*Brassica Chinensis*) with the use of biochar delivered from rice husk is very certain. [Artiola et al. \(2012\)](#) announced that essentially higher lettuce yield can be acquired contrasted with the control by applying biochar got from pine woodland squanders through moderate pyrolysis (450-500°C).

The influence of biochar obtained at different temperatures on plant growth was significant in the second cropping season. Biochar amendment significantly increased plant height but this was significant in the second season. Two out of the eight biochar treatment (i.e. TB300 and BB500) significantly increase ($p < 0.05$) plant height over the control was observed in the second season. Different biochar may have varying influences on crop performance depending on their nutrient content and the charred temperature. The stated difference can be partly attributed to the nutrient content of the original feedstock and pre-existing soil nutrient status. Nutrient-rich biochar like those produced from manure may directly supply nutrients to crops ([Rajkovich et al. 2012](#)). Rice-husk biochar tested in lettuce-cabbage-lettuce cycle increased final biomass, root biomass, plant height and the number of leaves in comparison to no biochar treatments ([Carter et al. 2013](#)). These results were also in agreement with [Rizieq et al. \(2017\)](#) where it reported that biochar and bio-compost treatments showed much better growth performance compared to non-added organic amendments.

In this study, the effect different types of biochar derived from different feedstock and produced at various temperatures were investigated on lettuce growth parameters and yield of lettuce during two cultivation period. The results revealed all tested parameters (Leaf Number, Root collar diameter, Head length, Chlorophyll) except plant height had no significant

effect on lettuce growth or quality parameters after biochar application in both cultivation periods. But the biochar applications were found to increase plant height and number of leaves in the second cultivation period in comparison to no biochar treatments (control). Depending on the intrinsic properties of biochar, the differences between the treatments were mostly slight. So far, most studies have focused on the direct or indirect effects of biochar application on plants. Nevertheless, further investigations must be conducted to figure out the optimum pyrolysis temperature at which the best yield would be obtained and the optimum rate of biochar application which provide to the soil-plant system better performance.

Acknowledgement

This study has been financially supported by the Scientific Research Project Commission of Akdeniz University/Turkey with the project number of FDK-2019-4864.

References

- Al Wabel MI, Hussain Q, Usman AR, Ahmad M, Abduljabbar A, Sallam AS, Ok YS (2018) Impact of biochar properties on soil conditions and agricultural sustainability: A review. *Land Degradation and Development* 29: 2124-2161.
- Artiola JF, Rasmussen C, Freitas R (2012) Effects of a biochar-amended alkaline soil on the growth of romaine lettuce and bermudagrass. *Soil Science* 177: 561-570.
- Asai H, Samson BK, Stephan HM, Songyikhangsuthor K, Homma K, Kiyono Y, Horie T (2009) Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research* 111: 81-84.
- Awad YM, Lee SE, Ahmed MBM, Vu NT, Farooq M, Kim IS, Meers E (2017) Biochar, a potential hydroponic growth substrate, enhances the nutritional status and growth of leafy vegetables. *Journal of Cleaner Production* 156: 581-588.
- Borchard N, Siemens J, Ladd B, Möller A, Amelung W (2014) Application of biochars to sandy and silty soil failed to increase maize yield under common agricultural practice. *Soil and Tillage Research* 144: 184-194.
- Bouyoucos GJ (1955) A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. *Agronomy Journal* 4: 434.
- Bremner JM (1965) Total nitrogen Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Black American Society of Agronomy 9: 1149-1178.
- Butnan S, Deenik JL, Toomsan B, Antal MJ, Vityakon P (2015) Biochar characteristics and application rates affecting corn growth and properties of soils contrasting in texture and mineralogy. *Geoderma* 237: 105-116.
- Carter S, Shackley S, Sohi S, Suy TB, Haefele S (2013) The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy* 3: 404-418.
- Cha JSC, Park SH, Jung SC, Ryud C, Jeone JK, Shin MC, Park YK, (2016) Production and Utilization of Biochar: A Review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 40: 1-15.
- Chan KY, Dorahy C, Tyler S (2007) Determining the agronomic value of composts produced from greenwaste from metropolitan areas of New South Wales Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47: 1377-1382.
- Chan KY, Van Zwieten L, Meszaros I, Downie A, Joseph S (2008) Using poultry litter biochars as soil amendments. *Soil Research* 46: 437-444.
- Cui YF, Jun MEN G, Wang QX, Zhang WM, Cheng XY, Chen WF (2017) Effects of straw and biochar addition on soil nitrogen, carbon, and super rice yield in cold waterlogged paddy soils of North China. *Journal of Integrative Agriculture* 16: 1064-1074.
- Çağlar KÖ (1949) Toprak bilgisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Sayı: 10, Ankara.
- Ensarioğlu K (2016) Biochar'ın Bitki Gelişimine. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Eurostat (2012) Fruit and vegetables Yield Annual data http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/dataset?p_product_code=APRO_CPP_FRUVEG. Accessed 02 January 2012.
- Gaskin JW, Speir RA, Harris K, Das KC, Lee RD, Morris LA, Fisher DS (2010) Effect of peanut hull and pine chip biochar on soil nutrients, corn nutrient status, and yield. *Agronomy Journal* 102: 623-633.
- Glaser B, Lehmann J, Zech W (2002) Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal a review. *Biology and Fertility of Soils* 35: 219-230.
- Hagner M, Kempainen R, Jauhiainen L, Tiilikkala K, Setälä H (2016) The effects of birch (*Betula* spp.) biochar and pyrolysis temperature on soil properties and plant growth. *Soil and Tillage Research* 163: 224-234.
- Haider G, Steffens D, Moser G, Mueller C, Kammann CI (2016) Biochar reduced nitrate leaching and improved soil moisture content without yield improvements in a four-year field study. *Agriculture Ecosystems and Environment* 237: 80-94.
- Hammond J, Shackley S, Prendergast-Miller M, Cook J, Buckingham S, Pappa V (2013) Biochar field Testing in the UK: Outcomes and implications for use. *Carbon Management* 4: 159-170.
- Han XZ, Zhu LQ, Yang MF, Yu Q, Bian XM (2012) Effects of different amount of wheat straw returning on rice growth, soil microbial biomass and enzyme activity. *Journal of Agro-Environment Science* 31: 2192-2199.
- Jackson ML (1967) Soil chemical analysis prentice. Hall of India Private Limited New Delhi 498.
- Jeffery S, Verheijen FG, Van Der Velde M, Bastos AC (2011) A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment* 144: 175-187.
- Jindo K, Mizumoto H, Sawada Y, Sanchez-Monedero MA, Sonoki T (2014) Physical and chemical characterization of biochars derived from different agricultural residues. *Biogeosciences* 11: 6613-6621.
- Joseph SD, Camps-Arbestain M, Lin Y, Munroe P, Chia CH, Hook J, van Zwieten L, Kimber S, Cowie A, Singh BP, Lehmann J (2010) An Investigation into the reactions of biochar in soil. *Soil Research* 48: 501-515.
- Kacar B (1995) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No. 3.
- Kerré B, Willaert B, Cornelis Y, Smolders E, (2017) Long-term presence of charcoal increases maize yield in Belgium due to increased soil water availability. *European Journal of Agronomy* 91: 10-15.
- Krull ES, Swanston CW, Skjemstad JO, McGowan JA (2006) Importance of Charcoal in Determining The Age and Chemistry of Organic Carbon in Surface Soils. *Journal of Geophysical Research* 111: G4.
- Lehmann J, Pereira da Silva JJr, Steiner C, Nehls T, Zec W, Glaser B (2003) Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249: 343-357.
- Lehmann J, Gaunt J, Rondon M (2006) Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems- A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11: 403-427.

- Lei O, Zhang R (2013) Effects of biochars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties. *Journal of Soils and Sediments* 13: 1561-1572.
- Lin XW, Zie ZB, Zheng JY, Liu Q, Bei QC, Zhu JG (2015) Effects of biochar application on greenhouse gas emissions, carbon sequestration and crop growth in coastal saline soil. *European Journal of Soil Science* 66: 329-338.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal* 42: 421-428.
- Liu Y, Lu H, Yang S, Wang Y (2016) Impacts of biochar addition on rice yield and soil properties in a cold waterlogged paddy for two crop seasons. *Field Crops Research* 19: 1161-1167.
- Liu Q, Liu B, Zhang Y, Lin Z, Zhu T, Sun R, Wnag X, Ma J, Bei Q, Liu G, Lin X, Xie Z (2017) Can biochar alleviate soil compaction stress on wheat growth and mitigate soil N₂O emissions?. *Soil Biology and Biochemistry* 104: 8-17.
- Mcbeath AV, Wurster CM, Bird MI (2015) Influence of feedstock properties and pyrolysis conditions on biochar carbon stability as determined by hydrogen pyrolysis. *Biomass and Bioenergy* 73: 155-173.
- Mulabagal V, Nguouajio M, Nair A, Zhang Y, Gottumukkala AL, Nair MG (2010) In vitro evaluation of red and green lettuce (*Lactuca sativa*) for functional food properties. *Food Chemistry* 118: 300-306.
- Nelissen V, Ruysschaert G, Manka'Abusi D, D'Hose T, De Beuf K, Al-Barri B, Boeckx P (2015) Impact of a woody biochar on properties of a sandy loam soil and spring barley during a two-year field experiment. *European Journal of Agronomy* 62: 65-78.
- Nelson DW, Sommers L (1983) Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* 9: 539-579.
- Nguyen DH, Scheer C, Rowlings DW, Grace PR (2016) Rice husk biochar and crop residue amendment in subtropical cropping soils: Effect on biomass production, nitrogen use efficiency and greenhouse gas emissions. *Biology and Fertility of Soils* 52: 261-270.
- Olsen SR, Sommers LE (1982) Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. *Methods of Soil Analysis Part 2*: 421-422.
- Pan G, Zhou P, Li Z, Smith P, Li L, Qiu D, Zhang X, Xu X, Shen S, Chen X (2009) Combined inorganic/organic fertilization enhances N efficiency and increases rice productivity through organic carbon accumulation in a rice paddy from the Tai Lake region China. *Agriculture Ecosystem and Environment* 131: 274-280.
- Pratt PF (1965) Potassium. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* 9: 1022-1030.
- Rajkovich S, Enders A, Hanley K, Hyland C, Zimmerman AR, Lehmann J (2012) Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils* 48:271-284.
- Rizieq R (2017) Prosiding Seminar Nasional Asosiasi Biochar Indonesia 2016 Prosiding.
- Rondon MA, Lehmann J, Ramirez J, Hurtado M (2007) Biological nitrogen fixation by common beans *Phaseolus vulgaris* (L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils* 43: 699-708.
- Shang Q, Yang X, Gao C, Wu P, Liu J, Xu Y, Shen Q, Zou J, Guo S (2011) Net annual global warming potential and greenhouse gas intensity in Chinese double rice-cropping systems: A 3-year field measurement in long-term fertilizer experiments. *Global Change Biology* 17: 2196-2210.
- Singh R, Babu JN, Kumar R, Srivastava P, Singh P, Raghubanshi AS (2015) Multifaceted application of crop residue biochar as a tool for sustainable agriculture: An ecological perspective. *Ecological Engineering* 77: 324-347.
- SPSS (2008) *Statistics for Windows, Version 17.0*. SPSS Inc. Chicago, USA.
- Subedi R, Taupe N, Pelissetti S, Petruzzelli L, Bertora C, Leahy JJ, Grignani C (2016) Greenhouse gas emissions and soil properties following amendment with manure derived biochars: Influence of pyrolysis temperature and feedstock type. *Journal of Environmental Management* 166: 73-83.
- Tammeorg P, Simojoki A, Mäkelä P, Stoddard FL, Alakukku L, Helenius J (2014) Biochar application to a fertile sandy clay loam in boreal conditions: Effects on soil properties and yield formation of wheat, turnip rape and faba bean. *Plant and Soil* 374: 89-107.
- Tian X, Li C, Zhang M, Wan Y, Xie Z, Chen B, Li W (2018) Biochar derived from corn straw affected availability and distribution of soil nutrients and cotton yield. *PLoS One* 13: 0189924.
- Torun S (2018) Farklı karakteristiğe sahip zeytin pirinasi uygulamalarının bazı toprak verimlilik parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Trupiano D, Cocozza C, Baronti S, Amendola C, Vaccari FP, Lustrato G, Lonardo SD, Fantasma F, Tognetti R, Scippa GS (2017) The effects of biochar and its combination with compost on lettuce *Lactuca sativa* (L.) growth, soil properties, and soil microbial activity and abundance. doi. 10.1155/2017/3158207.
- Wang GJ, Xu ZW, Li Y (2016) Effects of biochar and compost on mung bean growth and soil properties in a semi-arid area of Northeast China. *International Journal of Agriculture and Biology* 18: 1056-1060.
- Xie T, Reddy KR, Wang C, Yargicoglu E, Spokas K (2014) Characteristics and applications of biochar for environmental remediation: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 45: 939-969.
- Yamato M, Okimori Y, Wibowo IF, Anshori S, Ogawa M (2006) Effects of the application of charred bark of *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea and peanut and soil chemical properties in south Sumatra Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition* 52: 489-495.
- Zhang AF, Bian RJ, Pan GX, Cui LQ, Hussain Q, Li LQ, Zweng J, Zheng X, Han X, Yu X (2012) Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: A field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Research* 127: 153-160.



Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri

Effects of chicken manure and fertigation ECs on yield and quality in greenhouse spring tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivation

Nermin ATA^{id}, Mustafa KAPLAN^{id}

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

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

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): nrmnata7@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 26 Ekim 2020
Düzeltilme tarihi 09 Kasım 2020
Kabul tarihi 09 Kasım 2020

Anahtar Kelimeler:

Domates
Tavuk gübresi
Fertigasyon EC'si
Örtüaltı

ÖZ

Bu çalışma, tavuk gübresi (TG) ile fertigasyon (FRT) elektriksel iletkenlik (EC)'lerinin (FRT.EC) ve bunların etkilerinin, örtüaltı baharlık domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde meyve verimi, kalitesi ve bitki beslenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. TG uygulamalarının, toprak EC değeri, organik madde, toplam azot, alınabilir çinko ve alınabilir bor kapsamı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. FRT.EC'si uygulamaları toprak EC değeri, toplam azot ve değişebilir potasyum içeriği üzerine istatistiksel olarak önemlidir. Bitki analiz sonuçları incelendiğinde; TGxFRT.EC interaksyonunun toplam potasyum üzerine, FRT.EC'sinin toplam demir üzerine etkileri istatistiksel olarak önemlidir. Meyve besin içeriklerine bakıldığında, TG'si ve FRT.EC'si uygulamalarının toplam magnezyum, TG'si uygulamalarının toplam azot konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyve kalite kriterlerinde, TG'si uygulamasının meyve eti sertliği üzerine, TGxFRT.EC interaksyonunun verim ve meyve sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TGxFRT.EC interaksyonu çiçek burnu çürüklüğü (BER) gösteren meyve sayısı ve BER ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunup, en fazla BER sayısı ve en yüksek BER ağırlığı, TG₄₀₀ kg da⁻¹ + FRT.EC₃ uygulamasında görülmektedir. Çalışma süresi sonunda gübre peletlerinin önemli ölçüde fiziksel olarak sağlam kalabildiği gözlemlenmiştir. Bu gözlem pelet tavuk gübresinin ilk yetiştirme periyodundaki etkilerini sınırlayabilecek önemli bir faktör olarak düşünülebilir. Tavuk gübresinin önceden uygulanmadığı veya kısa yetiştirme periyoduna sahip bitkilerin yetiştiriciliğinde, pelet yerine toz tavuk gübresi şeklindeki uygulamaların daha doğru bir seçenek olduğu önerilebilir. Bu kapsamda yeni çalışmaların yapılması gereklidir.

ARTICLE INFO

Received 26 October 2020
Received in revised form 09 November 2020
Accepted 09 November 2020

Keywords:

Tomato
Poultry manure
Fertigation ECs
Greenhouse

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of poultry manure (PM) applied with fertigation ECs (F.EC) and their interactions on fruit yield, quality and plant nutrition in greenhouse spring tomato cultivation. Effects of applications of poultry manure on soil EC value, organic matter, total nitrogen, available zinc, available boron content were statistically significant. Fertigation EC is statistically significant on soil EC value, total nitrogen and exchangeable potassium content of soil. When the plant analysis results are examined; poultry manure and fertigation EC interaction on total potassium and fertigation EC applications on total iron are statistically significant. When the fruit nutrient contents examined, poultry manure and fertigation EC on total magnesium and poultry manure on total nitrogen were statistically significant. In the fruit quality criteria, poultry manure was statistically significant on fruit flesh hardness, poultry manure and fertigation EC interaction on yield and fruit number are statistically significant. Poultry manure and fertigation EC interaction was statistically significant on fruit showing Blossom End Rot (BER) number and BER weight and the highest BER number and BER weight was observed in PM₄₀₀ kg da⁻¹ + F.EC₃ application. It has been observed that manure pellets are considerably physically stable. This observation can be considered important factor that could limit the effects of pellet poultry manure on the first growing period. In the cultivation of plants where poultry manure cannot be applied before or with a short growing period, applications in the form of powder instead of pellets can be recommended as a more effective option. In this context, new studies are required.

