

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



Volume: 33
Number: 2
Year: August 2020
E-ISSN: 2528-9675

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Davut KARAYEL
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

Doç. Dr. Hasan MEYDAN

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: **2**

Yıl/Year: Ağustos/August **2020**

Editörler Kurulu/Editorial Board

Baş Editör/Editor-in-Chief

Prof. Dr. Erdem YILMAZ

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

Editörler/Editors

Prof. Dr. Harun KAMAN

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

Prof. Dr. Mehmet TOPAKCI

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

Prof. Dr. Ersin POLAT

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

Doç. Dr. Mehmet Aydın AKBUDAK

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

Dr. Öğr. Üyesi Nisa MENCET YELBOĞA

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

Doç. Dr. Aşkın GALIÇ

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

Prof. Dr. Taner AKAR

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

Doç. Dr. İrfan TURHAN

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

Doç. Dr. İlker UZ

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

Prof. Dr. Meryem ATİK

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

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

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

Prof. Dr. A. Michele Stanca

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

İdari editör/Managing Editor

Dr. Buket YETGİN UZ

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

Danışma Kurulu/Advisory Board

Assoc. Prof. Dr. Gerard C. ADAMS

Michigan State University, United States

Prof. Dr. Ali Ramazan ALAN

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Vedat CEYHAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Anne FRARY

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Prof. Dr. Jörg HINRICHS

Hohenheim University, Germany

Prof. Dr. Nilgöl 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

- Aşılı asma (*Vitis vinifera* L.) fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan tutma ve gelişme özellikleri üzerine etkileri**
Applying mycorrhizas by different methods on grafted rooted vines (*Vitis vinifera* 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

Bitki Koruma/Plant Protection

- 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 *Ditylenchus dipsaci***
Türkiye’den toplanan yerel soğan çeşitlerinin soğan sak nematodu *Ditylenchus dipsaci*’ye dayanıklılık reaksiyonları
E. YAVUZASLANOĞLU, V. S. OZSOY..... 195-199
- Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)’nın elma bahçelerinde popülasyon değişimleri üzerinde araştırmalar**
Studies on population development of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (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

Gıda Bilimi ve Teknolojisi/ Food Science and Technology

- 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
<u>Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering</u>	
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
<u>Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology</u>	
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
<u>Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation</u>	
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
<u>Tarla Bitkileri/Field Crops</u>	
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
<u>Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition</u>	
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
<u>Zootekni/Animal Science</u>	
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



Aşılı asma (*Vitis vinifera* L.) fidanlarına farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan tutma ve gelişme özellikleri üzerine etkileri*

Applying mycorrhizas by different methods on grafted rooted vines (*Vitis vinifera* L.) sapling performance and growth characteristics

İlknur KORKUTAL¹, Elman BAHAR¹, Tuğba TEKSÖZ ÖZAKIN²

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

²Biotek Biyoteknoloji Tarım, Turgutbey Köyü, Banka Tarla Mevkii, 13. Pafta 2659 Parsel, Lüleburgaz, Kırklareli

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Korkutal, e-posta (e-mail): ikorkutal@nku.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): ebahar@nku.edu.tr, tgb.tksz@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 12 Aralık 2018
Düzeltilme tarihi 30 Nisan 2020
Kabul tarihi 22 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Alphonse Lavelleé
Razaki
1103P
Mikoriza
Fidan özellikleri

ÖZ

Bu araştırma 2015 yılında Edirne ili Uzunköprü ilçesi 41° 15' 59.22" K enlem ve 26° 40' 43.17" D boylamı arasında yer alan Teksöz Tarım'a ait arazide, içerisinde; torf + perlit + yavaş salınımlı gübre karışımı bulunan 10 L'lik saksılara dikilen 1 yaşındaki Alphonse Lavelleé/1103P ve Razaki/1103P fidanlarında yürütülmüştür. Omcalara iki farklı (Symbion Vesikular Arbuskular Mikoriza, Shubhodaya Vesikular Arbuskular Mikoriza) mikoriza kokteyli; 4 farklı şekilde (Kontrol, Dikim ortamı, Kök, Kök + Dikim ortamı) uygulanmıştır. Araştırmanın amacı; farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların fidan randımanı, kalitesi ve fidan gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemektir. Ayrıca, mikorizaların fidanların besin alımına etkileri de araştırılmıştır. Denemede; fidan tutma oranı, sürgün, yaprak ve kök özellikleri belirlenmiş; yaprak, sürgün ve kökte bulunan mineral madde analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak her iki aşı kombinasyonunda ve her iki farklı mikorizal preparatta genç omcalara en yararlı uygulama harca yapılan uygulama olduğu ortaya konmuştur.

ARTICLE INFO

Received 12 December 2018
Received in revised form 30 April 2020
Accepted 22 June 2020

Keywords:

Alphonse Lavelleé
Razaki
1103P
Mycorrhiza
Young grapevine characteristics

ABSTRACT

Research was conducted in Teksoz Tarım, between 41° 15' 59.22" K latitude and 26° 40' 43.17" D longitude in the province of Uzunkopru in Edirne province in 2015. One year old young grapevines were planted in 10 L pots filled with peat + perlite + slow release fertilizer mixture was carried out in Alphonse Lavelleé/1103P and Razaki/1103P saplings. Two different mycorrhiza cocktails (Symbion Vesicular Arbuscular Mycorrhiza, Shubhodaya Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) were applied to the young grapevines four different methods (Control, Planting mixture, Root, Root + Planting mixture). The purpose of this research; to determine the effects of mycorrhiza applied with different methods on young grapevines performance, quality and development. In addition, the effects of mycorrhiza on young grapevines nutrient intake were investigated. In the trial; young grapevine performance, shoot, leaf and root characteristics were examined; leaf, shoot, and root mineral compounds were analyzed. As a result, it has been demonstrated that the most beneficial application to young grapevine in both grafting combinations and both different mycorrhizal preparations is the application to the soil mixture.

*Bu makale 3. yazar Tuğba Teksöz Özakin'in Yüksek Lisans Tezi'nin bir kısmıdır.

1. Giriş

Ülkemiz topraklarının büyük kısmı filoksera ile bulaşık olduğundan aşılı köklü asma fidanı kullanımı, üzüm üretiminin en temel aşamasıdır. Bağcılığımızın yeterince gelişememe nedenlerinin başında da asma fidanı üretimindeki yetersizlik gelmektedir (Çelik ve ark. 1998). Dünya ve Türkiye'de aşılı asma fidanı üretiminde pek çok sorun yaşanmakta ve bu nedenle üretilen fidan randımanı düşmektedir (Bahar ve ark.

2006). Öte yandan bağ kurmak için öncelikle nitelikli fidanlara sahip olmak gereklidir (Korkutal ve ark. 2009).

Arbusküler mikorizal mantarlara yarının tarımında önemli faktörler olarak büyük önem atfedilmektedir (Kara 2010). Bağcılıkta dengeli beslenme ve bitki direncinin sağlanması gibi etkiler simbiyotik mikroorganizmalar tarafından sağlanmakta;

saf veya mikorizal preparasyonlar halinde son yıllarda dünya genelinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Bayram 2000, Kara ve Bağçevli 2012). Vesiküler Arbusküler Mikorizaların (VAM) gerek asma fidanı üretiminde gerekse bağa dikilen fidanların büyüme, gelişme ve uyum gibi performanslarını artırmaya yönelik pozitif etki yaptıkları, bazı araştırmacılara göre de etkisi olmadığı yönündedir (Eroğlu 2014). Schubert ve ark. (1985), asmalara aşılama yapıldıktan sonra, bitkiler kaldırılma bile VAM'ların toprakta yaşamaya devam ettiğini belirtmişlerdir.

Korkutal ve ark. (2017a, 2017b), araştırmalarında 2 yaşlı Syrah/110R üzüm çeşidi fidanlarına dikimden önce uyguladıkları *Trichoderma harzianum*' un 20 g L⁻¹ lik dozunun fidan tutma ve gelişmesi üzerine olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Kılıç (2014), farklı anaç çeşit kombinasyonlarında 5 ticari mikoriza preparatı Roots Deep Gel, Endo Roots, Myco Apply, Bio-one ve Biovam uygulaması, fidan randıman ve kalitesine hem anaç türü hem de mikoriza uygulamalarının farklı düzeyde etki ettiğini kaydetmiştir. Eroğlu (2014), uygulamalarının etkisinin sadece 1103P'ne aşılı Alphonse Lavallée çeşidinde sürgün çapını artırıcı yönde olduğunu ve fidan randımanlarının %33-55 arasında değiştiğini, uygulamalar ve anaçlardan etkilenmediğini ortaya koymuştur. Korkutal ve ark. (2018), Merlot/110R fidanlarına uygulanan *Trichoderma harzianum*'un koltuk sürgünü toplamı, ana sürgünde bulunan toplam koltuk sürgünü sayısı, ana sürgün çapı, yan kök yaş ağırlığı ve genel sürgün kuru ağırlığı üzerine azaltıcı etkiler yaptığını ortaya koymuşlardır.

Anzanello ve ark. (2011), Bağçevli (2010), Mattheou ve ark. (1994), Özer (2011), Schreiner ve ark. (2005) arbusküler mikoriza mantarlarının genotiplerin, vejetatif gelişimi ile mineral beslenmelerini olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır. Ayrıca Kara ve ark. (2011a) ile Kara ve Bağçevli (2012), farklı mikorizaları kullandıklarında fidan gelişme değerlerinin olumlu yönde etkilendiğini ve ümit var sonuçlara erişildiğini bildirmişlerdir. Öte yandan Bavaresco ve ark. (2010), fotosentez hızıyla birlikte bitkilerde toplam kuru madde ve demir (Fe) ile kök stilben konsantrasyonun da arttığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Bayram (2000), Eftekhari ve ark. (2010), Karagiannidis ve ark. (1995) ile Nogales ve ark. (2009) sürgün uzunluğu ve yaprak alanında artış olduğunu belirlemişlerdir. Kavak (2006), fidan randıman değerinin %87'ye eriştiğini bulmuştur. Eroğlu ve Çelik (2015), uygulanan mikorizanın fidan randımanı ve sürgün uzunluğuna etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Mikoriza uygulamalarının sürgün çapında Bayram (2000), Karagiannidis ve ark. (1995) sürgün kuru ve yaş ağırlığında artış sağladığını belirtmişlerdir. Eroğlu ve Çelik (2015) ise mikoriza uygulamasının sürgün çapına istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Kılıç (2014) ise uygulamaların sürgün çapı, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı ve ağırlığına etkilerinin anaçlara göre farklılık gösterdiğini ifade etmiştir.

Nikolaou ve ark. (2002), çalışma sonucu mikorizal asmaların yaprak azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca); Bayram (2000) ise P ve K; Karagiannidis ve ark. (1995) P konsantrasyonlarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın Kılıç (2014) mikoriza uygulamalarının yaprakların P, K, çinko (Zn), Ca, Fe ve magnezyum (Mg) konsantrasyonuna etkisinin anaçlara göre değiştiğini ancak bunun genellikle olumlu yönde etkili olduğunu bulmuştur. Kara ve ark. (2011b),

sürgün dokularının N, P, Ca, Mg, Fe, mangan (Mn), Zn, bor (B) konsantrasyonlarında sağlanan artışlar bakımından önemli sonuçlar elde etmişlerdir. Trouvelot ve ark. (2015) mikoriza uygulamalarının topraktaki P, N ve diğer besin elementlerinin düzenli alımını sağladığını ve toprağa verilen P miktarını da azalttığını belirtmişlerdir. Holland ve ark. (2019), Schreiner (2020) ve Velásquez ve ark. (2020), mikoriza uygulamalarının abiyotik stres faktörlerine dayanımı artırdığını ifade etmişlerdir. Cabral ve ark. (2015)'da, mikorizaların topraktaki iz element alımına yardımcı olduğunu öne sürmüştür.

Bu çalışma ile farklı yöntemlerle uygulanan mikorizaların Razakı/1103P ve Alphonse Lavallée/1103P aşılı kombinasyonlarına sahip bir yaşındaki fidanların randımanı, kalitesi ve fidan gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca, uygulamaların fidan köklerinde mikorizaların gelişme durumları ve fidanların besin maddelerinin alımı yönünden oluşturduğu farklılıklar da araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma 2015 yılı vejetasyon periyodunda, Edirne ili Uzunköprü ilçesi 41° 15' 59.22" K enlem ve 26° 40' 43.17" D boylamı arasında yer alan Teksöz Tarım'a ait alanda yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak yan yana dizilmiş içerisinde torf (1) + perlit (2) + yavaş salınımlı gübre karışımı (multicote-25 g/saksı) bulunan 10 L saksılara, 1 yaşlı 1103P anaç üzerine aşılı Razakı ve Alphonse Lavallée asma fidanları dikilmiştir. Fidanlara tutma ve gelişmeyi artırması için biyolojik materyal olarak T. Stanes & Co. Ltd. firması tarafından üretilmiş olan Symbion-VAM (*Glomus fasciculatum*) ve Cosme Group tarafından üretilen Shubhodaya-VAM (üç farklı *Glomus* mikoriza mantarının konsorsiyumu) ticari preparatları kullanılmıştır. Her iki preparat 300 g + 150 g toz şeker ile karıştırılmıştır. Bu şekilde saksı başına 15 g kuru mikoriza uygulaması yapılmıştır. Bu dozlar ürün paketlerinin üzerinde asma için önerilen dozlardır.

Shubhodaya-VAM (Sh-VAM) ve Symbion-VAM (Sy-VAM) için 4 farklı uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalar; U1 (Kontrol): Harca ve fidan köküne herhangi bir mikoriza uygulaması yapılmamış, U2: Harca mikoriza uygulaması yapılmış, fidan köküne herhangi bir mikoriza uygulaması yapılmamış, U3: Harca ve fidana mikoriza uygulanmış ve U4: Harca mikoriza uygulaması yapılmamış, fidan köküne mikoriza uygulaması yapılmıştır. Her çeşit için 96 fidanın kullanıldığı denemede toplam 192 fidan ile deneme yürütülmüştür. Araştırma fidan dikimi ve uyanan gözlerin gelişiminin sağlandığı dönemde üzerine örtü serilmiş bir alanda arazi koşullarında yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme deseninde kurulmuştur. Her biyolojik materyale ait ana etki Alphonse Lavallée Uygulama Ana Etkisi (ALUAE) ve Razakı Uygulama Ana Etkisi (RUAE) olarak ayrı ayrı belirlenmiştir.

2.1. İstatistiki analiz

Biyolojik Materyal x Uygulama İnteraksiyonlarının istatistiki analizlerinde MSTAT-C programı kullanılmıştır. Ortaya çıkan farklar arasında ise LSD testi yapılmıştır. Biyolojik Materyal Ana Etkisini (BMAE) incelerken ise tekerrür ortalamaları alınmıştır.

2.2. İncelenen kriterler

Araştırmada iklime bağlı olarak fenolojik gelişme aşamaları kaydedilmiştir. Ayrıca; fidan tutma oranı (%), ana sürgün çap (mm) ve uzunluk değişimi (cm), ana sürgün sayısı (adet), bitki başına toplam yaprak sayısı (adet), yaprak alanı (cm²), yaprak yaş ve kuru ağırlığı (g) (Binder ED 115 model, BINDER GmbH-Headquarters Im Mittleren Ösch 5 78532 Tuttlingen, Germany) ile birlikte her parselde 3 bitkiden alınan gelişimini tamamlamış yaprak ve sürgünlerde bitki besin elementi analizleri Kjhaldal (KB/20S model, C. Gerhardt GmbH & Co. KG Cäsariusstraße 97, 53639 Königswinter, Germany) ve yaş yakma yöntemleri ile ICP OES (Optima 2100 DV model, Perkin Elmer Corporate Headquarters, 45 William Street Wellesley MA 02481-4078, United States) yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İklimsel veriler ve fenolojik gelişme aşamaları

Araştırmada fidanların saksılara dikimi 23.05.2015 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Fenolojik gözlemler sonucunda; 26.05.2015 tarihinde gözlerin kabarmaya başladığı (EL 02) ve 27.05.2015 göz içindeki yünsü dokunun belirginleştiği (EL 03) aşamalar saptanmıştır. Tomurcuk patlaması 03.06.2015 tarihinde (EL 05) başlamıştır. Daha sonra ilk yapraklar çıkmış (EL 07) ve bu gelişimi takiben salkım somakları (EL 09) görülmüştür. Bitkilerde yaprak oluşumları (EL 15) gözlemlenirken güneşten korumasını sağlamak amacıyla gölge perdesi ile kapatılmış olan bir başka dış ortama aktarılmıştır (28.06.2015). 2015 yılı verileri incelendiğinde sıcaklık değerlerinin en yüksek Temmuz ve Ağustos ayında (32°C) olduğu görülmüştür. Fidanlar gelişmesini tamamlayıp (EL 41) yaprak döktükten (EL 43) sonra saksılardan 20.12.2015 tarihinde sökülülmüştür.