1. Giriş

Dünya domates (*Solanum lycopersicum* L.) üretiminde Türkiye %7.2'lik pay ile 4. sırada yer almaktadır (FAO 2018). Türkiye'de 2017 verilerine göre 30 milyon tondan daha fazla sebze üretilmiştir. Üretilen toplam sebze içerisinde 12.75 milyon ton üretim miktarı ile domates ilk sırada yer almaktadır. Türkiye domates üretiminin yıllara göre değişimle birlikte, %68-72'i açıkta, %28-32'i ise örtüaltında yapılmaktadır (Güvenç 2019).

Organik materyallerin, toprağı korunması ve geliştirilmesindeki çok yönlü katkısı bilinmektedir. Buna rağmen bu tür gübrelerin kullanımı beklenen düzeyin çok altındadır (Demirtaş ve ark. 2012). Ülkemiz toprakları organik madde içeriğı yönünden bazı alanlar hariç genellikle fakirdir (Dinç ve ark. 2001). Ülkemizde, başta Orta Anadolu Bölgesi olmak üzere birçok bölgede toprakların organik madde kapsamları %2'nin hatta %1'in altına düşmüştür (Şeker ve Karakaplan 1999). Bu durumda her türlü bitkisel ve hayvansal atığın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileştirilip (kompostlanarak) tarımda geri kullanımı sağlanarak, bitkisel üretimdeki organik madde talebi dönemsel değil sürekli olarak karşılanabilmelidir. Bu amaçla katı ve sıvı organik gübreler kullanılmaktadır (Kalkan ve ark. 2017). Bu ihtiyacın karşılanmasında, bitki besin elementi içeriğı ve toprak düzenleyici etkisi yüksek olan, bol miktarda, sürekli olarak üretilen ve üretimi her geçen gün artan tavuk gübresi, değerlendirilmesi gereken alternatiflerden biri olarak ele alınmalıdır (Kaplan ve Maltaş 2016).

Ülkemiz tavukçuluk sektöründe yaklaşık 14 bin 360 adet etlik piliç kümesi, 3 bin 141 adet ticari yumurta üretimi yapan kümesi ve 2 bin 237 adet damızlık kümesi olmak üzere toplam 19 bin 738 adet küme tavuk üretimi yapılmakta ve yıllara göre değişimle birlikte yaklaşık 5.5 milyon ton yıl⁻¹ yaş tavuk gübresi üretilmektedir (Kaplan ve Maltaş 2016). Tavuk gübresi, toprağın organik maddesini ve gübre gereksinimini gidermek amacıyla tarımda uzun süredir kullanılmaktadır. Tavuk gübresinin tarımsal üretimde doğru şekilde kullanılmaması, bazı sorunlara yol açabilmektedir. Tavuk gübresinin yüksek tuz içeriğı kullanımını azaltan en önemli unsurlardan birisidir (Korkmaz ve ark. 1996).

Ülkemizde önemli düzeyde üretimi gerçekleştirilen tavuk yetiştiriciliğinin ve dolayısıyla meydana gelen atığın değerlendirilmesi ve tarımsal üretimde açığa çıkan farklı atıkların yarattığı çevre kirliliğı sorununa çözüm üretmek için mevcut kaynakları değerlendirmek gerekmektedir. (Şensoy ve ark. 1996).

Toprak verimliliğı üzerine önemli katkılarda bulunan ve sonrasında da bitkisel üretimde verim ve kalitenin yükseltilmesini sağlayan toprak organik madde düzeyini artırmanın yollarından bir tanesi de tavuk gübresi kullanımıdır. Bu çalışmada, farklı elektriksel iletkenlik (EC) dozları ile farklı düzeydeki tavuk gübresi uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Bir atık materyal olarak görülen ve iyi yönetilmediğı durumda bertaraf edilmesi sakıncalı, depolanması durumunda çevre sağlığı açısından sorun olabilecek ancak tarımda kullanılması durumunda ise oldukça faydalı olan bu organik kaynağın örtüaltı tarımında kullanılmasının erken baharlık domates yetiştiriciliğindeki bitki ve toprağı olan etkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait Araştırma ve Uygulama seralarında 2017 yılında yürütülmüştür. Çalışma yapılan sera toprağının özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın özellikleri.

Table 1. Soil features in treatment.

Özellikler	Değer	Değerlendirme
pH	7.42	Hafif alkali reaksiyon
Kireç (%)	17.2	Çok yüksek kireçli
Kum (%)	22.12	
Kil (%)	37.88	Killi tın
Silt (%)	40.00	
EC (dS m ⁻¹)	0.42	Tuzsuz
Organik Madde (%)	2.43	Az humuslu
Toplam azot (%)	0.15	Çok iyi
Alınabilir P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	236	Yüksek
Değişebilir K (me 100 g ⁻¹)	0.67	Yüksek
Değişebilir Mg (me 100 g ⁻¹)	3.88	İyi
Değişebilir Ca (me 100 g ⁻¹)	31.36	İyi
Değişebilir Na (me 100 g ⁻¹)	0.101	Çok düşük
Alınabilir Fe (mg kg ⁻¹)	4.73	İyi
Alınabilir Mn (mg kg ⁻¹)	10.7	Yeterli
Alınabilir Zn (mg kg ⁻¹)	9.24	İyi
Alınabilir Cu (mg kg ⁻¹)	6.8	Yeterli

Bu çalışmada ülkemizde en çok yetiştiriciliğı yapılan domates bitkisinin beslenmesi üzerine 3 farklı dozda (0 kg da⁻¹, 600 kg da⁻¹, 1200 kg da⁻¹) toprağı uygulanan tavuk gübresi ve 2 farklı elektriksel iletkenlik (EC) düzeyine sahip fertigation (1.5 dS m⁻¹, 3.0 dS m⁻¹) çözeltilerinin ve bunların interaksyonlarının örtüaltı baharlık domates yetiştiriciliğinde bitki beslenmesi, meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kullanılan tavuk gübresi ticari bir ürün olup içeriğı Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan tavuk gübresinin bazı özellikleri.

Table 2. Chicken manure features in treatment.

Özellikler	Değer
Toplam organik madde (%)	55
Toplam azot (%)	2
Organik azot (%)	1
Toplam P ₂ O ₅ (%)	3
Maksimum nem (%)	20
pH	6-8

Çalışmada bitki materyali olarak Tayfun F₁ domates çeşidi kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış ve her parselde 34 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Fideler sıra arası 40 cm, sıra üzeri 90 cm olacak şekilde deneme parsellerine dikilmiş, dikimden sonraki bütün kültürel işlemler (sulama, ilaçlama vb.) tüm uygulama parsellerine aynı şekilde yapılmıştır.

Denemede yaprak ve meyve örnekleri alınarak gerekli fiziksel ölçümler yapıldıktan sonra laboratuvara getirilmiş, yıkandıktan sonra 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal 2008).

Bitki analizleri için ise domates yaprak örneklerinde toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Ayrıca, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için bitki örnekleri yaş yakılıp ICP-OES cihazında okunmuştur (Kacar ve İnal 2008). Toprak örneklerinde pH (Jackson 1967), kireç (CaCO_3) (Evliya 1964), elektriksel iletkenlik (Bower ve Wilcox 1965), bünye (Bouyoucos 1955), organik madde (Black 1965), toplam N (Black 1957), alınabilir P (Olsen ve Sommer 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg (Kacar 1972) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri (Lindsay ve Norwell 1978) yapılmıştır. Domates meyvelerinde ortalama meyve çapı, bitki başına meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, bitki başına verim değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca meyvelerin renk, suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) değeri ve meyve suyu pH'sı içeriği belirlenmiştir.

Domateslerde SÇKM miktarı belirlemek üzere meyve örnekleri katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve usaresi elde edilmiştir. Bu süzütüden alınan örnek dijital refraktometre ile belirlenmiştir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Örneklerde TEA miktarının belirlenmesi amacıyla 2 ml meyve suyu, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH metrede (Inolab pH 720, WTW, Germany) pH= 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Meyvelerin renk ölçümleri Meyvelerin kabuk renginde meydana gelen değişimler meyvenin ekvator bölgesinden üç farklı noktadan Minolta CR-400 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer ile CIE L*a*b* renk düzleminde belirlenmiştir (McGuire 1992). Çalışmada meyve eti sertliği el penetromesi yardımıyla meyve ekvator bölgesinden üç farklı noktadan ölçülmüştür. Ölçümler 3mm'lik bir çapa sahip uçla gerçekleştirilmiştir.

Denemede meyve ucu çürüklüğüne (BER) sahip meyveler sayılmış ve ağırlığı (g) tartılarak belirlenmiştir.

Elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında varyans analizi yapılarak Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı dozlarda tavuk gübresi ve EC uygulamalarının deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprağın makro besin elementi üzerine olan etkileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Uygulamaların toprak pH değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek pH değeri 7.43 ve en düşük pH değeri 7.42 olarak belirlenmiştir. Araştırma konularının toprak kireç kapsamı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek kireç içeriği (%19.52) TG_0 kg da^{-1} + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilirken, en düşük kireç içeriği (%16.77) TG_2 kg da^{-1} + FRT.EC₃ uygulamasından elde edilmiştir. Dikinya ve Mufwanzala (2010) tarafından TG uygulamalarının toprak pH'sını değiştirmediğini belirtilmiştir.

Uygulamaların toprak tuzluluğu üzerine etkileri incelendiğinde tavuk gübresi ($p < 0.001$) ve fertigasyon EC değeri ($p < 0.001$) istatistiksel olarak önemli bulunurken, $\text{TG} \times \text{FRT.EC}$ önemsiz bulunmuştur. En yüksek toprak EC değeri, TG_{800} kg da^{-1} + FRT.EC₃ uygulamasından elde edilirken en düşük toprak EC değeri TG_0 kg da^{-1} + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Tavuk gübresi uygulamalarının toprak tuzluluğu artırdığına yönelik çalışmaları mevcuttur (Korkmaz ve ark. 1996, Tavalı ve ark. 2014; Kaplan ve Maltaş 2016). 500, 1000 ve 2000 mhos cm^{-1} EC'ye sahip sulama suları ile sulama yapılmasının toprak tuzluluğunu sezon sonunda artırdığını bildirmiştir (Kadiroğlu ve Kaplan 2000).

Toprağa artan düzeylerde uygulanan tavuk gübresinin, toprak O.M miktarı üzerine $P < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu, fertigasyon EC dozlarının ve $\text{TG} \times \text{FRT.EC}$ interaksyonunun toprak O.M'si üzerine istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. En yüksek organik madde içeriği (%3.15) TG_{800} kg da^{-1} + FRT.EC₃, en düşük organik madde içeriği ise TG_0 kg da^{-1} + FRT.EC_{1.5} uygulamasında tespit edilmiştir. Tavuk gübresi uygulamalarının toprak organik maddesini artırdığı bilinmektedir (Şahin ve Altunay 2008, Yılmaz ve Alagöz 2010, Sönmez ve ark. 2019).

Çizelge 3. Uygulamaların toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro besin konsantrasyonları üzerine etkileri.

Table 3. Effects of applications on some physical and chemical properties of soil and macronutrient concentrations.

Uygulama Konuları		Fiziksel ve kimyasal özellikler					Toprak Makro Besin Elementleri					
Tavuk Gübresi (kg da^{-1})	Gübreleme	pH	CaCO_3 (%)	EC (dS m^{-1})	O.M. (%)	N (%)	P (ppm)	K ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	Ca ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	Mg ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	Na ($\text{me } 100 \text{ g}^{-1}$)	
TG_0	EC _{1.5}	7.43	19.52	0.36	2.69	0.19	180	074	33.96	4.91	0.23	
	EC ₃	7.42	18.07	0.51	2.72	0.21	202	1.36	31.54	5.04	0.20	
TG_1	EC _{1.5}	7.42	17.80	0.36	2.92	0.20	184	0.76	32.73	5.17	0.23	
	EC ₃	7.43	17.59	0.50	2.90	0.22	180	1.22	33.73	5.38	0.25	
TG_2	EC _{1.5}	7.43	17.69	0.42	3.12	0.23	174	1.10	32.18	5.12	0.19	
	EC ₃	7.43	16.77	0.63	3.15	0.28	195	1.46	30.95	5.01	0.20	
Önemlilik Derecesi (TG X FRT.EC)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
Ortalama	TG_0	7.43	18.80	0.44b	2.70c	0.19b	191	1.05	32.75	4.97	0.22	
	TG_{400}	7.42	17.70	0.43b	2.91b	0.21b	182	0.99	33.23	5.28	0.24	
	TG_{800}	7.43	17.23	0.52a	3.13a	0.25a	185	1.28	31.56	5.06	0.20	
Önemlilik Derecesi (TG)		Ö.D.	Ö.D.	9.488**	21.446***	2.028***	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
Ortalama	EC _{1.5}	7.43	18.34	0.38	2.91	0.21	179	0.86	32.96	5.07	0.22	
	EC ₃	7.43	17.48	0.55	2.92	0.24	192	1.35	32.79	5.27	0.22	
Önemlilik Derecesi (FRT.EC)		Ö.D.	Ö.D.	65.635***	Ö.D.	18.778**	Ö.D.	12.145**	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	

Uygulamaların toprağın toplam N konsantrasyonu üzerine etkileri değerlendirildiğinde tavuk gübresi dozlarının, ($p < 0.001$) ve fertigasyon EC dozlarının ($p < 0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş iken; TG x FRT.EC interaksyonu toprak toplam N konsantrasyonu üzerine önemsiz bulunmuştur. En yüksek toplam azot kapsamı TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC₃ uygulamasından elde edilirken en düşük toplam azot içeriği TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Alagöz ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, işlenmiş tavuk gübresinin tüm dozları toprağın toplam azot içeriğini arttırmıştır.

Uygulamaların toprakta alınabilir P içeriği üzerine etkileri incelendiğinde bütün uygulamaların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. En yüksek alınabilir P kapsamı TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC₃, en düşük alınabilir P kapsamı ise TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların toprakta değişebilir K içeriği üzerine etkileri incelendiğinde fertigasyon EC dozlarının istatistiksel olarak ($p < 0.01$) önemli olduğu, tavuk gübresi uygulamaları ve TG x FRT.EC interaksyonu etkisinin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmadan en yüksek değişebilir K içeriği TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC₃ uygulamasında, en düşük değişebilir K içeriği ise TG_{400} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Fertigasyon EC dozu arttıkça toprak değişebilir K konsantrasyonunda önemli düzeyde artış göstermiştir (Çizelge 1). TG x FRT.EC interaksyonları bitkide sadece yaprak K konsantrasyonu üzerine istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olup, en yüksek K konsantrasyonu TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasında görülmüştür (Çizelge 3). Toprakların değişebilir Ca, Mg ve Na içerikleri üzerine uygulamaların etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Tavuk gübresi uygulamalarının toprakların değişebilir potasyum kapsamını artırdığı bilinmektedir (Sönmez ve ark. 2019). Ewulo ve Sanni (2015), tarafından tavuk gübresi kullanılarak yürütülen bir çalışmada toprakların değişebilir Ca, Mg ve Na düzeyinde istatistiksel açıdan farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Uygulamaların topraklardaki alınabilir mikro element kapsamı üzerine etkileri incelendiğinde, alınabilir Zn ve B bakımından istatistiksel farklılığın olduğu görülürken alınabilir Fe, Mn ve Cu bakımından istatistiksel bir farklılık

belirlenmemiştir (Çizelge 4). En yüksek alınabilir Zn ve B içeriği TG_{400} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Kara ve Erel (1999), yulaf bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada artan tavuk gübresi dozlarına bağlı olarak, toprakta alınabilir Zn içeriğinin arttığını bulmuşlardır.

Farklı düzeyde uygulanan tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin domates bitkisinin yapraklarının beslenme durumları üzerine etkileri incelendiğinde K ve Fe bakımından istatistiksel farklılık olduğu, N, P, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu ve B bakımından istatistiksel olarak farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Yapraklardaki en yüksek K içeriği TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından, en yüksek Fe içeriği ise TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} uygulamasından elde edilmiştir. Adekiya ve Agbede (2009), tarafından yapılan bir çalışmada kimyasal gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının domates bitkisi yapraklarının potasyum içeriğini artırdığı bildirilmiştir.

Domates meyvelerinin bitki besin elementi konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkileri değerlendirildiğinde tavuk gübresinin meyve N içeriği üzerine etkisi ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 6). Uygulamaların etkilerini meyvelerin Mg beslenmesi üzerine etkileri bakımından değerlendirildiğinde tavuk gübresi uygulamaları ($p < 0.001$) EC uygulamaları ($p < 0.05$ ve TG x FRT.EC interaksyonu ($p < 0.01$) istatistiksel farklılık olduğu, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu ve B bakımından istatistiksel olarak farklılığın olmadığı belirlenmiştir. (Çizelge 6). Tavuk gübresi uygulamalarının, meyve eti sertliği üzerine $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek meyve eti sertliği TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0}, en düşük meyve eti sertliği ise TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} uygulamasından elde edilmiştir. Araştırma konularının diğer domates meyve kalite kriterleri olan meyve rengi (L*, C*, h) SÇKM, meyve pH'sı, meyve asitliği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7). Farklı düzeyde uygulanan tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin 1. domates meyvesi üzerine etkileri incelendiğinde ortalama meyve sayısı ($p < 0.001$) ve ortalama bitki başına verim ($p < 0.01$) üzerine TGxFRT.EC interaksyonu önemli bulunmuş iken, ortalama meyve çapı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek ortalama meyve sayısı TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} uygulamasından en düşük ortalama meyve

Çizelge 4. Uygulamaların toprak mikro besin konsantrasyonları üzerine etkileri.

Table 4. Effects of applications on soil micronutrient concentrations.

Uygulama Konuları		Toprak Mikro Besin Elementleri (ppm)				
Tavuk Gübresi (kg da ⁻¹)	Gübreleme	Fe	Zn	Mn	Cu	Bor
TG ₀	EC _{1.5}	5.11	7.57	11.64	10.19	0.30
	EC ₃	4.29	7.23	9.07	10.11	0.30
TG ₁	EC _{1.5}	5.33	8.25	9.20	9.67	0.30
	EC ₃	5.58	7.69	11.54	9.85	0.35
TG ₂	EC _{1.5}	4.78	8.82	10.50	9.32	0.37
	EC ₃	5.78	8.32	12.69	9.82	0.40
Önemlilik Derecesi (TG X FRT.EC)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Ortalama	TG ₀	4.70	7.40b	10.35	10.15	0.30b
	TG ₄₀₀	5.45	7.97ab	10.37	9.76	0.32b
	TG ₈₀₀	5.28	8.57a	11.60	9.57	0.39a
Önemlilik Derecesi (TG)		Ö.D.	3.178*	Ö.D.	Ö.D.	6.124*
Ortalama	EC _{1.5}	5.07	8.21	10.45	9.72	0.33
	EC ₃	4.82	7.88	11.97	9.88	0.34
Önemlilik Derecesi (FRT.EC)		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Çizelge 5. Uygulamaların yaprak besin konsantrasyonları üzerine etkileri.**Table 5.** Effects of applications on leaf nutrient concentrations.

Uygulama Konuları		Yaprak Besin Elementleri (%)					Yaprak Besin Elementleri (ppm)				
Tavuk Gübresi (kg da ⁻¹)	Gübreleme	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Bor
TG ₀	EC _{1.5}	2.18	0.47	1.75 c	6.32	1.00	105.38	119.66	26.41	6.55	43.73
	EC ₃	2.42	0.56	1.95ab	6.15	1.08	135.77	138.81	35.25	8.52	48.04
TG ₄₀₀	EC _{1.5}	2.33	0.46	1.80bc	6.26	1.01	109.02	120.39	25.76	6.27	45.12
	EC ₃	2.54	0.41	1.85b	6.51	0.99	133.24	129.89	27.38	5.51	44.56
TG ₈₀₀	EC _{1.5}	2.34	0.44	2.09 a	6.45	1.10	105.18	144.13	25.05	5.36	43.27
	EC ₃	2.51	0.47	1.73 c	6.20	0.94	132.36	131.36	21.98	6.72	42.55
Önemlilik Derecesi (TG X FRT.EC)		Ö.D	Ö.D	6,487*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Ortalama	TG ₀	2.30	0.52	1.85	6.24	1.04	120.58	129.24	30.83	7.54	45.89
	TG ₄₀₀	2.44	0.44	1.83	6.39	1.00	121.13	125.14	26.57	5.89	44.84
	TG ₈₀₀	2.43	0.46	1.91	6.33	1.02	118.77	137.75	23.52	6.04	42.91
Önemlilik Derecesi (TG)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Ortalama	EC _{1.5}	2.28	0.46	1.88	6.34	1.04	106.53b	128.06	25.74	6.06	44.04
	EC ₃	2.49	0.48	1.84	6.29	1.00	133.79a	133.35	28.20	6.92	45.05
Önemlilik Derecesi (FRT.EC)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	10.910*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

Çizelge 6. Uygulamaların 1. kalite meyve besin konsantrasyonları üzerine etkileri.**Table 6.** Effects of applications on 1st quality fruit nutrient concentrations.

Uygulama Konuları		Meyve Makro Besin Elementleri (%)					Meyve Mikro Besin Elementleri (ppm)				
Tavuk Gübresi (kg da ⁻¹)	Gübreleme	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Bor
TG ₀	FRT.EC _{1.5}	1.41	0.12	2.94	0.08	0.10	21.38	6.83	7.81	13.36	6.79
	FRT.EC ₃	1.39	0.13	2.97	0.08	0.10	15.76	7.21	8.16	12.25	8.01
TG ₄₀₀	FRT.EC _{1.5}	1.52	0.11	3.01	0.08	0.10	19.64	6.37	7.38	10.94	6.81
	FRT.EC ₃	1.58	0.12	2.93	0.08	0.08	13.8	6.96	8.67	11.31	8.49
TG ₈₀₀	FRT.EC _{1.5}	1.53	0.12	3.00	0.08	0.10	13.25	6.86	8.61	8.52	9.64
	FRT.EC ₃	1.60	0.12	2.89	0.08	0.10	15.33	6.76	7.76	9.65	6.66
Önemlilik Derecesi (TG X FRT.EC)		Ö.D.	Ö.D	Ö.D.	Ö.D.	5.210*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Ortalama	TG ₀	1.40 b	0.13	2.96	0.08	0.10 a	18.57	7.02	7.99	12.81	7.40
	TG ₄₀₀	1.55 a	0.12	2.97	0.08	0.09 b	16.72	6.67	8.03	11.13	7.65
	TG ₈₀₀	1.57 a	0.12	2.95	0.08	0.10 a	14.29	6.81	8.19	9.09	8.15
Önemlilik Derecesi (TG)		5.793*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	9.280**	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Ortalama	EC _{1.5}	1.49	0.12	2.98	0.08	0.10	18.09	6.69	7.93	10.94	7.75
	EC ₃	1.52	0.12	2.93	0.08	0.09	14.96	6.98	8.20	11.07	7.72
Önemlilik Derecesi (FRT.EC)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	5.155*	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

Çizelge 7. Uygulamaların meyve 1. kalite kriterleri üzerine etkileri.**Table 7.** The effects of the applications on the fruit 1st quality criteria.

Uygulama Konuları		Meyve Kalite Kriterleri						
Tavuk Gübresi (kg da ⁻¹)	Gübreleme	L*	C*	h	Meyve Kuru Maddesi (SÇKM %)	pH	Meyve Asitliği Ort. (%)	Meyve Eti Sertliği (kg cm ⁻²)
TG ₀	FRT.EC _{1.5}	39.71	39.79	40.35	5.87	4.50	0.32	45.00
	FRT.EC ₃	39.47	39.71	39.60	6.27	4.46	0.34	44.55
TG ₄₀₀	FRT.EC _{1.5}	39.60	39.47	40.04	6.10	4.47	0.34	48.93
	FRT.EC ₃	39.98	40.07	39.49	6.27	4.47	0.36	46.55
TG ₈₀₀	FRT.EC _{1.5}	39.60	39.37	39.56	6.17	4.52	0.33	50.38
	FRT.EC ₃	39.93	39.58	40.48	5.70	4.47	0.33	53.76
Önemlilik Derecesi (TG X FRT.EC)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Ortalama	TG ₀	39.59	39.75	39.98	6.07	4.48	0.33	44.78 b
	TG ₄₀₀	39.79	39.77	39.77	6.19	4.47	0.35	47.74 b
	TG ₈₀₀	39.77	39.48	40.02	5.94	4.50	0.33	52.07 a
Önemlilik Derecesi (TG)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	10.700**
Ortalama	EC _{1.5}	39.64	39.54	39.98	6.05	4.50	0.33	48.10
	EC ₃	39.79	39.79	39.86	6.08	4.47	0.34	48.29
Önemlilik Derecesi (FRT.EC)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D

sayısı ise TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek ortalama bitki başına verim TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} uygulamasından en düşük ortalama bitki başına verim ise TG_{400} kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Adekiya ve Agbede (2009) tarafından domates bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada tavuk gübresinin meyve verimi ve bitki başına meyve sayısını artırdığı belirlenmiştir.

Araştırma konuların domates meyvesinin 2. kalite meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri değerlendirildiğinde, ortalama meyve ucu çürüklüğüne (BER) sahip meyve ağırlığı üzerine TG x FRT.EC interaksyonları (p<0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek BER ağırlığı TG_{400} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} ve en düşük BER ağırlığı TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} ve TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} uygulamalarından elde edilmiştir. BER sayısı üzerine TG (p<0.001), FRT.EC (p<0.001) ve TG x FRT.EC interaksyonları (p<0.001) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek BER sayısı TG_{400} kg da⁻¹ + FRT.EC_{3.0} ve en düşük BER sayısı TG_0 kg da⁻¹ + FRT.EC_{1.5} uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların 2. kalite domates meyvesinin ortalama meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve sayısı ve ortalama meyve verimi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 8).

4. Sonuç ve Öneriler

Organik materyallerin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi olumlu etkilediği bilinmektedir. Ancak ülkemiz topraklarının organik madde genel itibarı ile düşüktür. Tarım modellerinin değişimi ile düşük olan organik madde kapsamının, zamanla daha da düşebileceği öngörülebilmektedir. Tarım modellerinin değişimi, toprak işleme ile birleştiğinde toprak organik maddesinin her geçen gün daha hızlı bir şekilde azalabileceği düşünülmektedir.

Toprak organik madde düzeyinin azlığına bağlı olarak, ülkemizdeki her türlü organik materyalin varsa riskleri giderildikten sonra bitkisel üretimde kullanılmasının çok yönlü faydaları olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla yaptığımız çalışmada, uygulamaların etkileri incelenen bazı kriterler üzerine istatistiksel olarak önemli farklar oluşturmuşken, birçok kriterde de farklar istatistiksel olarak önemsiz düzeydedir.

Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'sinin temsil ettiği konular, birçok alt faktörün (besin içerikleri vb.) bileşimini temsil etmektedir. Bu bileşenlerin bazılarının etkileri incelenen özellikleri olumlu etkilerken, diğer bazıları olumsuz etkileyebileceği ya da sezon başı ve sonuna doğru aynı özelliğin etkilerinin, değişen sera iklimi nedeniyle farklı olabileceği gözden uzak tutulmamalıdır. Etkileşimlerin çoklu ve karmaşık olduğuna dikkat etmek gerekmektedir.

Birinci kalite meyve verimi ve meyve sayısı üzerine etkili uygulamanın TG_{800} kg da⁻¹ + FRT.EC₃ olduğu belirlenmiştir. Gözlemlerimiz uygulanan tavuk gübresinin önemli bir bölümünün yeterince parçalanmadan yetiştirme ortamında kaldığını göstermiştir. Bu sebeple kullanılan tavuk gübresinin bir sonraki yetiştirme döneminde de etkinliğini sürdürme olasılığı yüksektir. Gübrenin pelet yapıda olmasının bu sonuca yol açtığını tahmin edebiliriz. Bu gübrenin kısa dönem yetiştiricilikteki etkilerinin bu fiziksel yapılarından önemli düzeyde etkilenebileceği, etkilerinin çok daha uzun sürelerde ortaya çıkabileceği öngörülmelidir. Bu özellikteki gübrelerden ilk yetiştirme sezonundan daha etkili sonuçlar alabilmek için toprak hazırlığının, dikimden belirli bir süre önce yapılmasını, organik gübre peletlerinin daha hızlı parçalanıp ayrışabilmesi için sulama yapılarak bitki dikiminden önce de sürecin başlatılmasına katkı sunulması, hatta solarizasyon döneminde uygulanılabileceği, bu konuda yeni araştırmaların yapılması gerekliliğine vurgu yapabiliriz. Toprak hazırlığının önceden yapılmadığı durumlarda pelet yerine toz tavuk gübresi şeklindeki uygulamaların ve doz belirlemelerinin çalışılması daha doğru bir seçenek olarak önerilebilir.

Çizelge 8. Uygulamaların meyve verimi ve bazı meyve kalitesi üzerine etkileri.

Table 8. Effects of applications on fruit yield and some fruit quality.

Uygulamaların 1. kalite hasat verileri üzerine etkileri						Uygulamaların 2. kalite hasat verileri üzerine etkileri					
Tavuk Gübresi (kg da ⁻¹)	Gübreleme	Ortalama Meyve Çapı (mm meyve ⁻¹)	Meyve Sayısı (adet/bitki)	Meyve Verimi (kg bitki ⁻¹)	Ortalama Meyve Ağırlığı (g meyve ⁻¹)	Ortalama Meyve Çapı (mm meyve ⁻¹)	Meyve Sayısı (adet/bitki)	Meyve Verimi (kg bitki ⁻¹)	Ortalama Meyve Ağırlığı (g meyve ⁻¹)	BER Ağırlığı (kg bitki ⁻¹)	BER Sayısı (adet/bitki)
TG ₀	FRT.EC _{1.5}	70.22	17.88 b	2.56 b	143.09	51.48	5.06	0.46	90.41	0.51 c	5.74 d
	FRT.EC ₃	68.28	14.47 bc	2.00 c	138.21	50.08	7.53	0.69	92.03	0.65 b	7.44 b
TG ₄₀₀	FRT.EC _{1.5}	70.14	18.06 b	2.53 b	140.07	51.31	5.44	0.49	90.16	0.53 c	6.29 c
	FRT.EC ₃	66.51	13.74 c	1.82 d	132.76	49.68	7.12	0.60	84.83	0.75 a	10.03 a
TG ₈₀₀	FRT.EC _{1.5}	68.28	13.56 c	1.91 dc	141.00	51.20	6.94	0.67	95.81	0.66 b	7.68 b
	FRT.EC ₃	69.91	19.59 a	2.76 a	141.14	51.13	5.82	0.52	89.95	0.51 c	5.97 cd
Önemlilik Derecesi (TG x FRT.EC)		Ö.D	16.505***	12.601**	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	4.848**	57.039***
Ortalama	TG ₀	69.25	16.18	2.28	140.91	50.78	6.29	0.58	91.38	0.58	6.59b
	TG ₄₀₀	68.00	15.90	2.18	136.91	50.50	6.28	0.55	87.14	0.64	8.16a
	TG ₈₀₀	69.10	16.57	2.32	140.20	51.17	6.38	0.59	93.13	0.59	6.82b
Önemlilik Derecesi (TG)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	21.638***
Ortalama	FRT.EC _{1.5}	69.55	16.50	2.33	141.41	51.33	5.81	0.54	92.48	0.56	6.57
	FRT.EC ₃	68.23	15.93	2.20	137.85	50.30	6.82	0.61	88.94	0.64	7.81
Önemlilik Derecesi (EC)		Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	Ö.D	34.788***