3.2. Fidan tutma oranı (%)

Her iki çeşitte de uygulamaların ve bunların interaksiyonlarının etkisinin istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür (Şekil 1). Razakı çeşidinde BMAE X RUAЕ incelendiğinde Sy-VAM X U2 kombinasyonu rakamsal olarak düşük fidan tutma oranı veren kombinasyon (%83.33) olarak kaydedilmiştir. Her iki çeşitte de uygulamaların ana etkilerinin kontrol grubunda %95.83 olduğu, ancak Alphonse Lavelleé çeşidinde her iki VAM'da da U2 ve U4 uygulamalarının etkisinin %100 olduğu belirlenmiştir. Bu da denemede kullanılan mikorizaların sakısında yetiştirilen asma fidanlarının tutma oranı üzerine kontrole göre pozitif bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Mikoriza uygulamalarının fidan randımanını önemli düzeyde artırdığını belirten Kavak (2006)'ın bulgularıyla denememiz bulgularının benzerlik gösterdiği görülmüştür. Fidan randıman ve kalitesine hem anaç türü hem de mikoriza uygulamalarının farklı düzeyde etki ettiğini ifade eden Kılıç (2014) ile Alphonse Lavelleé/1103P aşu kombinasyonunda BMAE bakımından benzer sonuç elde edilmiştir. Ayrıca fidan tutma oranı değerlerinin Razakı çeşidi için harca Sh-VAM, harca ve fidana Sy-VAM; Alphonse Lavelleé çeşidi için her iki mikorizanın da harca veya harca+fidana uygulanmasıyla Eroğlu (2014)'nın de belirttiği şekilde artış gösterdiği saptanmıştır.

3.3. Ana sürgün çap değişimi (mm)

İlk ölçümde Alphonse Lavelleé çeşidinde çap değerleri 2.13-2.94 mm arasında değişmiştir, son ölçümde ise 5.63-8.84

mm arasında olduğu kaydedilmiştir. En yüksek ana sürgün çap değerini Sh-VAM biyolojik materyalinin Kontrol (U1) uygulaması (8.84 mm), en düşük çap değerini de Sy-VAM biyolojik materyalinin U3 uygulaması (5.63 mm) vermiştir. Razakı çeşidinde ise çapların ilk ölçümde 2.01-2.40 mm; son ölçümde ise 4.82-5.97 mm arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek ana sürgün çap değişimini Sh-VAM uygulamasında harca+fidana, Sy-VAM uygulamasında ise fidana yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Ana sürgün çap değişimi üzerine Sh-VAM biyolojik materyalinin daha olumlu etki yarattığı söylenebilir. Mikoriza uygulamalarının sürgün çapını artırdığını belirten Bayram (2000) ve Eroğlu (2014)'nın bulgularıyla Sh-VAM uygulamalarından alınan sonuçların benzerlik gösterdiği kaydedilmiştir.

3.4. Ana sürgün uzunluk değişimi (cm)

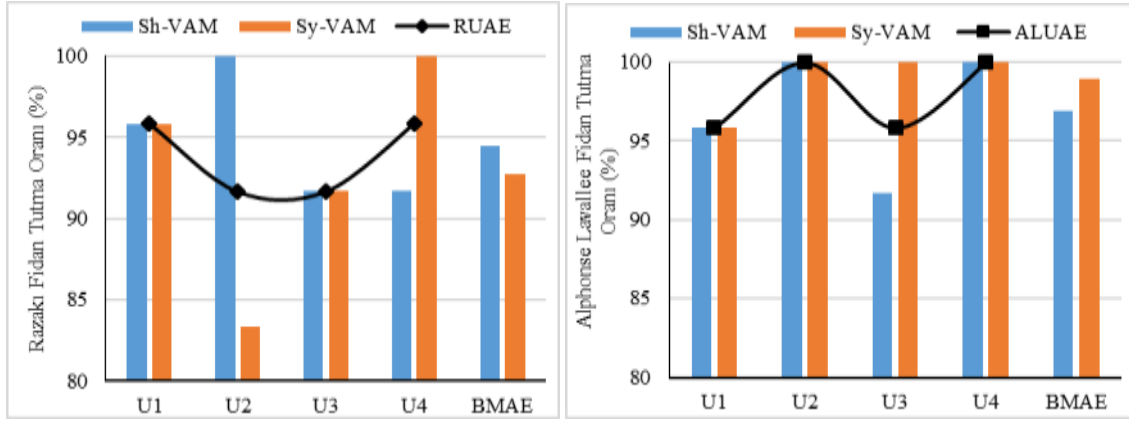
Alphonse Lavelleé çeşidinde Sy-VAM biyolojik materyalinin U4 uygulamasından 161.50 cm ile en uzun sürgün değeri kaydedilmiştir. Sh-VAM biyolojik materyalinin U4 uygulaması (111.22 cm) ise en düşük sürgün uzunluğu değerinin kaydedildiği uygulama olmuştur. Sy-VAM sürgün uzunluğunu artırma yönünde bir etkiye bulunmuştur.

Razakı çeşidinde ise, en uzun sürgünü veren biyolojik materyalin Sh-VAM ve uygulamanın da U4 (129.27 cm) olduğu belirlenmiştir. En düşük sürgün uzunluğu veren uygulamanın ise hiçbir biyolojik materyalin kullanılmadığı Kontrol (U1) (105.83 cm) olduğu saptanmıştır. Razakı çeşidinde Sh-VAM biyolojik materyalinin ana sürgün uzamasına Sy-VAM'dan daha olumlu etki yaptığı görülmüştür.

Her iki biyolojik materyalin U4 uygulaması altında daha olumlu ve yüksek değerler verdiği görülmektedir. Bu da mikoriza aşılmasının kullanılan bitkiler arasında sürgün uzunluğunda olumlu etkiler yaptığını kaydeden araştırmacıların (Bayram 2000, Karagiannidis ve ark. 1995, Nogales ve ark. 2009, Özdemir ve ark. 2010, Velásquez ve ark. 2020) bulguları ile paraleldir. Öte yandan beklenildiği gibi kontrolün ise her iki mikorizadan nispeten daha düşük ana sürgün uzunluk değeri aldığı belirlenmiştir (Korkutal ve ark. 2017a, 2017b). Sh-VAM'ın Razakı çeşidinde Özer (2011)'in bildirdiği gibi, Sy-VAM'ın ise Alphonse Lavelleé çeşidinde ana sürgün uzunluğunu artırdığı görülmüştür. Bu da görülen etkinin uygulama şekline göre, çeşit ile ilgili olduğu sonucunu akla getirmektedir.

3.5. Ana sürgün sayısı (adet)

Ana sürgün sayısı üzerine farklı mikorizaların ve uygulamaların ana etkileri ve bunların interaksiyonlarının her iki çeşitte de LSD %5'e göre bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Uygulama Ana Etkileri incelendiğinde; Alphonse Lavelleé çeşidinde U2 (Harca VAM) uygulamasının (1.95 adet) yüksek rakamsal değeri aldığı belirlenmiştir. Razakı çeşidinde ise yüksek ana sürgün sayısını U4 (1.58 adet) uygulamasının verdiği görülmüştür. Ancak uygulamalardan bağımsız olarak Alphonse Lavelleé çeşidinin (1.71 adet) Razakı çeşidinden (1.55 adet) daha fazla ana sürgün oluşturduğu söylenebilir. Araştırmamız bulgularında Sy-VAM ve Sh-VAM uygulamalarının sürgün sayısını Alphonse Lavelleé çeşidinde artırdığı, Razakı çeşidinde ise azalttığı belirlenmiş; Aslantaş ve ark. (2007), Özer (2011) ile Luciani ve ark. (2019)'nın sonuçlarıyla bir yönden paralellik gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı mikoriza uygulamalarının fidan tutma oranı üzerine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Figure 1. Different mycorrhiza applications effects on young grapevine taking ratio [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

3.6. Bitki başına toplam yaprak sayısı (adet)

Yaprak sayısı üzerine yapılan uygulamalar, interaksyonları ve ALUAE istatistiki olarak Alphonse Lavelleé çeşidinde LSD %1 seviyesinde önemlidir. Razakı çeşidinde ise hiçbir etki ve interaksyonun önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 1). Bitki başına toplam yaprak sayısı açısından Alphonse Lavelleé çeşidinde Sy-VAM uygulaması 42.58 adet; Sh-VAM uygulamasının ise 37.33 adet değerini aldığı tespit edilmiştir. ALUAE bakımından en yüksek 52.50 adet değeri ile U4 (Harca ve fidana VAM) uygulamasından alınmıştır ve bu uygulama birinci önem grubunu oluşturmuştur. U2 ikinci önem grubunu, U1 (Kontrol) üçüncü; fidana yapılan biyolojik materyal (U3) uygulamasıyla ise son grup oluşmuştur (30.83 adet).

Araştırmamız sonucunda elde edilen yaprak sayısının artış gösterdiği bulgusu genel olarak Korkutal ve ark. (2018) ve Özer (2011) ile aynı yöndedir. Fakat Razakı çeşidinde Sh-VAM uygulaması yaprak sayısını nispeten düşürmüştür. Bu farkın çeşit kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

3.7. Yaprak alanı (cm²)

İstatistiki olarak önemli olmamakla beraber BMAE bakımından Alphonse Lavelleé çeşidinde rakamsal olarak yüksek yaprak alanı değeri Sh-VAM (172.52 cm²) ve düşük değer de Sy-VAM (169.28 cm²) biyolojik materyallerinden alınmıştır. Yapılan uygulamalar Alphonse Lavelleé çeşidinde Kontrol'e nazaran yaprak alanını azaltma yönünde bir etki göstermiştir.