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin FYL-2016-1237 numaralı Yüksek Lisans Tez projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adekiya AO, Agbede TM (2009) Growth and yield of tomato as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 21(1): 10-20.
- Alagöz Z, Yılmaz E, Öktüren F (2006) Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(2): 245-254.
- Black CA (1957) *Soil-plant relationships*. John Wiley and Sons, Inc., Newyork,
- Black CA (1965) *Methods of soil analysis Part 2*. Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin.
- Bouyoucos GJ (1955) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal* 4(9): 434.
- Bower CA, Wilcox LL (1965) Soluble salt methods of soil analysis, *Methods of soil analysis Part 2*, Am. Soc. Agron., No: 9, Madison, pp: 933-940.
- Demirtaş EI, Öktüren Asri F, Özkan FC, Arı N (2012) Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Derim Dergisi* 29(1): 9-22.
- Dikinya O, Mufvanzala N (2010) Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of Soil Science and Environmental Management* 1: 46-54.
- Dinç U, Şenol S, Kapur S, Cangir C, Atalay İ (2001) *Türkiye Toprakları, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51, Ders Kitabı, Adana.*
- Evliya H (1964) *Kültür bitkilerinin beslenmesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 36: 292-294.
- Ewulo BS, Sanni KO (2015) Effects of poultry manure, NPK 15-15-15 fertilizer and their combination on vegetative growth and yield parameter of tomato (*Lycopersicon esculentum* var. mill.). *New York Science Journal* 8(4): 70-75.
- FAO (2018) *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAOSTAT*, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Güvenç İ (2019). Türkiye'de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Tarım ve Doga Dergisi* 22(1): 57.
- Jackson MC (1967). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, pp. 498.
- Kacar B (1972) *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri* Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları: 453, Ders Kitabı, Ankara.
- Kacar B, İnal A (2008) *Bitki analizleri*. Nobel Yayınları: 1241, Ders Kitabı, Ankara.
- Kadiroğlu A, Kaplan M (2000) Değişik düzeylerdeki su tuzluluğu ve gübrelemelerin tek ürün hıyar yetiştiriciliğinde bitki gelişmesi ve verim üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 10(2): 126-138.
- Kalkan H, Gözükara G, Kaplan M (2017) Sera güzlük domates yetiştiriciliğinde yeni eğilim: sıvı organik gübre tüketimi. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences* 2(3): 92-100.
- Kaplan M, Maltaş AŞ (2016) Tavuk Atıklarının Gübre Olarak Kullanılmasında Zorluklar ve Fırsatlar. 3. *International Poultry Meat Congress, Antalya*, s. 176-181.
- Kara E, Erel A (1999) Tavuk gübresinin bazı toprak özelliklerine ve yulaf kuru bitki ağırlığına etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 9 (2), 91-104.
- Korkmaz A, Sürücü A, Horuz A (1996) Sulu ham tavuk gübresinin tarımda organik gübre olarak değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Dergisi* 11(2): 117-125.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil science society of America journal* 42(3): 421-428.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Olsen SR, Sommers EL (1982) Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney 404-430.
- Sönmez İ, Maltaş AŞ, Sarıkaya HŞ, Doğan A, Kaplan M (2019) Tavuk gübresi uygulamalarının domates (*Solanum lycopersicum* L.) gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 32(1): 101-107.
- Şahin S, Altunal N (2008) Etlik Piliç Dışıklarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi ve Önemi, *Veteriner Tavukçuluk Derneği Dergisi* 6(3): 6-7.
- Şeker C, Karakaplan S (1999) Konya ovasında toprak özellikleri ile kırımla değerleri arasındaki ilişkiler. *Journal of Agriculture and Forestry* 29: 190.
- Şensoy S, Abak K, Daşgan HY (1996) Eşdeğer Miktarında Mineral ve Organik Gübre Uygulamalarının Marulda Nitrat Birikimi, Verim ve Kaliteye Etkileri. *GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu, Şanlıurfa*.
- Tavali İE, Uz İ, Orman Ş (2014). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences* 27(2): 119-124.
- Yılmaz E, Alagöz Z (2010) Effects of short-term amendments of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean Region-Turkey *Journal of Food Agriculture & Environment* 8: 859-862.



Polymorphisms in candidate genes associated with egg yield and quality in brown layer pure lines*

Kahverengi yumurtacı saf tavuk hatlarında yumurta verim ve kalitesi ile ilişkili aday genlerdeki polimorfizmler

Taki KARSLI¹, Eymen DEMİR¹, Hüseyin Göktuğ FİDAN¹, Bahar ARGUN KARSLI¹, Mehmet ASLAN¹, Sedat AKTAN², Serdar KAMANLI³, Kemal KARABAG⁴, Emine Şahin SEMERCİ⁵, Murat Soner BALCIOĞLU¹

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058, Antalya,

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32260, Isparta,

³Poultry Research Institute, 06170, Yenimahalle/Ankara,

⁴Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058, Antalya,

⁵Korkuteli Vocational School, Akdeniz University, 07800, Korkuteli/Antalya,

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

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): eymendemir@akdeniz.edu.tr, goktugfidan@hotmail.com, bhrargun@akdeniz.edu.tr, mehmetaslan15@outlook.com, sedataktan@hotmail.com, serdarkamanli@hotmail.com, karabag@akdeniz.edu.tr, sahin@akdeniz.edu.tr, msoner@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 05 March 2020

Received in revised form 28 September 2020

Accepted 29 September 2020

Keywords:

Candidate genes
Chicken lines
Egg quality
Egg yield
PCR-RFLP

ABSTRACT

The aim of the present study was to detect a total of 11 polymorphisms of 6 genes (*OCX32*, *GHR*, *DRD*, *VIP*, *VIPR*, *MR*) related to egg yield and quality in six brown layer lines namely Rhode Island Red-I (RIRI), Rhode Island Red-II (RIRII), Barred Rock-I (BARI), Barred Rock-II (BARI), Colombian Rock (COL) and Line-54 (L5-4) raised in Ankara Poultry Research Institute. A total of 208 samples belonging to RIRI (n= 32), RIRII (n= 32), BARI (n= 40), BARI (n= 32), COL (n= 32) and L-54 (n= 40) were genotyped by PCR-RFLP method. For this reason, a total of 11 polymorphic regions were amplified by PCR and then PCR products were digested with specific restriction endonucleases. Results of the present study showed that polymorphisms and adequate genetic variations were found in *OCX32-ex4/NcoI*, *OCX32-ex2/HpyCH4IV*, *DRD2/BseGI*, *VIPR-1/HhaI*, *VIPR-2/TaqI* and *MR1C/MboI* genes which previously reported to associated with egg quality and yield in different chicken lines. However, conducting the association analysis between these genes and egg yield and quality will be useful. On the contrary, it has been revealed that *GHR-intron 2/HindIII*, *GHR-intron 5/NspI*, *VIP-501/VspI*, *DRD1/BseNI* and *VIP-12/HinfI* polymorphisms cannot be used to increase egg yield and quality due to no detection of desired genotypes or homozygous excess.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 05 Mart 2020

Düzeltilme tarihi 28 Eylül 2020

Kabul tarihi 29 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

Aday genler
Tavuk hatları
Yumurta kalitesi
Yumurta verimi
PCR-RFLP

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Rhode Island Red-I (RIRI), Rhode Island Red-II (RIRII), Barred Rock-I (BARI), Barred Rock-II (BARI), Colombian Rock (COL) ve Line-54 (L-54) isimli altı kahverengi saf yumurtacı tavuk hattında yumurta verim ve kalitesi ile ilişkili olan 6 gende (*OCX32*, *GHR*, *DRD*, *VIP*, *VIPR*, *MR*) toplam 11 polimorfizmin belirlenmesidir. RIRI (n= 32), RIRII (n= 32), BARI (n= 40), BARI (n= 32), COL (n= 32) ve L-54 (n= 40) hatlarına ait toplam 208 örnek PCR-RFLP yöntemiyle genotiplendirilmiştir. Bu amaçla, toplam 11 polimorfik bölge PCR ile çoğaltılmış ve daha sonra PCR ürünleri özgün restriksiyon enzimleriyle kesilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları daha önce farklı tavuk ırklarında yumurta verimi ve kalitesiyle ilişkili olduğu bildirilen *OCX32-ex4/NcoI*, *OCX32-ex2/HpyCH4IV*, *DRD2/BseGI*, *VIPR-1/HhaI*, *VIPR-2/TaqI* ve *MR1C/MboI* genlerinde polimorfizmin ve yeterli genetik varyasyonun bulunduğunu göstermiştir. Bununla birlikte yumurta verim ve kalite özellikleri ile bu genler arasında ilişki analizlerinin yapılması faydalı olacaktır. Aksine, *GHR-intron 2/HindIII*, *GHR-intron 5/NspI*, *VIP-501/VspI*, *DRD1/BseNI* ve *VIP-12/HinfI* gen bölgelerinde istenilen genotiplerin tespit edilememesi ya da homozigot fazlalığından dolayı bu gen bölgelerinin kullanılmayacağı tespit edilmiştir.

*This research was approved by the Ankara Poultry Research Institute Animal Experiments Ethics Committee, Ankara, Turkey (Protocol No: 23.01.2015/03).

1. Introduction

Healthy life of societies depends on consuming animal-derived protein (milk, egg, and meat) at adequate levels (Landi et al. 2017). A large part of protein requirements in Turkey, in which a large part of population lives in centre rather than rural areas, are met by poultry sector due to some advantages of chickens compared to other livestock species. Indeed, chicken meat and egg are not only produced in short period of time but also chickens can be reared with more animals in same unit of area. Chicken egg, containing balanced fatty acids composition, high vitamin, mineral and phospholipids, is one of the main protein resources consumed by children, teenagers, and adults in worldwide (Akbaş et al. 2000; Çelebi and Karaca 2006). Studies on breeding material production in poultry sector are performed only by Ankara Poultry Research Institute in Turkey. Six brown layer pure chicken lines (RIRI, RIRII, BARI, BARIİ, COL and L-54) are raised by Ankara Poultry Research Institute (Göger et al. 2017; Karşlı and Fidan 2019).

In avian, egg production is a complex process controlled by many hormones. Decreased level in blood circulation of Prolactin (*PRL*), one of these hormones, increases egg production. Vasoactive intestinal peptide (*VIP*), released by hypothalamus gland, leads to releasing *PRL* hormone. In addition, Dopamine, and its receptors such as Dopamine D1 (*DRD1*) and D2 (*DRD2*) control *PRL* hormone by provoking *VIP* releasing (Xu et al. 2010; Zhou et al. 2010; Xu et al. 2011). On the other hand, eggshell quality is also important for poultry sector, since consumers demand for products without any damages. Eggshell functions as an antimicrobial barrier in order to protect nutrition content of egg. Delivering eggs without any damages to consumers is an important step in poultry sector.

In chickens, many economically important traits including egg yield and quality show quantitative inheritance. These traits are shaped by genetic structure and many environmental factors such as feed intake and photoperiod length (Lewis and Gous 2006). Today, many candidate genes such as *PRL*, *VIP*, dopamine, gonadotropin releasing hormone (*GnRH*), insulin-like growth factor (*IGF-I*), growth hormone (*GH*), neuropeptide Y (*NPY*), Ovocalycin-32 (*OCX-32*), melatonin and their receptors were reported to be associated with egg yield and quality (Lewis and Gous 2006; Li et al. 2008; Li et al. 2009; Uemoto et al. 2009; Xu et al. 2010; Zhou et al. 2010; Xu et al. 2011; Li et al. 2013; Abdi et al. 2014).

Increasing egg yield and quality by applying traditional selection methods is challenging, since they possess low heritability and are controlled by many genes. Today, however, thanks to developing molecular techniques, genes related to egg yield and quality could be detected at molecular level. By supplementing traditional selection methods with Marker Assisted Selection (MAS), the frequency of desired genotypes associated with higher egg yield and quality could be increased in chicken populations. Hence, this study aimed to determine a total of 11 polymorphisms in 6 genes and their receptors [*OCX32-ex4*, *OCX32-ex2*, *GHR-intron 2*, *GHR-intron 5*, *DRD1*, *DRD2*, *VIP-501*, *VIP-12*, *VIPR-1*, *VIPR-2* and *MR1C* (Melatonin Receptor 1C)] related to egg yield and quality in six brown layer lines by using PCR-RFLP (Polymerase Chain Reaction- Restriction Fragment Length Polymorphism).

2. Material and Methods

2.1. Ethic statement

This research was approved by the Ankara Poultry Research Institute Animal Experiments Ethics Committee, Ankara, Turkey (Protocol No: 23.01.2015/03).

2.2. Blood samples and DNA extraction

A total of 208 blood samples were randomly collected from six brown pure layer lines namely RIRI (n= 32), RIRII (n= 32), BARI (n= 40), BARIİ (n= 32), COL (n= 32) and L-54 (n= 40) raised in Ankara Poultry Research Institute. Approximately 0.5-1 ml blood samples taken from *venous cutanea ulnaris* to vacuum tubes containing EDTA as anticoagulant, were collected and transported to the laboratory and then stored at -20°C until DNA extraction was performed. DNA was isolated from blood samples by using a salting-out method with minor modifications (Miller et al. 1988). DNA quality and quantity were checked using agarose gel (1%) and spectrophotometer (NanoDrop-SD 1000). DNA concentration was adjusted to 50 ng μL^{-1} for PCR-RFLP analysis.

2.3. PCR-RFLP analysis

In this study, a total of 6 different candidate genes together with their receptors were amplified with primer sets reported in previous studies (Table 1). PCR was performed in 20 μL reaction volume containing 1.2 μL HQ buffer (GeneAll), 2.5 mM dNTPs, 10 pM of each primer, 2.5 U *Taq* DNA Polymerase (GeneAll), 50 ng template DNA and 11.4 μL ddH₂O. PCR amplifications were applied in initial denaturation at 94°C for 5 mins, followed by 30 cycles at 94°C for 45 s, at 50-62°C (Table 1) for 45 s and at 72°C for 50 s. The final extension were carried out at 72°C for 5 mins.

In order to genotype the individuals, amplified PCR products were digested with restriction endonucleases. A total of 16 μL RFLP mixture containing 7 μL of amplified PCR products, 2.5-5 U restriction enzymes (Table 1), 1.4 μL 10X buffer and 7 μL nuclease free water, were incubated at 37-65°C for at least 12 hours according to manufacturer instructions (Thermo Scientific Inc.). PCR products were separated on %1 agarose gel electrophoresis at 80 volts for 45 minutes, while RFLP products were separated on %3 agarose gel electrophoresis at 70 volts for 60 minutes.

2.4. Statistical analysis

In this study, to calculate the genotype and allele frequencies in the studied candidate genes, Popgene V. 1.32. (Yeh et al. 1997) package program was used. This software was also used to test the HW equilibrium.

3. Results and Discussion

It has been reported in previous studies that the polymorphisms in studied candidate genes related to egg yield and quality, were SNPs (Li et al. 2008; 2009; 2010; 2013; Uemoto et al. 2009; Zhou et al. 2010; Xu et al. 2011). Therefore, PCR-RFLP was conducted to detect polymorphisms in candidate genes. For this reason, candidate genes were

Table 1. Some descriptive information of studied candidate genes.

Gene	Chr.	Primers (5'-3')	Ann.Temp. (°C)	PCR Size	Restriction Enzyme	Expected Product Size	References
GHR-intron 2	Z	F:GGCTCTCCATGGGTATTAGGA R: GCTGGTGAACCAATCTCGGT	59	718	<i>HindIII</i>	A ₁ A ₁ : 428-290, A ₂ A ₂ :170-258-290	Li et al. 2008
GHR-intron 5	Z	F: ACGAAAAGTGTTCAGTGTTGA R: TTTATCCCGTGTCTCTTGACA	56	740	<i>NspI</i>	CC: 550-190, CD:740, 550, 190, DD:740	Li et al. 2008, 2010
DRD1	13	F:CACTATGGATGGGGAAGGGTTG R: GCCACCCAGATGTTGCAAAATG	62	283	<i>BseNI</i>	AA:111-172, AG:111-172-283, GG: 283	Xu et al. 2010
DRD2	24	F:TGCACATAAAAGCCCACTCACTG R:GCCTGAGCTGGTGGGGGG	60	248	<i>BseGI</i>	CC:248, TC: 248-196, TT: 196	Xu et al. 2011
VIP-501	3	F:GAAACCCATCTCAGTCATCCTA R:ACCACCTATTTTCCTTTTCTACA	55	306	<i>VspI</i>	II: 306, DI: 306-154-152, DD: 154-152	Zhou et al. 2010
VIP-I2	3	F: GCTTGACTGATGCGTACTT R: GTACTACTGCAAATGCTCTG	58	520	<i>HinfI</i>	CC: 480, CT:520-480, TT: 520	Zhou et al. 2010
VIPR-1	2	F:CCCCGTAAACTCAGCAGAC R:CCCAAAGTCCCACAAGGTAA	58	434	<i>HhaI</i>	TT:434, TC: 434-253-181, CC 253-181	Xu et al. 2011
VIPR-2	2	F:CTCCTCAGGCAGACCATCATG R:CTTGACGTATCCTTGGGTAGC	58	486	<i>TaqI</i>	TT:486, TC: 486-310-176, CC 310-176	Xu et al. 2011
OCX32-ex4	9	F: TGTTCCTGATGAAGAGCCAGA R: CTTTGCCACTCTGTAGGCTGT	58	250	<i>NcoI</i>	AA:250 AC:250-194 CC:194	Uemoto et al. 2009
OCX32-ex2	9	F: GCCCACTGGTCAGAAAAGAA R: CCTGCAGAGGAAAAGAGCTG	58	405	<i>HpyCH4IV</i>	TT:237-169, TG: 237-169-151, GG: 237-151	Uemoto et al. 2009
MR1C	4	F: GGTGTATCCGTATCCTCTAA R: GACAGTGGGACAATGAAGT	50	372	<i>MboI</i>	AA:372, AG:372-333, GG:333	Li et al. 2013

amplified by PCR and then digested with specific restriction endonucleases to detect genotypes. Amplified and digested products for DRD2 gene were given as an example in Figure 1 and Figure 2, respectively.

All chicken lines were monomorphic in *GHR-intron 2/HindIII* (A₁A₁ genotype) and *VIP-501/VspI* (II genotype) (data not shown). Similarly, RIRI, RIRII, BARI, BARI and COL populations were monomorphic (CD genotype) in *GHR-intron 5/NspI* polymorphism, while CD and DD genotype frequencies were 0.53 and 0.47, respectively in L-54 line. Additionally, all individuals belonging to BARI, BARI, COL and L-54 were monomorphic (CC genotype) in *VIP-12/HinfI* polymorphism. T allele frequency ranged from 0.47 (RIRI) to 0.50 (RIRII) in *VIP-12/HinfI* polymorphism (Table 2).

In total nine regions, which correspond a large part of studied 11 sites, were found to be polymorphic. In addition, most of studied chicken lines were in Hardy-Weinberg equilibrium for related genes. This situation indicates genetic diversity in chicken lines. Similarly, high genetic diversity was reported in these chicken lines by previous studies based on different molecular marker techniques (Karşlı et al. 2017; Karşlı and Balçoğlu 2019). Despite of conducted selection process for a long time in these chicken lines, high genetic diversity was detected. It is thought that adequate population size and controlled mating process may be the main reason for high genetic diversity, which is promising for sustainable use of these chicken lines and possible selection studies in the future.

It has been reported that polymorphisms in *OCX32* gene are related to egg quality including eggshell colour, albumen height and yolk weight (Fulton et al. 2012). In this study, all chicken

lines were detected to be polymorphic in *OCX32-ex4/NcoI* and *OCX32-ex2/HpyCH4IV* polymorphisms (Table 2). The highest G and T allele frequencies were detected in RIRI (0.64) and COL (0.74) lines, respectively, while the highest GG, GT and TT genotype frequencies were observed in RIRI (0.45), BARI (0.52) and COL (0.52), respectively in *OCX32-ex2/HpyCH4IV* polymorphism. AA genotype frequency ranged from 0.15 (L-54) to 0.78 (BARI), while the highest AC and CC genotype frequencies were observed in RIRI (0.50) and L-54 (0.47) lines, respectively, in *OCX32-ex4/NcoI* polymorphism. CC, AC and AA genotype frequencies were reported as 0.37, 0.44 and 0.19, respectively in Rhode Island Red breed (Uemoto et al. 2009). Genotype frequencies detected in RIRI and RIRII in *OCX32-ex2/HpyCH4IV* polymorphism were accordant with the results reported by Uemoto et al. (2009). The present study showed that six brown chicken lines conserve genetic diversity in *OCX32* gene.

It has been reported that *DRD1* gene is associated with total egg production and broodiness frequency, while *DRD2* gene is related to egg number at 300 days of age in chicken (Xu et al. 2010; 2011). Chickens with AA genotype reported being shown superior number of total egg than chickens with GG and AG genotypes in *DRD1/BseNI* polymorphism (Xu et al. 2010). Additionally, individuals with TT genotype reported being shown superior egg number at 300 days of age than individuals with CC and TC genotypes in *DRD2/BseGI* polymorphism (Xu et al. 2011). Although PCR products were amplified successfully, no genotype was detected in BARI, BARI and L-54 lines due to unexpected RFLP fragments in *DRD1/BseNI*

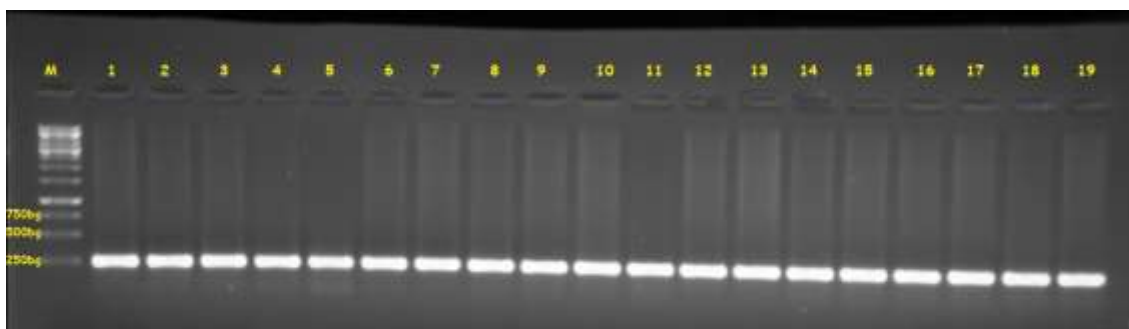


Figure 1. Agarose gel image of PCR products for DRD2 gene (Marker: Thermo, 1 kb, Cat. No: SM0311; 1% agarose gel, PCR band size 248 bp).

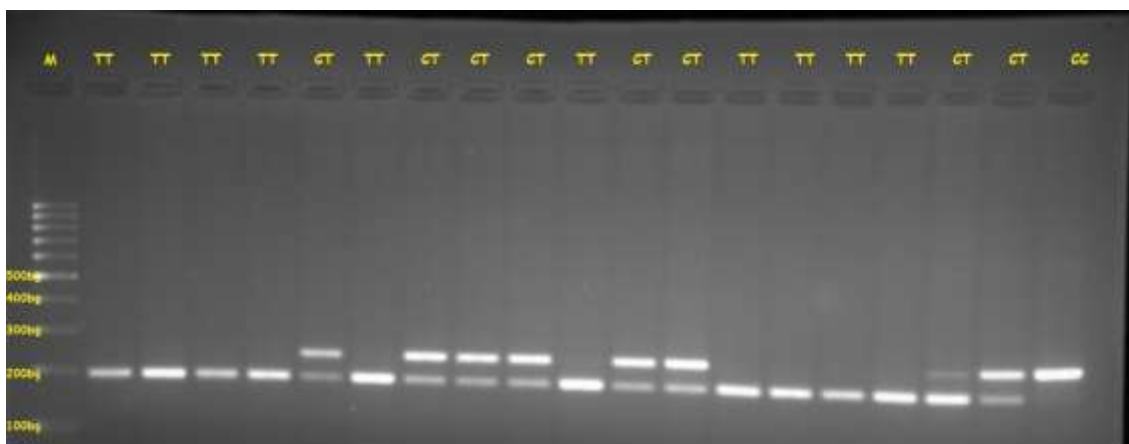


Figure 2. Agarose gel image of digested PCR products of DRD2 gene with *BseGI* restriction enzyme (Marker: Thermo, 100 bp, Cat. No: SM0241; 3% agarose gel, Digested band size CC: 248 bp, CT: 196-248 bp, TT: 196 bp).

Table 2. Allele and genotype frequencies of candidate genes in six brown pure chicken lines.

RIRI								BARI						COL									
Loci	n	Allele Frequency		Genotype Frequency			χ^2	Loci	n	Allele Frequency		Genotype Frequency			χ^2	Loci	n	Allele Frequency		Genotype Frequency			χ^2
GHR-intron2	32	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-	GHR-intron2	40	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-	GHR-intron2	32	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-
GHR-intron5	32	C/0.50	D/0.50	CC/0.00	CD/1.00	DD/0.00	-	GHR-intron5	40	C/0.50	D/0.50	CC/0.00	CD/1.00	DD/0.00	-	GHR-intron5	32	C/0.50	D/0.50	CC/0.00	CD/1.00	DD/0.00	-
DRD1	32	A/0.00	G/1.00	AA/0.00	AG/0.00	GG/1.00	-	DRD1	-	-	-	-	-	-	DRD1	32	A/0.03	G/0.97	AA/0.03	AG/0.00	GG/0.97	32.00 ^b	
DRD2	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-	DRD2	40	C/0.69	T/0.31	CC/0.47	TC/0.42	TT/0.10	0.00 ^a	DRD2	32	C/0.95	T/0.05	CC/0.91	TC/0.09	TT/0.00	0.08 ^a
VIP-501	32	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-	VIP-501	40	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-	VIP-501	32	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-
VIP-I2	32	C/0.53	T/0.47	CC/0.38	CT/0.31	TT/0.31	4.44 ^b	VIP-I2	40	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-	VIP-I2	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-
VIPR-1	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-	VIPR-1	40	C/0.86	T/0.14	CC/0.73	TC/0.27	TT/0.00	1.02 ^a	VIPR-1	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-
VIPR-2	32	C/0.16	T/0.84	CC/0.00	CT/0.31	TT/0.69	1.09 ^a	VIPR-2	40	C/0.69	T/0.31	CC/0.61	CT/0.17	TT/0.22	14.05 ^b	VIPR-2	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-
OCX32-ex4	32	A/0.56	C/0.44	AA/0.31	AC/0.50	CC/0.19	0.01 ^a	OCX32-ex4	40	A/0.89	C/0.11	AA/0.78	AC/0.22	CC/0.0	0.64 ^a	OCX32-ex4	32	A/0.64	C/0.36	AA/0.41	AC/0.47	CC/0.12	0.01 ^a
OCX32-ex2	29	G/0.64	T/0.36	GG/0.45	GT/0.38	TT/0.17	0.93 ^a	OCX32-ex2	35	G/0.63	T/0.37	GG/0.37	GT/0.52	TT/0.11	0.36 ^a	OCX32-ex2	25	G/0.26	T/0.74	GG/0.04	GT/0.44	TT/0.52	0.51 ^a
MR1C	32	A/0.55	G/0.45	AA/0.31	AG/0.47	GG/0.22	0.09 ^a	MR1C	40	A/0.64	G/0.36	AA/0.30	AG/0.68	GG/0.02	8.48 ^b	MR1C	32	A/0.42	G/0.58	AA/0.16	AG/0.53	GG/0.31	0.25 ^a
RIRII								BARI						L-54									
GHR-intron2	32	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-	GHR-intron2	32	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-	GHR-intron2	40	A ₁ /1.00	A ₂ /0.00	A ₁ A ₁ /1.00	A ₁ A ₂ /0.00	A ₂ A ₂ /0.0	-
GHR-intron5	32	C/0.50	D/0.50	CC/0.00	CD/1.00	DD/0.00	-	GHR-intron5	32	C/0.50	D/0.50	CC/0.00	CD/1.00	DD/0.00	-	GHR-intron5	38	C/0.26	D/0.74	CC/0.00	CD/0.53	DD/0.47	4.85 ^b
DRD1	32	A/0.00	G/1.00	AA/0.00	AG/0.00	GG/1.00	-	DRD1	-	-	-	-	-	-	DRD1	-	-	-	-	-	-	-	
DRD2	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-	DRD2	32	C/0.53	T/0.47	CC/0.25	TC/0.56	TT/0.19	0.54 ^a	DRD2	39	C/0.46	T/0.54	CC/0.26	TC/0.41	TT/0.33	1.19 ^a
VIP-501	32	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-	VIP-501	32	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-	VIP-501	40	I/1.00	D/0.00	II/1.00	DI/0.00	DD/0.00	-
VIP-I2	31	C/0.50	T/0.50	CC/0.19	CT/0.62	TT/0.19	1.58 ^a	VIP-I2	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-	VIP-I2	38	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-
VIPR-1	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-	VIPR-1	32	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-	VIPR-1	40	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	TC/0.00	TT/0.00	-
VIPR-2	32	C/0.41	T/0.59	CC/0.31	CT/0.19	TT/0.50	11.96 ^b	VIPR-2	32	C/0.59	T/0.40	CC/0.44	CT/0.31	TT/0.25	3.97 ^b	VIPR-2	40	C/1.00	T/0.00	CC/1.00	CT/0.00	TT/0.00	-
OCX32-ex4	32	A/0.55	C/0.45	AA/0.33	AC/0.42	CC/0.25	1.04 ^a	OCX32-ex4	32	A/0.69	C/0.31	AA/0.53	AC/0.31	CC/0.16	2.38 ^a	OCX32-ex4	39	A/0.35	C/0.65	AA/0.15	AC/0.38	CC/0.47	0.88 ^a
OCX32-ex2	22	G/0.39	T/0.61	GG/0.14	GT/0.50	TT/0.36	0.06 ^a	OCX32-ex2	27	G/0.57	T/0.43	GG/0.37	GT/0.41	TT/0.22	0.75 ^a	OCX32-ex2	33	G/0.41	T/0.59	GG/0.21	GT/0.39	TT/0.40	1.13 ^a
MR1C	32	A/0.42	G/0.58	AA/0.19	AG/0.47	GG/0.34	0.05 ^a	MR1C	32	A/0.91	G/0.09	AA/0.81	AG/0.19	GG/0.00	0.34 ^a	MR1C	39	A/0.58	G/0.42	AA/0.26	AG/0.64	GG/0.10	3.82 ^a

$\chi^2_{0.05,1}$: 3.84; a: Deviation from HWE is non-significant; b: Deviation from HWE is significant.

polymorphism. RIRI and RIRII lines were of GG genotype and desired genotyped (AA) was observed in only COL line at very low frequency (0.03) (Table 2). Except RIRI and RIRII lines, desired genotype (TT) was detected in BARI (0.10) and BARI (0.19) chicken lines at low frequencies in *DRD2/BseGI* polymorphism. However, higher TT genotype frequency (0.33) was observed in L-54 chicken line. These TT genotype frequencies were higher than the value (0.004) reported in Ningdu Sanhuang chicken breed (Xu et al. 2011). It is not surprising, since selection studies have been conducted for studied chicken lines for many years. Additionally, L-54 contains approximately 15% White Leghorn blood, which may cause higher TT genotype frequency. Similarly, Demir et al. (2020) previously reported higher TT frequency (0.00-0.68) in five white pure layer chicken lines obtained from White Leghorn, raising in the same institute.

It is also reported that *VIPR-1* and *VIPR-2* genes are associated with egg number at 300 days in chickens (Xu et al. 2011). Superior values for egg number at 300 days were reported for CC and TC genotypes than TT genotype in *VIPR-1/HhaI* polymorphism and for TT genotype than CC and TC genotypes in *VIPR-2/TaqI* polymorphism (Xu et al. 2011). In the present study, no TT genotype was detected in studied lines, while CC genotype was detected in all chicken lines except for BARI. On the contrary, no desired genotype (TT) was detected in COL and L-54 chicken lines in *VIPR-2/TaqI* polymorphism. However, TT genotype was observed at high frequency in RIRI (0.69) and RIRII (0.50) and at low frequency in BARI (0.22) and BARI (0.25). CC, TC and TT frequencies were reported as 0.935, 0.060 and 0.005, respectively in Ningdu Sanhuang chicken (Xu et al. 2011); 0.64, 0.29 and 0.07, respectively in Vietnam Voi chicken (Ngu et al. 2015) in *VIPR-1/HhaI* polymorphism. CC, TC and TT frequencies were reported as 0.698, 0.209 and 0.093, respectively in Ningdu Sanhuang chicken (Xu et al. 2011); 0.48, 0.33 and 0.19, respectively in Vietnam Voi chicken (Ngu et al. 2015) in *VIPR-2/TaqI* polymorphism. The higher TT frequency was observed RIRI, RIRII, BARI and BARI than Ningdu Sanhuang (Xu et al. 2011) and Vietnam Voi (Ngu et al. 2015) chickens.

Li et al. (2013) reported that *MRIC/MboI* polymorphisms are associated with both age at first egg and egg number at 300 days and in chickens in which individuals with AG genotype showed superior egg number at 300 days than individuals with GG and AA genotypes. In the present study, no GG genotype and low AG frequency (0.19) was detected in BARI line, whereas AG frequency were ranged from 0.47 (RIRI and RIRII) to 0.68 (BARI) in other brown chicken lines in *MRIC/MboI* polymorphism (Table 2). Also, the highest A and G allele frequencies were 0.91 (BARI) and 0.58 (RIRII and COL), respectively. Similar AG frequency (0.60) was reported in Wenchang chicken (Li et al. 2013).

Today, genes associated with higher egg production and quality traits can be detected at molecular level by using developing molecular techniques. Additionally, the frequency of desired genotypes with higher egg production and quality traits can be increased by supplementing traditional selection methods with MAS. In this context, the present study revealed that *OCX32-ex4/NcoI* and *OCX32-ex2/HpyCH4IV* polymorphisms may be used in order to increase egg quality, while *DRD2/BseGI*, *VIPR-1/HhaI*, *VIPR-2/TaqI* and *MRIC/MboI* polymorphisms may be chosen in order to increase egg yield in brown chicken lines reared in Ankara Poultry Research Institute. On the contrary, *GHR-intron 2/HindIII*, *GHR-intron*

5/NspI, *VIP-501/VspI*, *DRD1/BseNI* and *VIP-12/HinfI* cannot be used in MAS due to lack of desired genotypes (or at very low frequencies) in studied chicken lines. Still, *GHR-intron 5/NspI* polymorphism may be used for only L-54 line; *VIP-12/HinfI* polymorphism for only RIRI and RIRII chicken lines in MAS.