Razakı çeşidinde bakıldığında BMAE uygulamasında Sh-VAM uygulaması 199.83 cm² Sy-VAM ise 206.49 cm² değerlerini aldığı saptanmıştır. Asma fidanlarına mikoriza aşılama Bayram (2000), Eftekhari ve ark. (2010), Nikolaou ve ark. (2002), Özer (2011) yaprak alanında artış olduğunu belirlemişlerdir. Bu etki Razakı çeşidinde görülmüştür. Öte yandan Luciani ve ark. (2019) mikoriza uygulamasının yaprak alanını artırmadığını ifade etmişlerdir. Bu etki de Alphonse Lavelleé çeşidinde görülmüştür. Ancak Kılıç (2014)'in, yaprak alanının anaçlara göre değiştiğini bulgusu unutulmamalıdır. Çalışmada farklı uygulama şekilleri farklı etki yaratmıştır.

3.8. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Alphonse Lavelleé çeşidinde ALUAE, LSD %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu çeşide ait BMAE ve BMAE X ALUAE interaksyonlarının ise istatistiki olarak önemli olmadığı kaydedilmiştir. Razakı çeşidinin yaprak yaş ağırlığı değerleri üzerine yapılan uygulamaların ana etkileri ve bunların interaksyonlarının önemli olmadığı da belirlenmiştir (Çizelge 2). Harca ve fidana VAM (U4) birlikte verilen mikoriza uygulamasının yaprak yaş ağırlığı (5.47 g) üzerine en fazla olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır. Aynı grupta U2 uygulaması da (4.86 g) yer almıştır. Bu uygulamayı sırasıyla U3 (4.56 g) ve U1 (Kontrol) (3.33 g) takip etmiştir.

Alphonse Lavelleé çeşidinde BMAE değerlendirildiğinde Sy-VAM (4.62 g) biyolojik materyalinin rakamsal olarak yaprak yaş ağırlığı üzerine Sh-VAM'dan (4.49 g) az daha olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Razakı çeşidinde Sh-VAM uygulamasının (3.19 g) ve Sy-VAM uygulamasının da (3.23 g) değerlerini aldığı; kontrol (U1) X Sy-VAM ve Sh-VAM interaksyonlarının düşük değerler aldığı kaydedilmiştir.

Kara ve Bağçevli (2012) ve Kılıç (2014) yaprak yaş ağırlığı üzerine mikorizaların etkisinin anaçlara göre değiştiğini ifade etmişlerdir. Öte yandan Nikolaou ve ark. (2002), Korkutal ve ark. (2018) ile Aslanpour ve ark. (2019a)'nın mikoriza uygulamalarıyla yaprak yaş ağırlığının artış gösterdiği ifadesiyle Alphonse Lavelleé çeşidi bulguları paraleldir.

3.9. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Yaprak kuru ağırlığı bakımından sadece ALUAE'nin önemli, diğerlerinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Razakı çeşidinde incelenen tüm etkilerin önemli olmadığı ortaya konmuştur (Çizelge 3). Yapılan U4 uygulamasının (0.33 g) en yüksek değeri aldığı ve yaprak kuru ağırlığı açısından birinci önem grubunda olduğu görülmüştür. Bunu U2 (0.25 g), U1 (0.21 g) ve U3 (0.19 g) izlemiştir. RUAЕ incelendiğinde rakamsal olarak yaprak kuru ağırlığı yüksek değerini U1 (0.88 g) ve düşük değerini U2 (0.62 g) vermiştir. Bulgularımız VAM uygulanmasının yaprak kuru ağırlığını artırdığını belirten Bavaresco ve ark. (2010), Kara ve Bağçevli (2012) ve Velásquez ve ark. (2020) ile aynı yöndedir. Öte yandan mikorizaların Alphonse Lavelleé çeşidinde daha olumlu bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 1. Farklı mikoriza uygulamalarının bitki başına toplam yaprak sayısı üzerine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Table 1. Mycorrhiza applications effects on leaf number per plant [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

Bitkisel materyal	Biyolojik materyal	Uygulamalar				Biyolojik Materyal Ana Etkisi (BMAE)
		U1 (K)	U2	U3	U4	
Alphonse Lavelleé	Sh-VAM	33.66 bc	35.66 b	25.00 c	55.00 a	37.33
	Sy-VAM	33.66 bc	50.00 a	36.66 b	50.00 a	42.58
Alphonse Lavelleé Uygulama Ana Etkisi (ALUAE)		33.66 bc	42.83 ab	30.83 c	52.50 a	-
Razakı	Sh-VAM	25.00	22.50	22.50	20.50	22.62
	Sy-VAM	25.00	26.50	21.00	30.00	25.62
Razakı Uygulama Ana Etkisi (RUAE)		25.00	24.50	21.75	25.25	-

ALUAE %1 LSD= 10.35382 (italik olarak verilmiştir); BMAE x ALUAE %5 LSD= 10.5498; Ö.D. Razakı.

Çizelge 2. Farklı mikoriza uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Table 2. Mycorrhiza applications effects on leaf fresh weight [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

Bitkisel materyal	Biyolojik materyal	Uygulamalar				Biyolojik Materyal Ana Etkisi (BMAE)
		U1 (K)	U2	U3	U4	
Alphonse Lavelleé	Sh-VAM	3.33	4.60	4.61	5.42	4.49
	Sy-VAM	3.33	5.12	4.49	5.52	4.62
Alphonse Lavelleé Uygulama Ana Etkisi (ALUAE)		3.33 c	4.86 ab	4.56 b	5.47 a	-
Razakı	Sh-VAM	2.89	3.20	3.30	3.40	3.19
	Sy-VAM	2.89	3.10	3.05	3.88	3.23
Razakı Uygulama Ana Etkisi (RUAE)		2.89	3.15	3.17	3.64	-

ALUAE %1 LSD= 1.18 (italik verilmiştir); Ö.D. Razakı.

Çizelge 3. Farklı mikoriza uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Table 3. Mycorrhiza applications effects on leaf dry weight [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

Bitkisel materyal	Biyolojik materyal	Uygulamalar				Biyolojik Materyal Ana Etkisi (BMAE)
		U1 (K)	U2	U3	U4	
Alphonse Lavelleé	Sh-VAM	0.21	0.21	0.15	0.35	0.23
	Sy-VAM	0.21	0.29	0.23	0.30	0.25
Alphonse Lavelleé Uygulama Ana Etkisi (ALUAE)		0.21 bc	0.25 b	0.19 c	0.33 a	-
Razakı	Sh-VAM	0.88	0.65	0.75	0.72	0.75
	Sy-VAM	0.88	0.60	0.70	0.70	0.73
Razakı Uygulama Ana Etkisi (RUAE)		0.88	0.62	0.72	0.71	-

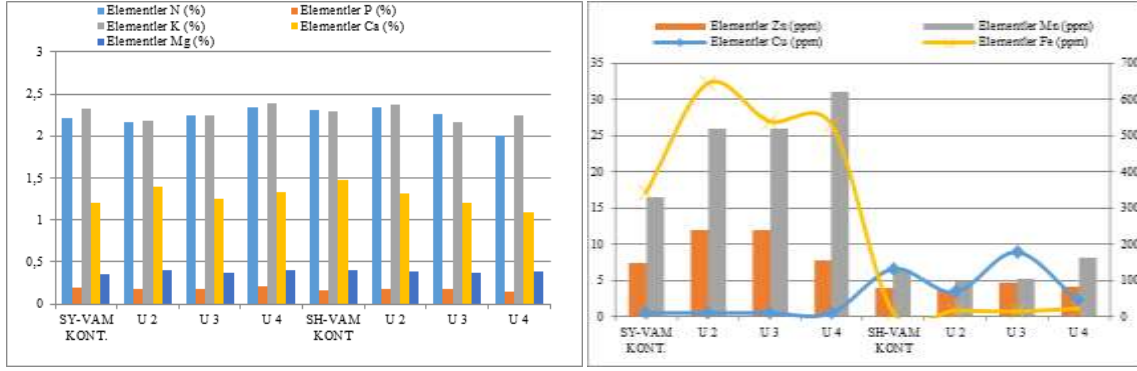
ALUAE %1 LSD= 0.12 (italik yazılmıştır); Ö.D. Razakı.