4. Conclusion

This is the first comprehensive study aimed to determine polymorphisms in a total of 11 polymorphisms of 6 genes related to egg yield and quality in six brown layer lines including RIRI, RIRII, BARI, BARI, COL and L-54 reared in Ankara Poultry Research Institute by using PCR-RFLP. The results of this study can be helpful for MAS studies conducted in six brown chicken lines reared in Ankara Poultry Research Institute in future. In the future MAS studies may be carried out based on loci which were found only to be polymorphic in this study. However, we highly recommended that conducting the association analysis between polymorphic loci and egg yield and quality with adequate number of chickens before applying MAS studies.

Acknowledgments

This work was supported by The Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University (Project Number: FBA-2015-756). In addition, we would like to thank staffs of Ankara Poultry Research Institute for providing blood samples.

References

- Abdi M, Seyedabadi H, Gorbani A (2014) Prolactin and NPY gene polymorphism and its associations with production and reproductive traits in west-Azerbaijan native chicken. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 3: 39-45.
- Akbay R, Yalçın S, Ceylan N, Orhan E (2000) Türkiye tavukçuluğunda gelişmeler ve hedefler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği 5. Teknik Kongresi, Cilt II, Ankara, s. 795-810.*
- Çelebi Ş, Karaca H (2006) Yumurthanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37: 257-265.
- Demir E, Karşlı T, Fidan HG, Argun Karşlı B, Aslan M, Aktan S, Kamanlı S, Karabağ K, Şahin Semerci, E, Balcıoğlu MS (2020) Polymorphisms in some candidate genes associated with egg yield and quality in five different white layer pure lines. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 26: 735-741.
- Fulton JE, Soller M, Lund AR, Arango, Lipkin E (2012) Variation in the ovocalyxin-32 gene in commercial egg-laying chickens and its relationship with egg production and egg quality traits. *Animal Genetics* 43: 102-113.
- Göger H, Demirtaş ŞE, Yurtoğulları Ş, Taşdemir AN, Şenkal UE, Boyalı B (2017) Breeding studies on pure lines at Poultry Research Institute. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 14: 30-38.
- Karşlı T, Balcıoğlu MS, Demir E, Fidan HG, Aslan M, Aktan S, Kamanlı S, Karabağ K, Şahin E (2017) Determination of polymorphisms in IGF-I and NPY candidate genes associated with egg yield in pure layers chicken lines reared in the Ankara Poultry Research Institute. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 5: 1051-1056.
- Karşlı T, Balcıoğlu MS (2019) Genetic characterization and population structure of six brown layer pure lines using microsatellite markers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 32: 49-57.

- Karşlı T, Fidan HG (2019) Assessment of genetic diversity and conservation priorities among five White Leghorn Lines based on SSR markers. *Animal Science Papers and Reports* 37: 311-322.
- Landi F, Calvani R, Tosato M, Martone AM, Picca A, Ortolani E, Saveria G, Salini S, Ramaschi M, Bernabei R, Marzetti E (2017) Animal-derived protein consumption is associated with muscle mass and strength in community-dwellers: Results from the Milan Expo survey. *Journal of Nutrition, Health and Aging* 21: 1050-1056.
- Lewis PD, Gous RM (2006) Effect of final photoperiod and twenty-week body weight on sexual maturity and early egg production in broiler breeders. *Poultry Science* 85: 377-383.
- Li HF, Zhu WQ, Chen KW, Wu X, Tang QP, Gao YS (2008) Associations between GHR and IGF-1 Gene polymorphisms, and reproductive traits in Wenchang Chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 32: 281-285.
- Li HF, Zhu WQ, Chen KW, Wu X, Tang QP, Gao YS, Song WT, Xu HL (2009) Polymorphism in NPY and IGF-I genes associate with reproductive traits in Wenchang chicken. *African Journal of Biotechnology* 8: 4744-4748.
- Li HF, Zhu WQ, Chen KW, Song W, Shu J, Han W (2010) Effects of the polymorphisms of GHR gene and IGF-1 gene on egg quality in Wenchang chicken. *Research Journal of Poultry Science* 3: 19-22.
- Li DY, Zhang L, Smith DG, Xu HL, Liu YP, Zhao XL, Wang Y, Zhu Q (2013) Genetic effects of melatonin receptor genes on chicken reproductive traits. *Czech Journal of Animal Science* 58: 58-64.
- Miller S, Dykes D, Plesky HA (1988) Simple salting out procedure for extracting DNA from human cells. *Nucleic Acids Research* 16: 1215.
- Ngu NT, Xuan NH, Vu CT, An NT, Dung TN, Nhan NTH (2015) Effects of genetic polymorphisms on egg production in indigenous Noi chicken. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 3: 487-493.
- Uemoto Y, Suzuki C, Sato S, Ohtake T, Sasaki O, Takahashi H, Kobayashi E (2009) Polymorphism of the ovocalyxin-32 gene and its association with egg production traits in the chicken. *Poultry Science* 88: 2512-2517.
- Xu HP, Shen X, Zhou M, Fang M, Zeng H, Nie Q, Zhang X (2010) The genetic effects of the dopamine D1 receptor gene on chicken egg production and broodiness traits. *BMC Genetics* 11: 1-10.
- Xu HP, Zeng H, Zhang DX, Jia XL, Luo CL, Fang MX, Nie QH, Zhang QX (2011) Polymorphisms associated with egg number at 300 days of age in chickens. *Genetics and Molecular Research* 10: 2279-2289.
- 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.
- Zhou M, Du Y, Nie Q, Liang Y, Luo C, Zeng H, Zhang X (2010) Associations between polymorphisms in the chicken VIP gene, egg production and broody traits. *British Poultry Science* 51: 195-203.



Some morphological and physiological characteristics of South Karaman sheep II. Curly pelt and wool features*

Güney Karaman koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri II. Bukleli post ve yapağı özellikleri

Dilek Tüney BEBEK¹, Mahmut KESKİN²

¹Mustafa Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Animal Science, Hatay

²Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Hatay

Corresponding author (Sorumlu yazar): M. Keskin, e-mail (e-posta): mkeskin@mku.edu.tr

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

ARTICLE INFO

Received 08 April 2020
Received in revised form 29 September 2020
Accepted 29 September 2020

Keywords:

Fineness
Length
Astrakhan

ABSTRACT

This study was carried out to determine the pelt and some wool characteristics of South Karaman sheep. The animal material of the study was selected from the South Karaman sheep raised by the nomadic system in Tarsus district of Mersin province. Lambs were observed during the birth period to determine the pelt status. In order to determine the fineness and length characteristics of the fleece, wool samples were taken from the rib area of lambs and ewes. These samples were evaluated with instrumental analysis devices. At the end of the study, it was determined that the lambs of this breed could have astrakhan-like, curly pelt. In addition, it was determined that the thickness and length of fleece in lambs and ewes varies between 29.1 μ and 32.4 μ ($P>0.05$) and between 23.8 cm and 36.5 cm ($P<0.01$), respectively.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 08 Nisan 2020
Düzeltilme tarihi 29 Eylül 2020
Kabul tarihi 29 Eylül 2020

Anahtar Kelimeler:

İncelik
Uzunluk
Astragan

ÖZ

Bu çalışma Güney Karaman koyunlarında post durumu ve bazı yapağı özelliklerini belirlemek için yapılmıştır. Çalışmanın hayvan materyali Mersin ili Tarsus ilçesinde göçer sistem ile yetiştirilen Güney Karaman koyunlarından seçilmiştir. Kuzular doğum döneminde post durumları için gözlemlenmiştir. Yapağıda incelik ve uzunluk özelliklerini belirlemek için kuzu ve koyunların kaburga bölgelerinden örnekler alınmıştır. Bu örnekler enstrümantal analiz cihazları ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda bu ırkın kuzularının astragan benzeri bukleli post verebildikleri belirlenmiştir. Ayrıca, kuzu ve koyunlarda yapağı incelik ve uzunluğunun sırası ile 29.1 ve 32.4 mikron ($P>0.05$) ve 23.8-36.5 cm ($P<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

1. Introduction

Sheep farming in Turkey is generally carried out with native breeds under semi-intensive or extensive conditions. The degree of semi-intensive rearing conditions may change depending on the region and even the condition and habits of the breeders. In this context, herd management is very different in nomadic animal husbandry. Nomadic sheep breeders graze their animals in the pastures without supplemental feeding during the circulation from sea level to the mountain depending on the season all of the year. In this circulation, the breeders, who spend the winter months in the temperate regions by the sea, begin to migrate to the highlands when the spring comes and spend the summer months in the plateaus approximately at altitude of 2000 meters. Another feature of this breeders is that they prefer native breeds (Keskin et al. 2017; Aydın and Keskin 2018; Bebek and Keskin 2018; Karagöl and Keskin 2018).

Nomadic sheep breeders in Mersin region mostly prefer South Karaman sheep named as Güney Karaman in Turkish. Although this indigenous breed is generally bred primarily for meat and then milk yield (Bebek and Keskin 2018), their lambs give different peltry fur similar to Karakul lambs (Özcan 1989; Öztürk 2000). However, unfortunately, it has not been possible to find a study in which South Karaman sheep is evaluated in terms of the production potential of astrakhan, which is an important product for the world market.

The nomads named as yörük in Turkish call the South Karaman sheep as "black sheep" (Bebek and Keskin 2018). These are durable animals that are well adapted to rural areas and have tolerance to cold and hot weather conditions. Since milk yields are enough for only one lamb, twin births are not required for this breed. The animals migrate between the sea

* The study was carried out with the approval of the Mustafa Kemal University Ethics committee (MKUHADYEK-2017/9-3).

level and the areas of the Taurus Mountains at an altitude of 2000-2500 m to take advantage of the climatic conditions (Ministry of Agriculture and Forestry 2020).

Karakul lambs, which are thought to be related to South Karaman, also have curly fur until the third day after birth (Özcan 1989; Öztürk 2000; Erol and Akçadağ 2009). Ertuğrul et al. (2009) reported that South Karaman lambs are known for their curly hides. They stated that lambs of this breed could produce hides that can be used for making astrakhan fur, even if it is not like as Karakul quality.

It should be remembered that any kind of resources can be used in the best way when needed for the country's economy. In this study, both for this reason and to contribute to the literature, it was aimed to determine the post productability of lambs as well as some wool characteristics of ewes in South Karaman sheep.

2. Material and Methods

The animal material of the study consisted of 100 head of female and 10 head of male South Karaman sheep and their lambs, which were reared in the nomadic system in Tarsus district of Mersin. Fleece samples to detect the fineness and length were taken from 20 head of male lambs and 10 head of ewes. The study was carried out with the approval of the Mustafa Kemal University Ethics committee (MKUHADYEK-2017/9-3).

In order to determine the post structure, the lambs were observed daily for 3 days after the birth. Approximately 50 g of wool sample was taken from the rib region of the sheep with a clipper on 30 April 2018 for the fineness and length determination in the fleece. Fleece samples of each sheep were put in separate nylon bags together with the labels containing the sheep's ear number. Fibres length analysis was done with USTER® FL100 device. After the ends of the fibres were aligned and combed, it was automatically measured with the USTER® FL100 device. The USTER® FL100 device uses the capacitive measuring method, which includes a capacitor that measures the fibre samples placed in the fibre length measuring unit at 1200 points. Fibre diameter (fineness) analysis was done with OFDA 100 (Optical Fibre Diameter Analyzer) device. Measuring with optical principles, this instrument determines the average diameter of 4000-5000 fibres in minutes. Statistical analysis of the study was evaluated with SPSS package program.

The mathematical model for fleece fineness and length is as follows;

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Y_{ij} , recorded value of the animal in the i^{th} age group

μ , mean of the population

α_i , effect of age groups

e_{ij} , error term

3. Results and Discussion

Astrakhan is the name given to the pelt or skin with wool obtained from Karakul sheep. Especially in Central Asian geography, valuable clothing such as headdress and fur coat are produced from this post, which is a valuable product, and these items can be marketed at high prices. Although it was stated by

Özcan (1989) and Öztürk (2000) that the lambs of the South Karaman sheep also had pelts with curling fleece similar to Karakul lambs when they were born, but unfortunately, any different literature on this subject could not be encountered. For this reason, in this study, where the South Karaman sheep breed was defined with different characteristics, the lambs also observed the postnatal pelt structures too. As a result of these observations, it was determined that lambs differed in their post structures and colour. The lambs of this breed were usually black or blackish lead colour, but some of them could be in different colours (such as brown, white, pied) (Figure 1). In terms of pelt characteristics; sometimes while one of the twins had curly-pelt, the other was not so (Figure 2). These differences may have resulted from the formation of South Karaman sheep as a result of crossbreeding of different breeds. In some literatures, it is stated that South Karaman sheep is a crossbred of Karakul sheep, White Karaman sheep and Dağlıç sheep (Özcan 1989; Porter et al. 2016).

It is known that Karakul lamb pelt production is in different regions of Central Asia (MEB 2013). Yılmaz (1997) reported that sheep breeding has a predominant place in animal production in the Karakalpak Mukhtar Republic, an autonomous republic in the Uzbekistan region, and Karakul sheep has an important place in animal husbandry. The researcher stated that Karakul lamb pelt was sold in this region at a price of 40-50 USD. Today, where human nutrition is the most important problem, the slaughtering of Karakul lambs at the age of 1-3 days for fur production can be considered as meat loss. However, in the region where this production is made, such a lamb is sold at the price of a lamb that has completed its fattening. Since the cost for fattening is eliminated and the mother's milk also creates extra income for the breeder during the suckling period, lamb production for fur can continue in these regions.

In South Karaman lambs, those with curly pelts were identified when they were born (Figure 2 and 3). However, an examination of their curls and post quality could not be made in this study. Although both South Karaman and Karakul lambs have curly pelts, the culture, conscience and religious feelings of Turkish breeders prevent them from producing lamb for fur.

Some of South Karaman lambs were born with glossy, tightly curled fur, however on the 3rd day the curls unraveled (Figure 4 and 5). There is no data in the literature about this change of curl structure in South Karaman lambs. We know that the curls of Karakul sheep disappear within a few days after birth, and the black colour that is dominant for this breed turns gray with the advancement of age (MEB 2011; MEB 2013; Snyman 2014). Therefore, lambs should be slaughtered within 3 days following birth for fur production.

Wool characteristics are also among the criteria used in defining breeds. Fineness and length are the most important objective criteria of wool. The fineness and length determined in the lambs and adult ewes randomly selected from the experimental sheep were given in Table 1. As can be seen from this Table, the thickness and length values were determined as $29.1 \pm 1.55 \mu$ and $32.4 \pm 1.81 \mu$, 23.8 ± 2.32 cm and 36.5 ± 4.22 cm in lambs and adult sheep, respectively. The difference in fineness between lambs and adult sheep was determined as insignificant ($P > 0.05$) and the length difference as significant ($p < 0.05$).

No previous study on fleece fineness and length has been found in South Karaman sheep. These values determined in the



Figure 1. South Karaman sheep lambs.



Figure 2. Twin born South Karaman sheep lambs.



Figure 3. The appearance of South Karaman sheep lamb on the first day curls.



Figure 4. Curl appearance on the second day.



Figure 5. Curl appearance on the third day.

Table 1. Wool fineness and length values in South Karaman sheep.

Age	Fineness (μ)	Length (mm)
Lambs	29.1 \pm 1.55 (20)	23.8 \pm 2.32 (20)
Ewes	32.4 \pm 1.81 (10)	36.5 \pm 4.22 (10)
Significance	>0.05	<0.01
Total	30.2 \pm 1.21 (30)	28.0 \pm 2.33 (30)

current study are compared with the values of Karakul, Dağlıç and White Karaman sheep that are considered to be related to this sheep breed (Özcan 1989). The fleece fineness determined in the present study was similar with the values reported as 27.96, 30.17 and 30.99 microns for White Karaman sheep by different researchers (Çolakoğlu and Özbeyaz 1999; Ünal et al. 2004; Tuncer and Cengiz 2018). On the other hand, the

determined fineness value was thinner than those of Karakul sheep, which was reported as 39.11 microns by Küçük et al. (2000) and 37.99 microns by Erol and Akçadağ (2009). Also, it was seen that the detected fineness value in current study was similar to the fineness value reported by Sönmez et al. (2009) for Dağlıç sheep as 27-31 microns.

It was seen in the table that the fibre length was different between lambs and ewes. This may be due to the fact that the lambs were 6 months old when they were sheared. Wool length of ewes was longer than the length value of Dağlıç sheep (11-18 cm) reported by Sönmez et al. (2009). On the other hand, the wool length was similar to the value for White Karaman sheep reported by Tuncer and Cengiz (2018) as 30.99 cm and longer than the value for Karakul sheep reported by Küçük et al. (2000) as 7.34 cm.

4. Conclusion

It is known that South Karaman sheep, which is bred with an extensive and even nomadic animal husbandry system, is resistant to harsh conditions. Therefore, this sheep should be kept as a pure breed because of the advantages that have for global climate change. Besides, meat and milk, other yield alternatives can be also evaluated for the sustainable rearing of this breed. In this context, the results obtained in the present study are important in terms of showing that it could be produced astrakhan fur from South Karaman lambs, even if they are not in Karakul quality. In addition, it can be said that the fleece quality of South Karaman sheep is coarse and mixed quality.

Acknowledgments

This manuscript has been prepared as part of a PhD thesis entitled as "Some Morphological and Physiological Features of South Karaman Sheep". The authors would like to thank HMKU Coordinatorship of Scientific Research Projects (Project No: 17.D.002) which provides financial support to the study.

References

- Aydın M, Keskin M (2018) Muğla ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31: 317-323.
- Bebek DT, Keskin M (2018) Mersin ilinde koyun yetiştiriciliğinin mevcut durumu bazı verim ve yapısal özellikleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2):315-323.
- Çolakoğlu N, Özbeyaz C (1999) Akkaraman ve Malya koyunlarının bazı verim özelliklerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 23: 351-360.
- Erol H, Akçadağ Hİ (2009) Halk elinde yetiştirilen Karagül koyun sürülerinde bazı verim özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 49(2): 91-104.
- Ertuğrul M, Dellal G, Soysal İ, Elmacı C, Akın O, Aras S, Barıtcı İ, Pehlivan E, Yılmaz O (2009) Türkiye yerli koyun ırklarının korunması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 97-119.
- Karagöl E, Keskin M (2018) Problems of nomadic goat breeders and their effects on forest. *Mugla Journal of Science and Technology* 4(1): 11-15.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, Gündüz Z (2017) Kıl Keçisi yetiştiriciliğinin organik üretim bakımından uygunluğu. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(13): 1700-1704.
- Küçük M, Yılmaz O, Ateş CT (2000) Morkaraman, Hamdani ve Karagül yapağlarının halı tipi yapağı özelliklerine göre değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 11(2): 54-59.
- MEB (2011) T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Kimya Teknolojisi, Kürklük Deriler. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/K%C3%BCrk%C3%BCk%20Deriler.pdf. Accessed 04 April 2019.
- MEB (2013) T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Hayvan Yetiştiriciliği, Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği. <http://docplayer.biz.tr/12421685-Hayvan-yetiştiriciligi.html> Accessed 26 February 2019.
- Ministry of Agriculture and Forestry (2020) Yerli koyun ırkları. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Hayvanc%C4%B1%C4%B1k/K%C3%BCk%C3%A7%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvanc%C4%B1k/Koyun%20Yeti%C5%9Ftiriciligi%C4%9F/Yerli%20Koyun%20Irk%C4%B1.pdf>. Accessed 07 April 2020.

- Özcan L (1989) Küçükbaş Hayvan Yetiştirme-II. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 108, Adana.
- Öztürk A (2000) Koyunculuk ve Yapağı. Selçuk Üniversitesi Zootekni Bölümü Ders Notları. Konya.
- Porter V, Alderson L, Hall SJG, Sponenberg DP (2016) *Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding*. 2 Volume Pack. Nosworthy way Wallingford Oxfordshire OX108DE UK.
- Snyman MA (2014) South African Sheep Breeds: Karakul sheep. Info-pack ref. 2014/019. Grootfontein Agricultural Development Institute.
- Sönmez R, Kaymakçı M, Eliçin A, Tuncel E, Wassmuth R, Taşkın T (2009) Türkiye koyun ıslahı çalışmaları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 43-65.
- Tuncer S, Cengiz F (2018) Akkaraman, Anadolu Merinosu, Ile de France X Akkaraman (G1) ve Ile de France X Anadolu Merinosu (G1) melezlerinde yapağı verim ve özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 28(3): 353-357.
- Ünal N, Akçapınar H, Atasoy F, Koçak S, Aytaç M (2004) Akkaraman, Sakız Akkaraman ve Kıvrıkcık x Akkaraman melezleri (F1, G1) ile Karayaka ve Bafra koyunlarda canlı ağırlık ve yapağı özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 44 (2): 15-22.
- Yılmaz S (1997) Karakalpak Türkleri ve bugünkü Karakalpakistan. *Yeni Türkiye, Türk Dünyası Özel Sayısı* 3(16): 1320-1329.

* The study was carried out with the approval of the Mustafa Kemal University Ethics committee (MKUHADYK-2017/9-3).

Hakemlere teşekkür

Acknowledgement of reviewers

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES, 33. Ciltte basılan makalelere çok değerli katkıları için aşağıda adları listelenmiş olan hakemlere teşekkür eder.

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES thanks to reviewers listed below for their enormous contribution to the articles published in Volume 33.

Acar, Cengiz	Emiroğlu, Dilek	Öner, Yasemin
Acir, Nurullah	Erbaş, Sabri	Özer, Göksel
Akan, Kadir	Erdal, İbrahim	Özsoy, Abdullah Nuri
Akbulut, Mikail	Erşahin, Sabit	Özsensoy, Yusuf
Akkemik, Ebru	Ertan, Engin	Öztokat Kuzucu, Canan
Akkol, Suna	Ertek, Ahmet	Özyılmaz, Ümit
Akyüz, Bilal	Ertürk, Yakup Erdal	Polat, İlnur
Alkan Torun, Ayfer	Fidan, Hakan	Polat, Mehmet
Arı, Esin	Goncu, Serap	Polat, Süleyman
Arık, İbrahim Zafer	Göçmen Taşkın, Belgin	Saltuk, Burak
Arslan, Hakan	Gökdoğan, Osman	Sandal Erzurumlu, Gülden
Arslan, Mehmet	Gölküçü, Muharrem	Saraçoğlu, Türker
Arslan, Ümit	Gübbük, Hamide	Sesveren, Sertan
Atalay, Emine	Güldür, Mehmet	Sevinç, Volkan
Ataseven, Yener	Gündoğan, Recep	Soya, Seçkin
Ateş, Fadime	Gündoğdu, Sedat	Söğüt, Zerrin
Atılgan, Atılgan	Horuz, Ayhan	Sönmez İlker,
Aydın, Adnan	Işın, Şule	Sütyemez, Mehmet
Aydınlı, Gökhan	Kafkas, Ebru	Tamer, Canan
Aytekin, İbrahim	Kamberoğlu, Muharrem	Tarhan, Kubra
Başaran, Burçin	Kamiloğlu, Önder	Taşcıoğlu, Yavuz
Bayram, Mustafa	Kandemir, Dilek	Tekin, Arif Behiç
Bayramoğlu, Zeki	Kapur, Burçak	Tolay, İnci
Baysal, Filiz	Karadavut, Ufuk	Topaloğlu, Fatih
Boyacı, Sedat	Karakayacı, Zuhal	Torun, Osman
Bozdoğan Sert, Elif	Karaman, Ozan	Tölu, Cemil
Ceylan, Figen	Karaman, Süleyman	Tuna Güneş, Nurdan
Coşge Şenkal, Belgin	Karayel, Davut	Türker, İsmail
Çalış, Özer	Karlı, Bahri	Türker, Ufuk
Çalışkan, Mikail	Karlıdağ, Semiramis	Uçak, Ali Beyhan
Çelik, Şenol	Keskin, İsmail	Uçar, Yusuf
Çelik, Yusuf	Kıymaz, Sultan	Ulaş, Simin
Çetinbaş, Melike	Kızıl, Ünal	Uranbey, Serkan
Çiçek, Gıyasettin	Kızılkaya, Kadir	Uyak, Cüneyt
Çokuysal, Burçin	Koçak, Erhan	Ünal, Mesude
Çulal Kılıç, Handan	Koşkan, Özgür	Ünlü, Levent
Çullu, Mehmet Ali	Kök Taş, Tugba	Ünlü, Mustafa
Dağdelen, Necdet	Köse, Bülent	Üzen, Neşe
Dağıstan, Erdal	Kul, Ertuğrul	Vursavuş, Kubilay
Dalkılıç, Zeynel	Kuştutan, Fulya	Yakupoğlu, Tuğrul
Demirkaya, Mustafa	Malaslı, Mehmet Zahid	Yanar, Yusuf
Demiroğlu, Demet	Mercan, Levent	Yaşar, Fikret
Dertli, Enes	Müjdeci, Metin	Yegül, Uğur
Devran, Zübeyir	Niyaz, Özge	Yıldırım, Ali
Dinler, Havva	Onaran, Abdurrahman	Yıldız, Mehmet Ali
Doğan, Adnan	Onus, Ahmet	Yılmaz, Deniz
Doğan, Kemal	Orman, Şule	Yılmaz, Erdem
Dursun, Atilla		
Elmasulu, Safinaz		

Cilt içeriği, Cilt 33**Volume content, Volume 33****Sayı/Number: 1 (Nisan/April 2020)**

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
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 (<i>Solanum melongena</i>) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları Virus diseases in eggplant (<i>Solanum melongena</i>) cultivation in Antalya province H. FİDAN, P. SARIKAYA	27-35
Detection of <i>Spiroplasma citri</i> from citrus trees in Turkey by molecular techniques Türkiye’de turunçgil ağaçlarında moleküler tekniklerle <i>Spiroplasma citri</i> ’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
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 H. E. OKTAY, R. ERDOĞAN	51-57
Akdeniz Bölgesi doğal <i>Celtis australis</i> genotiplerinin çimlenme özelliklerine ekim öncesi uygulamaların etkileri Effect of pre-sowing treatments on germination characteristics of <i>Celtis australis</i> genotypes native to Mediterranean Region A. DURAK, O. KARAGÜZEL	59-66
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 A. ALKAN, B. ÖZKAN	67-72
Examining the functioning of public social assistance system: The case of Antalya Kamu sosyal yardım sistemi işleyişinin incelenmesi: Antalya örneği H. T. ABDOUL-AZIZE, C. SAYIN	73-78
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 Y. KARAKAYA, B. ÖZKAN	79-83
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 R. ÖZDEMİR ÇİFÇİ, N. DEMİRBAŞ	85-91

Evaluation of different mechanical harvesting systems of table olive (<i>Olea europaea</i> cv. Gemlik) Sofralık zeytinde farklı mekanik hasat sistemlerinin değerlendirilmesi (<i>Olea europaea</i> cv. Gemlik) M. YALÇIN, F. N. ALAYUNT, B. ÇAKMAK.....	93-99
Adana ilinde TOPSIS yöntemi ile kuraklık analizi Drought analysis by TOPSIS method in Adana M. ÖZFİDANER, E. GÖNEN, S. KARTAL.....	101-106
Programlanabilir lojik kontrolör (PLC) tarafından yönetilen bir tartılı lizimetre sisteminin geliştirilmesi Development of a weighting lysimeter system operated by a programmable logic controller (PLC) C. GENÇOĞLAN, S. USTA, S. GENÇOĞLAN.....	107-115
Mikrodalga destekli distilasyon ve ekstraksiyon metodlarının rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) ve anason (<i>Pimpinella anisum</i> L.) meyvelerinin uçucu yağ oranına etkisi 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 N. KARA, H. BAYDAR, S. ÇAKAN.....	117-122
Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> Desf.) çeşitlerinin doku kültürü parametrelerine tepkisi Response of some durum wheat (<i>Triticum durum</i> Desf.) genotypes on tissue culture parameters B. BENLİOĞLU, N. KOÇAK, M. AVCI BİRSİN.....	123-128
Alüvyial fizyografyalar üzerinde gelişen farklı topraklarda arazi değerlendirme çalışmaları Land evaluation studies on different soils developing on alluvial physiographies O. ŞİMŞEK, S. ALTUNBAŞ, B. Ç. DEMİREL, G. GÖZÜKARA.....	129-135
Farklı çinko form ve dozlarının mısırın kuru madde verimi üzerine etkisi Effect of zinc forms and doses on dry matter yield of maize E. DUYMUŞ, M. GENCER, O. AYDIN, R. YERLİKAYA, M. B. TORUN.....	137-143
Determination of <i>SacII</i> and <i>MboII</i> 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 <i>SacII</i> ve <i>MboII</i> polimorfizmlerinin belirlenmesi E. DEMİR, B. ARGUN KARSLI, T. KARSLI, M. S. BALCIOĞLU.....	145-148
<u>Sayı/Number: 2 (Ağustos/August 2020)</u>	
Aşılı asma (<i>Vitis vinifera</i> L.) fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan tutma ve gelişme özellikleri üzerine etkileri Applying mycorrhizas by different methods on grafted rooted vines (<i>Vitis vinifera</i> L.) sapling performance and growth characteristics İ. KORKUTAL, E. BAHAR, T. TEKSÖZ ÖZAKIN.....	149-157
Bağcılıkta etkili sıcaklık toplamı hesaplamasında kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması Comparison of various methods of effective heat summation calculations in viticulture B. AKTÜRK, H. İ. UZUN.....	159-165
Net örtü sistemi altında muz yetiştirme olanakları Growing possibilities of banana in net covering system L. ALTINKAYA, H. GÜBBÜK.....	167-174
Variations in seed quality of primed onion seed lots during storage at -20°C Ön uygulama yapılmış soğan tohumlarını -20°C’de depolamanın tohum kalitesine etkisi E. ÖZDEN, N. MEMİŞ, E. S. NJIE, C. OZDAMAR, S. MİS, İ. DEMİR.....	175-180
Topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde bitki gelişme parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin modellenmesi Modelling of the effect of light and temperature on the development parameters of tomatoes in the soilless cultures M. ÖZKAPLAN, A. BALKAYA.....	181-187
Yaprakbitlerinden elde edilen bazı fakültatif endosimbiyont türlerin moleküler karşılaştırılması Molecular comparison of some facultative endosymbiotic species obtained from aphids G. SATAR.....	189-194

Resistance reactions of onion landraces collected from Turkey to the stem and bulb nematode <i>Ditylenchus dipsaci</i> Türkiye’den toplanan yerel soğan çeşitlerinin soğan sak nematodu <i>Ditylenchus dipsaci</i> ’ye dayanıklılık reaksiyonları E. YAVUZASLANOĞLU, V. S. OZSOY	195-199
Akdeniz meyve sineği <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)’nın elma bahçelerinde popülasyon değişimleri üzerinde araştırmalar Studies on population development of Mediterranean fruit fly <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in apple orchards P. TİFTİKCİ	201-206
Yerel, yabani ve ticari kabakgillerde külleme hastalık etmenlerinin belirlenmesi, tanınması ve dayanıklılığın araştırılması Determination and identification of powdery mildews on domestic, wild and commercial cucurbits M. YÜCESON, M. İ. TEK, Ö. ÇALIŞ	207-214
Kırmızı ve mor sebzelerle hazırlanan kombucha çaylarının kalite özelliklerinin belirlenmesi Determination of quality properties of kombucha teas prepared with red and purple vegetables G. AKARCA, O. TOMAR	215-222
<i>Axinella damicornis</i> süngerinden izole edilen sucul bakterilerin proteaz üretkenliklerinin araştırılması ve üretilen proteaz enziminin kısmi karakterizasyonu Investigation of protease productivity of marine bacteria isolated from <i>Axinella damicornis</i> sponge and partial characterization of produced protease H. B. ÇOBAN	223-229
Coğrafi işaretli Alanya avokadosu ile yoğurt üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması Investigating some properties of yogurt produced using Alanya avocado with geographical indication M. E. ÖNER, A. TARHAN, M. D. ÖNER	231-237
Farklı yöntemlerle konsantre edilen kefirlerin fizyokimyasal ve mikrobiyolojik bazı özelliklerinin belirlenmesi Determination of some physicochemical and microbiological properties of kefir concentrated by different methods M. DEMİR, D. ÖZKISA	239-246
Tohum kaplama makinası kazan çapının marul (<i>Lactuca sativa</i> L.) tohumunda bazı kaplama kriterlerine etkisi Effect of hopper diameter of seed coating machine on some coating criteria in lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.) seed A. F. HACIYUSUFOĞLU	247-252
Performance of a large seed vacuum planter for bare and pelleted onion seeds Büyük tohumların ekimde kullanılan bir hava emişli hassas ekim makinasının çıplak ve peletle kaplı soğan tohumlarını ekim başarısı D. KARAYEL, F. HACIYUSUFOĞLU, M. CANAKCI, M. TOPAKCI	253-258
Mısır-mısır pası uyumlu interaksiyonunda ekspresyonu değişim gösteren genlerin DDRT-PCR analizi DDRT-PCR analysis of the expressional modulation showing genes in the maize-maize rust compatible interaction H. ÇILKOL, M. A. SÜDÜPAK	259-265
Antalya Demre ilçesinde faaliyet gösteren seraların yapısal özellikleri üzerine bir araştırma A research on the structural properties of greenhouses in Demre district of Antalya İ. KILIÇ, B. YAYLI, A. DANABAŞ	267-274
Retrotranspozon temelli moleküler belirteçler kullanılarak Türk arpa (<i>Hordeum vulgare</i> L.) çeşitlerinin genomik karakterizasyonu Genomic characterization of Turkish barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) cultivars using retrotransposons-based molecular markers H. SİPAHİ, A. YUMURTACI	275-283
Kumlu tın ve killi tın toprakta kokopit uygulamasının tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası üzerine etkisi Effect of cocopeat application on field capacity and permanent wilting point in sandy loam and clay loam soil P. ALABOZ, T. ÇAKMAKCI	285-290
Tarla koşullarında doymamış toprak hidrolik iletkenliğinin belirlenmesi ve matematiksel modellenmesi Determination of unsaturated hydraulic conductivity at field conditions and mathematical modeling A. SARIYEV, S. SESVEREN, Y. TÜLÜN, H. KAMAN, M. ACAR	291-298
Ordu ilindeki sığırcılık işletmelerinin ırk tercihinin ve önemli sorunlarının belirlenmesi Determination of breed preference and important problems of cattle enterprises in Ordu province S. ALKAN, Z. GÜNEY	299-302