3.10. Yaprak mineral madde analizi

Yaprak analizi sonuçlarına göre Alphonse Lavelleé çeşidinde yaprakta en yüksek azot (N) oranına sahip interaksiyon Sy-VAM x U4 ve Sh-VAM x U2 (%2.35) interaksiyonu olmuştur. Razakı çeşidinde ise en yüksek N konsantrasyonu Sh-VAM x U2 (%2.89) interaksiyonundan elde edilmiştir. Jones ve ark. (1991)'na göre yapraktaki N konsantrasyonu %2.4'ün üzerinde olduğunda yüksek seviyededir. Araştırma sonucunda elde edilen N seviyesi bulgularının Nikolaou ve ark. (2002) ile paralel olduğu görülmüştür. Yapraktaki azot seviyesi mikoriza ile birlikte artmıştır (Şekil 2 ve 3). Yapraktaki fosfor (P) konsantrasyonu incelendiğinde Razakı çeşidinde en yüksek P değeri %0.23; Alphonse Lavelleé çeşidinde ise %0.21 olmuştur. Yapraktaki P konsantrasyonlarının her iki çeşitte de kontrolden yüksek

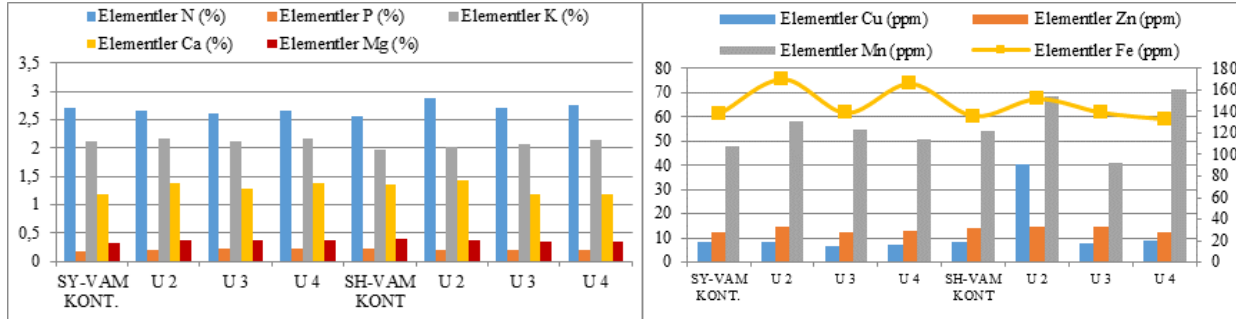
değerler aldığı görülmüştür (Nikolaou ve ark. 2002, Aslanpour ve ark. 2019b). Ancak Jones ve ark. (1991)'na göre yapraktaki P konsantrasyonu %0.22-0.29 olduğunda düşük olarak kabul edilmektedir. Yapılan mikoriza uygulamalarının P konsantrasyonunu bitki için yeterli düzeye çıkarmadığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Bayram (2000) ile çelişmektedir, bu farkın anaç veya çeşit kökenli olduğu düşünülmüştür.

Potasyum (K) değerleri Jones ve ark. (1991)'na göre %1.4'ün üzerinde olduğunda yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Alphonse Lavelleé çeşidinde bu değerler %2.17-2.39 arasında; Razakı çeşidinde ise %2.14-2.06 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Bayram (2000) ile Nikolaou ve ark. (2002)'nın belirttiği mikoriza uygulamalarının yaprakta K seviyesini artırdığı bulgusuyla aynı yöndedir.



Şekil 2. Her iki mikoriza uygulamasının Alphonse Lavelleé çeşidinde yaprağa etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Figure 2. Mycorrhiza applications effects on leaf in cv. Alphonse Lavelleé [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].



Şekil 3. Her iki mikoriza uygulamasının Razakı çeşidinde yaprağa etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Figure 3. Mycorrhiza applications effects on leaf in cv. Razakı [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

Potasyumun yanısıra Jones ve ark. (1991)'na göre yapraktaki Ca konsantrasyonu %1.50-1.99 arasında düşük olarak kabul edilmekte ve araştırma sonucunda iki çeşidin tüm interaksyonlarında sözkonusu değerlerin altında olduğu, yapılan mikoriza uygulamalarının Ca konsantrasyonunu bitki için yeterli düzeye çıkarmadığı belirlenmiştir.

Alphonse Lavelleé (%0.38-0.39) ve Razakı (%0.33-0.39) çeşitlerinin yapraklarındaki magnezyum (Mg) konsantrasyonu Jones ve ark. (1991)'na göre (%0.25-0.50) yeter konsantrasyon aralığında olduğu belirlenmiştir. Alphonse Lavelleé çeşidinde yaprakta bulunan demir (Fe, mg kg⁻¹) konsantrasyonu en yüksek 224.34 mg kg⁻¹; Razakı çeşidinde 177.33 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Demir değerleri incelendiğinde Jones ve ark. (1991)'na göre 60-175 mg kg⁻¹ yeterli; 175 mg kg⁻¹'in üzerinde olduğunda yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Deneme sonucunda Alphonse Lavelleé çeşidinde Sy-VAM (191.42 mg kg⁻¹) yüksek, Sh-VAM (161.5 mg kg⁻¹) ile yeterli seviyede Fe konsantrasyonuna sahip olduğu görülmüştür. Razakı çeşidinde ise Sy-VAM (153.17 mg kg⁻¹) ile Sh-VAM (139.75 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir.

Bakır (Cu) değerleri incelendiğinde Jones ve ark. (1991)'na göre 5-50 mg kg⁻¹ yeterli seviyededir. Deneme sonucunda Alphonse Lavelleé çeşidinde Sy-VAM (7.51 mg kg⁻¹) ile Sh-VAM (7.12 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Razakı çeşidinde ise deneme sonucunda Sy-VAM (7.54 mg kg⁻¹) ile Sh-VAM

(16.39 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Yapraktaki çinko (Zn) konsantrasyonu 18-24 mg kg⁻¹ olduğunda düşük seviyededir (Jones ve ark. 1991). Buna göre Alphonse Lavelleé (6.70-8.50 mg kg⁻¹) ve Razakı (13.08-13.90 mg kg⁻¹) çeşitlerinin Zn seviyeleri düşük seviyenin de altındadır. Oysa Özdemir ve ark. (2010), *G. intraradices*'in yapraktaki Zn konsantrasyonuna olumlu etki yaptığını belirlemişlerdir. Bulgularımız araştırıcının bulguları ile kullanılan çeşit ve anaç kaynaklı farklılık göstermektedir.

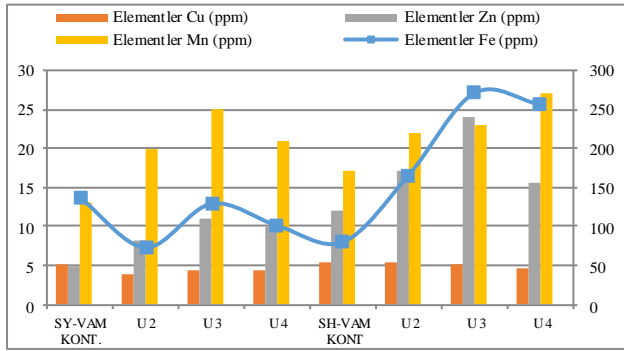
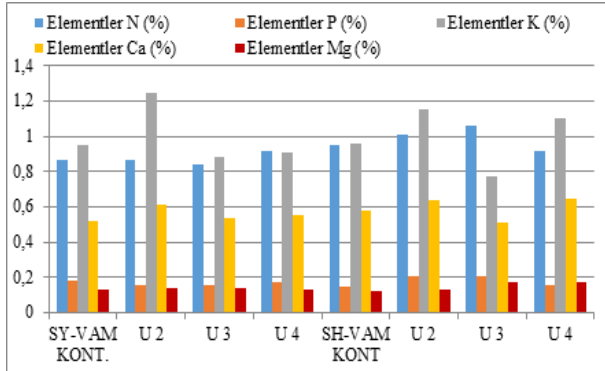
Mangan (Mn) konsantrasyonu (mg kg⁻¹) incelendiğinde Alphonse Lavelleé çeşidinde Sh-VAM'ın, Sy-VAM'dan daha olumlu bir etki yarattığı görülmüştür. Razakı çeşidinde yapraktaki Mn konsantrasyonuna bakıldığında Sh-VAM x U4 interaksyonu bakıldığında kontrolden (71.33 mg kg⁻¹) yüksek değer verdiği belirlenmiştir. Jones ve ark. (1991)'na göre yapraktaki Mn konsantrasyonu (mg kg⁻¹) 30-300 mg kg⁻¹ arasında olduğunda yeterli seviyededir. Alphonse Lavelleé, Sy-VAM (34.23 mg kg⁻¹) ile Sh-VAM (39.94 mg kg⁻¹) arasında değer almıştır. Razakı, Sy-VAM (52.92 mg kg⁻¹) ile Sh-VAM (58.75 mg kg⁻¹) birbiriyle yakın değeri almıştır. Mikorizal preparasyon uygulamalarının yapraklardaki makro ve mikro element konsantrasyonu üzerine etkilerinin anaçlara göre farklılık gösterdiği konusundaki bulgumuz Kılıç (2014)'in bulgusuyla benzerlik içindedir.

3.11. Sürgün mineral madde analizi

Sürgün analiz sonuçlarına göre Alphonse Lavelleé çeşidinde sürgünde en yüksek N oranı %1.06 değeri ile Sh-VAM x U3 interaksyonundan elde edilmiştir. Razakı çeşidinde ise Alphonse Lavelleé çeşidine göre daha düşük değer %0.87 ile en yüksek N oranı Sy-VAM x U2 interaksyonunda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4 ve 5). Sürgündeki fosfor oranı bakımından Razakı çeşidinde Sy-VAM x U4 (%0.18) interaksyonu en yüksek P değerine sahip olmuştur. Alphonse Lavelleé çeşidinde ise Sh-VAM x U2 ve Sh-VAM x U3 interaksyonları (%0.21) en yüksek değeri vermiştir.

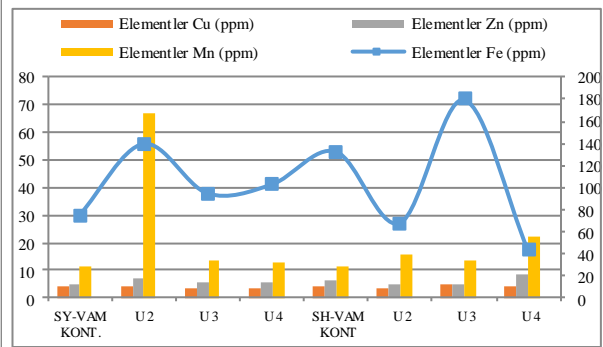
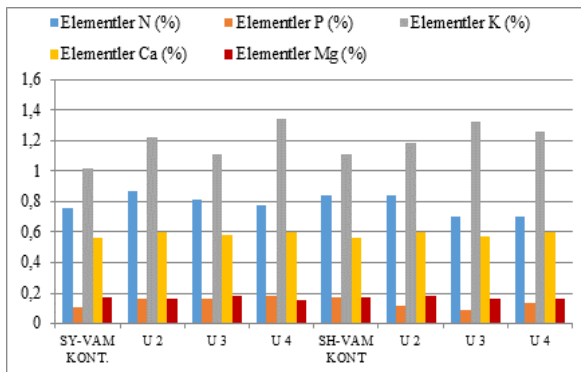
En yüksek K oranı veren interaksyon Alphonse Lavelleé çeşidinde Sy-VAM x U2 (%1.25) olmuştur. Razakı çeşidinde ise Sy-VAM x U4 interaksyonu (%1.34) değerini vermiştir. Alphonse Lavelleé çeşidinde sürgünde en yüksek Ca oranı Sh-VAM x U4 interaksyonunda (%0.65) olduğu tespit edilmiştir. Razakı çeşidinde %0.60 değerleri ile Sy-VAM x U2, Sy-VAM x U4, Sh-VAM x U2 ve Sh-VAM x U2 interaksyonlarında en yüksek değerler belirlenmiştir.

Sürgündeki Mg (%) miktarları incelendiğinde; Alphonse Lavelleé çeşidinde Sh-VAM x U3 ve Sh-VAM x U4 interaksyonlarının (%0.17) değerlerini aldığı görülmüştür. Razakı çeşidinde ise Sy-VAM x U3 ile Sh-VAM x U2 interaksyonları en yüksek değerleri almıştır. Sürgünde bulunan Fe (ppm) içeriği bakımından Alphonse Lavelleé çeşidinde Sh-VAM x U3 (271 ppm); Razakı da ise bu Sh-VAM x U3 interaksyonunda, 180 ppm değeri ile tespit edilmiştir. Cu miktarının Alphonse Lavelleé çeşidinde Sh-VAM x U1 (Kontrol) interaksyonunda; Razakı çeşidinde ise Sh-VAM x U3 interaksyonu yüksek değere sahiptir. Öte yandan Zn miktarı açısından Alphonse Lavelleé Sh-VAM x U3; Razakı çeşidinde ise Sh-VAM x U4 yüksek değeri veren interaksyon olmuştur. Mn içeriği incelendiğinde Alphonse Lavelleé çeşidinde Sh-VAM x U4 (27 ppm); Razakı çeşidinde de Sy-VAM x U2 interaksyonunun (67 ppm) en yüksek değer verdiği kaydedilmiştir. Kılıç (2014), Kara ve ark. (2011a) ve Kara ve Bağçevli (2012) sürgün gelişimine mikorizal uygulamaların farklı düzeylerde etki ettiğini ifade ettikleri bulgusuyla paralellik tespit edilmiştir.



Şekil 4. Her iki mikoriza uygulamasının Alphonse Lavelleé çeşidinde sürgün mineral madde içeriğine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Figure 4. Mycorrhiza applications effects on shoot mineral composition in cv. Alphonse Lavelleé [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].



Şekil 5. Her iki mikoriza uygulamasının Razakı çeşidinde sürgün mineral madde içeriğine etkileri [Sh-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM); Sy-VAM: U1 (Kontrol= VAM yok), U2 (Harca VAM), U3 (Fidana VAM), U4 (Harca+Fidana VAM)].

Figure 5. Mycorrhiza applications effects on shoot mineral composition in cv. Razakı [Sh-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine); Sy-VAM: U1 (Control= No VAM), U2 (VAM on sowing media), U3 (VAM on young grapevine), U4 (VAM on sowing media + young grapevine)].

4. Sonuç

Alphonse Lavelleé çeşidinde biyolojik materyal uygulama şekillerinden gelişme dönemi ölçümlerinde en çok etkili olan (U2); Razakı çeşidinde, ise (U3) mikoriza uygulamasıdır. Mikoriza uygulamalarının olumlu etkisi; fidanlık işletmelerinde hem daha kaliteli üretim materyali elde etme hem de daha yüksek fidan satış fiyatı ile daha yüksek gelir elde edilmesine sebep olmaktadır.

Fidan tutma oranını artırmada Alphonse Lavelleé çeşidinde Symbion VAM uygulaması etkilidir. Böylece iskarta fidan miktarındaki azalma ile fidan başına düşen maliyet azalmıştır. Her iki çeşide ait aşı kombinasyonlarında bitki başına toplam yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaprak kuru ağırlığı kriterleri için Symbion VAM kullanımını etkili bulunmuştur.

Şu anda Fransa ve Kanada gibi ülkelerde, fidan dikiminde mikoriza aşılması yasal zorunluluk halindedir. Ülkemizde böyle bir yasal zorunluluk yoktur. Bunun sebebi mikoriza uygulamalarının maliyetinin çok yüksek olmasıdır. Ancak mikoriza aşılana toprağın karakteristik özellikleri ve dikimden ne kadar süre sonra mikorizaların yerleşerek faydalı etki gösterdiği (Nogales ve ark. 2009) göz ardı edilmemelidir. Ayrıca ekosistemi koruduğundan mikoriza kullanımı bağ yönetimi stratejileri içine alınmalıdır (Trouvelot ve ark. 2015).

İncelenen tüm kriterler açısından; her iki çeşitte yapılan mikoriza uygulamalarından omca ve toprağa en yararlı olan uygulama; harca yapılan U2 uygulamasıdır. Sonuç olarak Alphonse Lavelleé/1103P aşı kombinasyonunda mikoriza uygulaması önerilmiştir. Öte yandan Razakı/1103P kombinasyonunda yapılan uygulama ile beklenen yarar sağlanamamış, fidan maliyeti artmıştır. Bu aşı kombinasyonu için mikoriza uygulaması yerine, daha ucuz maliyetli olan, yavaş salımlı multicote gübresi kullanarak da iyi kalitede fidan elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Anzanello R, Souza PVD de, Casamali B (2011) Use of arbuscular mycorrhizal AMF fungi in micropropagated grape rootstocks. *Bragantia-Revista de Ciências Agronômicas* 70(2): 409-415.
- Aslanpour M, Baneh HD, Tehranifar A, Shoor M (2019a) Investigation of the shoot length, number of leaves, leaf are fresh and dry weight of branch, root, and leaf of the white seedless grape. *International Transaction Journal of Engineering, Management, Applied Sciences and Technologies* 10(3): 435-444.
- Aslanpour M, Baneh HD, Tehranifar A, Shoor M (2019b) Evaluating the absorption rate of macro and microelements in the leaf of grape Sefid bidaneh cv. under drought conditions. *International Transaction Journal of Engineering, Management, Applied Sciences and Technologies* 10(4): 515-525.
- Aslantaş R, Çakmakçı R, Şahin F (2007) Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apples trees growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulture* 4: 371-377.
- Bağçevli A (2010) Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde köklenme ve bitki gelişimi üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, Konya, s. 54.
- Bahar E, Korkutal İ, Kök D (2006) Hidroponik kültür ve fidanlık koşullarında yetiştirilen aşılı asma fidanlarının karbonhidrat ve azot içerikleri ile bağdaki tutma performansları üzerine araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(1): 15-26.
- Bavaresco L, Gatti M, Zamboni M, Fogher C (2010) Role of artificial mycorrhization on iron uptake in calcareous soil, on stilbene root synthesis and in other physiological processes in grapevine.