Sayı/Number: 3 (Aralık/December 2020)

Yüksek rakımda yetiştirilen bazı sofralık üzüm çeşitlerinin fenolojik ve kalite özellikleri Phenology and quality characteristics of table grape cultivars grown in high elevation H. İ. UZUN, B. KILINÇ	303-308
Farklı mikrobiyal gübrelerin boysenberry çeliklerinin köklenmesi üzerine olan etkileri Effects of different microbial fertilizers on rooting of boysenberry cuttings S. ŞENER, C. N. DURAN	309-313
The effect of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications on mineral contents of grape leaves Aminoetoksivinilglisin (AVG) uygulamalarının üzüm yapraklarının mineral içeriğine etkisi Z. BABALIK	315-319
Patlıcan fidelerine yapılan UV-B ışın uygulamalarının fidelerde bitki besin maddesi içeriğine etkisi Effects of UV-B irradiation on plant nutrient contents of eggplant seedlings S. CANBAY, E. POLAT	321-325
Organik yetiştirilen Trakya İlkeren üzüm çeşidinin verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi Investigation of yield and quality characteristics of the organically grown Trakya İlkeren grape variety N. BALBABA	327-333
Determination of effects of some fungicides used in hazelnut growing areas against <i>Trichoderma</i> species Fındık üretim alanlarında kullanılan bazı fungusitlerin <i>Trichoderma</i> türlerine karşı etkilerinin belirlenmesi E. YILDIRIM, I. O. OZDEMIR, M. TURKKAN, C. TUNCER, R. KUSHIYEV, I. ERPER	335-340
Amerika domates genetik kaynakları merkezinden temin edilen domates hatlarının <i>Fusarium</i> etmenlerine karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi Identification of resistance reactions of tomato accessions to <i>Fusarium</i> pathogens obtained from American tomato genetics resources center S. CAN, G. ERBERK, Ö. ÇALIŞ	341-346
Arı sütü 10- Hidroksi-2-Dekanoik asit (10-HDA) miktarı ne olmalıdır? What should be the amount of 10- Hydroxi-2-Decanoic Acid (10-HDA) in royal jelly? M. KESKİN, A. ÖZKÖK, F. YAYLACI KARAHALİL, S. KOLAYLI	347-350
Kırşehir ilinde bulunan zirai ilaç bayilerinin mevcut durumu ve sorunlarının değerlendirilmesi Evaluation of plant protection products dealers' current situation and their problems in Kırşehir province H. D. SAĞLAM ALTINKÖY, K. AKAN, A. KAN, A. KORKMAZ	351-359
Türkiye su ürünleri yetiştiricilik politikalarının Avrupa Birliği Ortak Balıkçılık Politikası kapsamında SWOT analizi yöntemiyle değerlendirilmesi Evaluating of Turkey aquaculture policy within the scope of the Common Fisheries Policy by SWOT analysis S. ATAGÜL ÖZTÜRK, S. YILMAZ	361-367
RTK GPS alıcısının yön açısı ölçüm doğruluğunun dijital pusula yardımı ile belirlenmesi Determining the heading angle measurement accuracy of RTK GPS receiver by the help of digital compass İ. ÜNAL	369-374
Plant molecular pharming is a promising system for cost-effective production of veterinary vaccines Bitki moleküler üretimli ilaçlar, veteriner aşularının uygun maliyetli üretimi için umut verici bir sistemdir T. MAMEDOV, B. GULEC, G. MAMMADOVA	375-380
Antalya bölgesi sulama şebekelerinin değerlendirilmesi Evaluation of the irrigation schemes in the Antalya region S. KARTAL, H. DEĞİRMENCİ	381-388
Damla sulama uygulamalarının ayçiçeğinin su kullanımı, vejetatif gelişme ve verim parametrelerine etkileri The effects of drip irrigation applications on sunflower water use, vegetative growth and yield parameters B. SALBAŞ, T. ERDEM	389-396
Lizimetre kullanılarak Maraş 18 çeşidi ceviz ağacının su tüketiminin belirlenmesi Determination of water consumption of Maras 18 type walnut tree using lysimeter C. GENÇOĞLAN, S. GENÇOĞLAN, S. USTA	397-403
SSR marker analysis of plant height in sweet sorghum [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] Şeker sorgumunda [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] bitki boyunun SSR marker analizi B. GUDEN, E. YOL, C. ERDURMUS, B. UZUN	405-410

Stabilize ve kurutulmuş evsel arıtma çamurundan humik asit eldesi ve çim (<i>Lolium Perenne L.</i>) yetiştiriciliğinde kullanımı Obtaining humic acid from stabilized and dried domestic sewage sludge and its utilization in grass (<i>Lolium Perenne L.</i>) growth Ş. ORMAN, H. OK, M. FAHAD, A. ÖZGÜR.....	411-416
Effect of biochar applications on certain quality parameters and lettuce yield (<i>Lactuca sativa L.</i>) Biochar uygulamalarının marul (<i>Lactuca sativa L.</i>)'un bazı kalite parametreleri ve verimi üzerine etkisi M. M. GALADIMA, A. L. ABDUL AZIZ, E. YILMAZ, I. UZ.....	417-424
Tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (<i>Solanum lycopersicum</i>) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri Effects of chicken manure and fertigation ECs on yield and quality in greenhouse spring tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) cultivation N. ATA, M. KAPLAN.....	425-431
Polymorphisms in candidate genes associated with egg yield and quality in brown layer pure lines Kahverengi yumurtacı saf tavuk hatlarında yumurta verim ve kalitesi ile ilişkili aday genlerdeki polimorfizmler T. KARSLI, E. DEMİR, H. G. FİDAN, B. ARGUN KARSLI, M. ASLAN, S. AKTAN, S. KAMANLI, K. KARABAĞ, E. Ş. SEMERCİ, M. S. BALCIOĞLU.....	433-439
Some morphological and physiological characteristics of South Karaman sheep II. Curly pelt and wool features Güney Karaman koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri II. Bukleli post ve yapağı özellikleri D. T. BEBEK, M. KESKİN.....	441-445
Hakemlere teşekkür/Acknowledgement of reviewers.....	447
Cilt içeriği/Volume content (Cilt/Vol. 33).....	449-453
Yazar dizini/Author index.....	455

Yazar dizini

Author index

- Abdoul-Azize, H. Taffa 33: 73
 Abdul Azız, Abdul Latif 33: 417
 Acar, Mert 33: 291
 Akan, Kadir 33: 351
 Akarca, Gökhan 33: 215
 Aktan, Sedat 33: 433
 Aktürk, Burak 33: 159
 Alaboz, Pelin 33: 285
 Alayunt, Fazilet N. 33: 93
 Ali, Qasid 33: 9
 Alkan, Ahmet 33: 67
 Alkan, Sezai 33: 299
 Altinkaya, Lokman 33: 167
 Altunbaş, Sevda 33: 129
 Argun Karşlı, Bahar 33: 145, 433
 Aslan, Mehmet 33: 433
 Ata, Nermin 33: 425
 Atagül Öztürk, Simge 33: 361
 Avcı Birsin, Melehat 33: 123
 Aydın, Oğuzhan 33: 137
 Babalık, Zehra 33: 315
 Bahar, Elman 33: 149
 Balbaba, Nazan 33: 327
 Balcıoğlu, Murat Soner 33: 145, 433
 Balkaya, Ahmet 33: 181
 Baloğlu, Saadetin 33: 37
 Baydar, Hasan 33: 117
 Bayram, Süleyman 33: 1
 Bebek, Dilek Tüney 33: 441
 Benlioğlu, Berk 33: 123
 Boyacı, Selma 33: 15
 Can, Semra 33: 341
 Canakci, Murad 33: 253
 Canbay, Serkan 33: 321
 Çağlar, Behçet Kemal 33: 37
 Çakan, Seher 33: 117
 Çakmak, Bülent 33: 93
 Çakmakçı, Talip 33: 285
 Çalı, Özer 33: 207, 341
 Çilkol, Hatice 33: 259
 Çoban, Hasan Buğra 33: 223
 Danabaş, Ayşegül 33: 267
 Değirmenci, Hasan 33: 381
 Demir, Eymen 33: 145, 433
 Demir, İbrahim 33: 175
 Demir, Muammer 33: 239
 Demirbaş, Nevin 33: 85
 Demirel, Bayram Çağdaş 33: 129
 Djelouah, Khaled 33: 37
 Draiss, Mounira Inas 33: 37
 Durak, Ayşe 33: 59
 Duran, Canan Nilay 33: 309
 Duymuş, Ebru 33: 137
 Erberk, Gülşen 33: 341
 Erdem, Tolga 33: 389
 Erdoğan, Reyhan 33: 51
 Erdurmus, Cengiz 33: 405
 Erkan, Mustafa 33: 9
 Erper, İsmail 33: 335
 Fahad, Moilim 33: 411
 Fidan, Hakan 33: 27, 43
 Fidan, Hüseyin Göktuğ 33: 433
 Galadima, M. Mahamane 33: 417
 Gencer, Murat 33: 137
 Gençoğlu, Cafer 33: 107, 397
 Gençoğlu, Serpil 33: 107, 397
 Gönen, Engin 33: 101
 Gözükara, Gafur 33: 129
 Gübbük, Hamide 33: 167
 Guden, Birgül 33: 405
 Gulec, Burcu 33: 375
 Güney, Zeki 33: 299
 Hacıyusufoğlu, A. Fatih 33: 247, 253
 Kaman, Harun 33: 291
 Kamanlı, Serdar 33: 433
 Kan, Arzu 33: 351
 Kaplan, Mustafa 33: 425
 Kara, Nimet 33: 117
 Karabağ, Kemal 33: 433
 Karaca, Gürsel 33: 21
 Karagüzel, Osman 33: 59
 Karakaya, Yeşim 33: 79
 Karayel, Davut 33: 253
 Karşlı, Taki 33: 145, 433
 Kartal, Sinan 33: 101, 381
 Kaya, Fatma 33: 21
 Keskin, Mahmut 33: 441
 Keskin, Merve 33: 347
 Kılıç, İlker 33: 267
 Kılınç, Bircan 33: 303
 Koçak, Nilüfer 33: 123
 Kolaylı, Sevgi 33: 347
 Korkmaz, Ali 33: 351
 Korkutal, İlknur 33: 149
 Küçükönder, Hande 33: 15
 Kurubas, Mehmet Seçkin 33: 9
 Kushiyeve, Rahman 33: 335
 Mamedov, Tarlan 33: 375
 Mammadova, Gulshan 33: 375
 Memiş, Nurcan 33: 175
 Mis, Serpil 33: 175
 Njie, Ebrima S. 33: 175
 Ok, Hüseyin 33: 411
 Oktay, Hilmi Ekin 33: 51
 Orman, Şule 33: 411
 Ozdamar, Cihat 33: 175
 Öner, Manolya Eser 33: 231
 Öner, Mehmet Durdu 33: 231
 Özdemir Çifçi, Ruşan 33: 85
 Özdemir, I. Oguz 33: 335
 Özden, Eren 33: 175
 Özfidaner, Mete 33: 101
 Özgür, Aylin 33: 411
 Özkan, Burhan 33: 67, 79
 Özkaplan, Melek 33: 181
 Özkısa, Demet 33: 239
 Özkök, Aslı 33: 347
 Ozsoy, Volkan Soner 33: 195
 Polat, Ersin 33: 321
 Sağlam Altinköy, H. Didem 33: 351
 Salbaş, Buse 33: 389
 Sarıkaya, Pelin 33: 27
 Sarıyev, Alhan 33: 291
 Satar, Gül 33: 37, 189
 Sayın, Cengiz 33: 73
 Semerci, Emine Şahin 33: 433
 Sesveren, Sertan 33: 291
 Sipahi, Hülya 33: 275
 Südüpak, Mehmet Ali 33: 259
 Şener, Sevinç 33: 309
 Şimşek, Ozan 33: 129
 Tarhan, Aslı 33: 231
 Tek, Mümin İbrahim 33: 207
 Teksöz Özakin, Tuğba 33: 149
 Tepe, Seyla 33: 1
 Tiftikçi, Papatya 33: 201
 Tomar, Oktay 33: 215
 Topakçı, Mehmet 33: 253
 Torun, M. Bülent 33: 137
 Tülün, Yusuf 33: 291
 Tuncer, Celal 33: 335
 Turkkın, Muharrem 33: 335
 Usta, Selçuk 33: 107, 397
 Ustun, Hayri 33: 9
 Uz, İlker 33: 417
 Uzun, Bulent 33: 405
 Uzun, Halil İbrahim 33: 159, 303
 Ünal, İlker 33: 369
 Yalçın, Muammer 33: 93
 Yavuzaslanoglu, Elif 33: 195
 Yaylacı Karahalil, Fatma 33: 347
 Yaylı, Büşra 33: 267
 Yerlikaya, Reyhan 33: 137
 Yıldırım, Elif 33: 335
 Yılmaz, Erdem 33: 417
 Yılmaz, Serpil 33: 361
 Yol, Engin 33: 405
 Yüceson, Mustafa 33: 207
 Yumurtacı, Ayşen 33: 275

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) zorundadır 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) 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 onaya ait kurul adı, tarih ve sayı no vb. bilgiler makalede (Makale Kapak Sayfasında ve Materyal-Metot 'da) belirtilmeli ve Etik Kurul Onay 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 açıklamaları 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 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. Kapak Sayfası: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri (posta adresi, e-mail adresi) ayrıca yazar ORCID numara(lar)ını içermelidir. Sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir. Ayrıca Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) bu bölümde verilmelidir.

2. Makale: Makaleler, A4 boyutundaki kâğıda 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 dâhil (şekil ve çizelgeler hariç) 16 sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir. Makalede yazar(lar)a ait bilgi (ad ve unvan) verilmemelidir. 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. Ayrıca Etik Kurul izni gerektiren çalışmalara ait izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) bu bölümde (Yöntem) verilmelidir.

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 *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.

Kitap:

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

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 3rd 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 (*Vitexagnus-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 (*Gypsophilapaniculata* 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 taşımalıdır. 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 ayracı 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⁻¹; 18.9g/cm³ değil, 18.9 g cm⁻³; 1.8µmol/s/m² değil, 1.8 µmol s⁻¹ m⁻²).

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: "*Lupinusvarius* (L.)...dır.", "*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.". Tüm Latince isimler *italik* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu 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) 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. 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. Ethics Committee Report which is the name of the board, date and number of approval, etc. information should be specified in the manuscript (on the Manuscript Cover Page and Material-Method).

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).

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 coverpage: Should contain the title, names of the author(s) and addresses including the corresponding author's name and full contact details in addition the author(s) must contain the ORCID number(s).

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

The manuscript should not be longer than **16** pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables). The information (name and title) of the author(s) should not be given in the article. 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. In addition, information regarding the permit (name of the board, date and number no of approval) of the studies requiring Ethics Committee permit should be provided in this section (Method).

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 (System 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⁻¹, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm⁻³, instead of 18.9 g/cm³; 1.8 μmol s⁻¹ m⁻², instead of 1.8 μmol/s/m²).

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) 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

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

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.