- Proceedings of 33rd World Congress of Vine and Wine, OIV, Tbilisi, s. 101-107.
- Bayram A (2000) Bazı mikoriza türlerinin Amerikan asma fidanlarının kök ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, s. 52.
- Cabral L, Soares CRFS, Giachini AJ, Siqueira JA (2015) Arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of contaminated areas by trace elements: mechanisms and major benefits of their applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 31: 1655-1664. doi:10.1007/s11274-015-1918-y.
- Çelik H, Ağaoğlu YS, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu G (1998) Genel Bağcılık. Sun Fidan A. Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1. s. 253.
- Eftekhari M, Alizadeh M, Mashayekhi K, Asghari H, Kamkar B (2010) Integration of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to grapevine (*Vitis vinifera* L.) in nursery stage. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology* 1(2): 102-111.
- Eroğlu D (2014) Bazı üzüm çeşitlerinin aşılı tüplü fidan üretimlerinde farklı biyolojik preparat uygulamalarının etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, Aydın, s. 81.
- Eroğlu D, Çelik M (2015) Bazı üzüm çeşitlerinin aşılı asma fidanı üretiminde mikoriza uygulamalarının etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi A. 27 (Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 48-55.
- Holland T, Bowen P, Kokkoris V, Richards A, Rosa D, Hart M (2019) The effect of root pruning on the arbuscular mycorrhizal symbiosis in grapevine rootstocks. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 6: 21. doi: https://doi.org/10.1186/s40538-019-0159-y.
- Jones BJ, Wolf B, Mills HA (1991) Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing Inc., 183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens, Georgia 30607 USA. ISBN: 1-878148-001.
- Kara Z (2010) Mikorizanın sürdürülebilir tarımdaki önemi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya. http://www.dazb.org.tr/ayin_konusu.php?id=5. Erişim 25 Mayıs 2014.
- Kara Z, Özer A, Sabır A (2011a) Bazı asma yoz ve çeliklerinin vejetatif gelişmesine mikorizal preparasyon uygulamalarının etkileri. Türkiye 6. Bahçe Bitkileri Kongresi. Şanlıurfa, Bildiriler Kitabı, Bağcılık Bildirileri, s. 33-40.
- Kara Z, Söylemezoğlu G, Çakır A, Sabır A, Shifdar M (2011b) Aşı asma fidanı üretiminde mikorizal preparasyon (MP, Biovam) uygulamalarının etkileri. Türkiye 6. Bahçe Bitkileri Kongresi. Şanlıurfa, Bildiriler Kitabı, Bağcılık Bildirileri, s. 41-46.
- Kara Z, Bağçevli A (2012) Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26(3): 20-28.
- Karagiannidis N, Nikolaou N, Mattheou A (1995) Influence of three arbuscular mycorrhiza species on the growth and nutrient uptake of three grapevine rootstocks and one table grape cultivar. *Vitis* 34(2): 85-89.
- Kavak O (2006) Aşılı köklü tüplü asma fidanı üretiminde fidan kalite özelliklerine mikorhiza ve humik asit uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, Konya, s. 52.
- Kılıç D (2014) Kokteyl mikoriza uygulamalarının aşılı asma fidanı üretiminde fidan randıman ve kalitesi üzerine etkileri. Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Doktora Tezi, Tokat, s. 161.
- Korkutal İ, Bahar E, Akçay G, Günel DS (2009) Farklı sürelerle ultraviyole (UV-C) uygulamalarının kaynaştırma odası koşullarında aşılı asma çelikleri üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(1): 9-14.

- Korkutal I, Bahar E, Gunes N (2017a) Different doses effects of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* on cv. Syrah I. Young plants performance during growing period in organic viticulture. 2nd International Balkan Agriculture Congress, pp. 650-657.
- Korkutal I, Bahar E, Gunes N (2017b) Different doses effects of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis* on cv. Syrah II. Young plants properties in organic viticulture. 2nd International Balkan Agriculture Congress, pp. 658-667.
- Korkutal İ, Bahar E, Mahmood MNA (2018) 110R anacına aşılı Merlot üzüm çeşidi genç omcalarına farklı dozlarda uygulanan *Trichoderma harzianum* ve *Bacillus subtilis*' in I. Gelişme dönemindeki etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15(1): 73-82.
- Luciani E, Frioni T, Tombesi S, Farinelli D, Gardi T, Ricci A, Sabbatini P, Palliotti A (2019) Effects of a new arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus iranicum*) on grapevine development. BIO Web Conference 13, Vineyard Management and Adaptation to Climate Change Section: 04018 (5p.), <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191304018>.
- Mattheou A, Karagiannidis N, Nikolaou N (1994) Seasonal changes of leaf nutrient levels of grapevine over two dry years, *Agricultura Mediterranea* 124(2-3): 187-196.
- Nikolaou N, Karagiannidis N, Koundouras S, Fysarakis I (2002) Effects of different P sources in soil on increasing growth and mineral uptake of mycorrhizal *Vitis vinifera* L. (cv. Victoria) vines. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 36(4): 195-204.
- Nogales A, Luque J, Estaún V, Camprubi A, Garcia-Figueroes F, Calvet C (2009) Differential growth of mycorrhizal field-inoculated grapevine rootstocks in two replant soils. *ASEV* 60(4): 484-489.
- Özdemir G, Akpınar C, Sabir A, Bilir H, Tangolar S, Ortas I (2010) Effect of inoculation with mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of grapevine genotypes (*Vitis* spp.). *European Journal of Horticultural Science* 75: 103-110.
- Özer A (2011) Tohum ve çelikten elde edilen genç asmalarda mikorizal preparasyon uygulamalarının etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, Konya, s. 79.
- Schreiner RP, Linderman RG (2005) Mycorrhizal colonization in dryland vineyards of the Willamette Valley-Oregon. *Small Fruits Review* 4(3): 41-55.
- Schreiner RP (2020) Depth structures the community of arbuscular mycorrhizal fungi amplified from grapevine (*Vitis vinifera* L.) roots. *Mycorrhiza* 30: 149-160.
- Schubert A, Cravero MC (1985) Occurrence and infectivity of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in North-Western Italy vineyards. *Vitis* 24: 129-138.
- Trouvelot S, Bonneau L, Redecker D, van Tuinen D, Adrian M, Wipf D (2015) Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 1449-1467.
- Velásquez A, Vega-Celedón P, Fiaschi G, Agnolucci M, Avio L, Giovannetti M, D'Onofrio C, Seeger M (2020) Responses of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon roots to the arbuscular mycorrhizal fungus *Funneliformis mosseae* and the plant growth-promoting rhizobacterium *Ensifer meliloti* include changes in volatile organic compounds. *Mycorrhiza* 30: 161-170.



Bağcılıkta etkili sıcaklık toplamı hesaplamasında kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması

Comparison of various methods of effective heat summation calculations in viticulture

Burak AKTÜRK^{id}, Halil İbrahim UZUN^{id}

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): B. Aktürk, e-posta (e-mail): akturkbrk@gmail.com

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 26 Mart 2020
Kabul tarihi 31 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Vitis vinifera
Sıcaklık
Ekoloji
Üzüm çeşidi

ÖZ

Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen 34 üzüm çeşidinin uyanma-olgunluk dönemine ait etkili sıcaklık toplamı (EST) istekleri değişik yöntemlerle belirlenmiştir. Her bir çeşit için saatlik, minimum, maksimum ve meteorolojik rasattaki sıcaklıkların esas alındığı 4 farklı günlük ortalama sıcaklık (GOS) değeri hesaplama yöntemine göre EST isteklerindeki değişim incelenmiştir. Bazı çeşitlerin EST istekleri farklı ekolojilerde elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Üzüm çeşitleri içerisinde en düşük EST isteği Early Sweet çeşidinde saptanmıştır. Bu çeşidin farklı GOS hesaplamaları için Winkler indisine göre saptanan EST isteği 912-954 derece gün (dg) arasında değişmiştir. Bu çeşidin farklı yöntemlere göre hesaplanan EST isteği ise en düşük 925 dg, en yüksek 983 dg olarak saptanmıştır. Farklı GOS hesaplaması ve farklı yöntemlerin kullanılması çeşitlerin EST isteklerinde değişik düzeylerde farklılıklara yol açmıştır. Sonuç olarak GOS değerlerinin hesaplanmasında yöntemler arasındaki korelasyonun oldukça yakın olduğu, hesaplamalarda 24 saatlik ortalamanın alınmasının daha uygun olacağı fakat bunun temin edilemediği durumlarda diğer yöntemlerin kullanılmasının da çok önemli yanığya yol açmayacağı belirlenmiştir. Ayrıca, çeşitlerin EST isteklerinin saptanmasında, saatlik GOS değerleri kullanılarak Winkler indisi formülüne göre hesaplanmanın daha uygun olacağı kararına varılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 11 March 2019
Received in revised form 26 March 2020
Accepted 31 March 2020

Keywords:

Vitis vinifera
Heat summation
Ecology
Grape cultivar

ABSTRACT

Effective heat summation requirements (EHS) of 34 grape cultivars for budburst–maturity period were determined by different methods in Antalya ecological conditions. The variations in EHS requirements of some cultivars were investigated by using four daily average temperature (DAT) calculation models by using hourly, minimum, maximum and meteorological observation temperature records. EHS requests of some varieties were compared with the values obtained in different ecologies. Among the grape cultivars, the lowest EHS request was determined in the Early Sweet cultivar. EHS requirements of this cultivar determined according to Winkler index ranged from 912 to 954 degree days (dd) for different daily average temperature calculation models. Meanwhile, The EHS requirement of Early Sweet ranged from 925 dd to 983 dd depending on calculation methods. Different DAT and EHS calculation models have led to differences in the EHS requirements of the varieties at different levels. As a result, it was determined that the correlation between the methods in calculating DAT values was very close, and it would be more convenient to take the 24-hour average in the calculations, but the use of other methods did not lead to an important error when DAT could not be provided. Furthermore, it was decided that it would be more appropriate using hourly DAT data in Winkler index for determining of EHS requirements of grape cultivars.

1. Giriş

Bağcılıkta olgunluk dönemi genelde 1-2 hafta gibi kısa bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Bu durum, özellikle büyük çaplı üretim yapan bağcılık işletmelerinde; pazar durumu, hasatta kullanılacak alet-ekipman ve malzemeler, hasatta kullanılacak işgücü, kültürel işlemler, üzümlerin depolanma durumu ve depoların hazırlığı gibi konularda planlamayı gerektirir. Dolayısıyla, hasat zamanının önceden doğru bir şekilde tahmin edilmesine ihtiyaç vardır. Bu açıdan yararlanılabilecek en önemli iki kriter; üzüm çeşitlerinin, uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayıları ve ihtiyaç duydukları EST istekleridir (Jacob ve Winkler 1950).

Hava sıcaklıkları canlıların gelişimini etkileyen en önemli iklim faktörüdür. Genel olarak belirli bir dereceye kadar ılık sıcaklıklar gelişmeyi artırırken, serin sıcaklıklar ise oransal olarak azaltır. Eşik sıcaklık; bitkinin gelişmeye başladığı sıcaklığı; optimum sıcaklık ise bitkinin en fazla geliştiği veya fotosentez yaptığı sıcaklığı ifade eder. Sıcaklık optimum derecenin üzerine çıktıkça gelişme oranı doğrusal olarak azalır. Eşik ve optimum sıcaklık değerleri canlı türlerine göre değişmektedir. Kışın yetişen bitkiler yazın yetişen bitkilere göre daha düşük eşik sıcaklık değerlerine sahiptir. Sıcaklık, canlıların gelişme oranını gösteren en önemli göstergelerden biridir. EST, bitkilerin veya diğer canlıların olgunluk zamanının tahmin edilmesinde kullanılan ve hava sıcaklıklarının ölçülmesine dayanan en önemli hesaplama araçlarından biridir. Olgunluk zamanının tahmin edilmesi; işçi, makine ve parasal girdilerin düzenlenmesinin yanı sıra kültürel işlemlerle ilgili budama, gübreleme, sulama, ilaçlama gibi kültürel işlemlerin doğru zamanda yapılmasına ve bunlarla ilgili girdilerin uygun zamanda temin edilmesine yardımcı olur (Payero 2017).

Asmalar için gözlerin uyanmaya başladığı eşik sıcaklık değeri 10°C kabul edilir. Optimum sıcaklıkların ise, yaprakların en fazla fotosentez yaptığı 25-35°C olduğu saptanmıştır (Mullins ve ark. 2004). Eşik sıcaklığın türlere, çeşitlere ve hatta büyüme safhası ve işlemine göre farklılık gösterebileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (McMaster ve Wilhelm 1997). Sıcaklığın büyümeyi etkilemesinin temelinde, metabolik olaylarda rol alan enzimlerin aktivitesinin belirli sıcaklıklarda başlaması, artması ve yavaşlaması yatmaktadır (Bonhomme 2000). Son zamanlarda bu durumun enzimlerin oluşumunu tetikleyen genlerin çalışmaya başlamasıyla da yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ikegami ve ark. 2016). Üzüm çeşitlerinin EST istekleri, genellikle gözlerin uyanmasından olgunluğa (hasada) kadar geçen dönemdeki günlük ortalama hava sıcaklıkları ile eşik değerin arasındaki farkların toplanmasıyla elde edilir. Bunun amacı, bir ekolojide çeşitlerin hangi tarihlerde olgunlaşacağını önceden tahmin etmektir. Diğer taraftan bağ kuruluş aşamasında, ekolojilerin 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arasındaki EST potansiyelleri hesaplanarak, o ekolojinin hangi çeşitlerin EST isteklerini karşılayabileceği belirlenebilir. Bir çeşidin belirli bir yöreye sıcaklık açısından uygun olabilmesi için; çeşidin EST isteğinin yörenin EST potansiyelinden daha düşük olması gerekmektedir. Böylece, bağ tesis aşamasında o yöre için sıcaklık açısından uygun çeşitler seçilir. Bu durumun, özellikle soğuk bölgelerde oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gözlemlenen GOS değerlerinin hesaplanmasında, Winkler ve ark. (1974) tarafından günlük minimum (min) ve maksimum (max) değerlerin ortalamasının kullanılması önerilmiştir. Ancak gerçek anlamdaki GOS'u hesaplamak için, gün içinde saat başı yapılan rasatların ortalamasının alınması gerektiği belirtilmiştir

(Cross ve Zuber 1972; Perry ve ark. 1986; Yalçın ve ark. 2005). EST değerlerinin hesaplanmasında bazı araştırmacılar, eşik sıcaklığın altında kalan ve optimum sıcaklığın üstüne çıkan sıcaklıkların, toplamdan çıkarılmasını önermiştir (Perry ve ark. 1986; Fraisse ve Moraes 2018). Bu açıdan bağcılıkta GOS değerinin eşik sıcaklık altında kalması durumunda; Jacob ve Winkler (1950) tarafından farkın genel toplamdan çıkarılması önerilmiş; ancak McMaster ve Wilhelm (1997) sıcaklıkların eşik sıcaklık altında kalması durumunda bunları eşik sıcaklık ile eşdeğer kabul etmiştir. Bağcılıkta EST değerlerinin hesaplanmasında optimum sıcaklık aralığının üst değeri olan 35°C'nin üstündeki yüksek sıcaklıkların, EST'ye etkisi genelde yok sayılmıştır ve EST değeri hesaplanmasında bu açıdan herhangi bir eksiltmeye gidilmemiştir (Jacob ve Winkler 1950). Bunun nedeni, genelde bağcılık yapılan yerlerin GOS değerinin, optimal sıcaklık aralığının üst değeri olan 35°C değerini pek aşmayan bölgelerde yapıyor olmasından kaynaklanabilir. Yurdumuzun en sıcak bölgelerinden olan Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu gibi güney bölgelerde bile GOS değerleri nadiren 35°C üzerine çıkmaktadır. Bu bölgelerde günlük maksimum sıcaklıklar 40-45°C'ye kadar çıksa bile, gece hava serinlediği için o güne ait ortalama sıcaklık değeri genelde 35°C'nin altında kalmaktadır. Bu nedenle, yüksek sıcaklık stresinin EST'ye etkisi genellikle göz ardı edilmektedir. Benzer olarak asmalar uandıktan sonra yurdumuzdaki bağcılık bölgelerinde GOS değerleri genelde eşik sıcaklık değerinin altına pek düşmemektedir. Bu nedenle yurdumuzda yapılan çalışmalarda GOS değerinin saptanmasında, eşik sıcaklık (10°C) altında kalan veya optimal üst sıcaklık (35°C) değerinin üstüne çıkan sıcaklıklar, genellikle dikkate alınmamaktadır.

Üzüm çeşitlerinin uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayıları, sıcak iklimden soğuk iklimlere ve iklimin yıllara göre değişimi bakımından oldukça farklı sonuçlar verebilmektedir. Örneğin uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayısı; Cardinal üzüm çeşidi için sıcak iklime sahip Antalya koşullarında 102 gün olmasına karşın, diğer illerde 97-142 gün arasında değişmiştir. Benzer durum Trakya İlkeren çeşidi için yörelere göre 97-131 gün arasında, Yalova İncisi için 94-130 gün arasında ve Hamburg Misketi için 119-155 gün arasında değişmiştir (Çelik ve ark. 2005; Sağlam ve ark. 2009; Gazioğlu ve ark. 2009; Köse 2014; Kılıç ve ark. 2016).

Üzüm çeşitlerinin uyanmadan olgunluğa kadar geçen süredeki EST istekleri açısından, ekolojilere göre yapılan genel bir değerlendirmede; aynı çeşitte ekolojiler arasında ve hatta kendi ekolojisinde bile yıllara göre değişen farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aynı ekolojide yıllara göre oluşan bu farklılıklar iklimsel değişikliklere bağlanırsa, ekolojiler arasındaki değişimler toprak ve iklim farklılıklarına ek olarak yetiştirme koşullarından (kültürel işlemler, anaç, terbiye sistemi, asmanın yaşı vb.), uyanma ve olgunlaşma zamanının değişik araştırmacılar tarafından farklı şekilde ölçülmesinden de kaynaklanabilmektedir. Örneğin Cardinal çeşidinin değişik yıllarda uyanma-olgunluk dönemindeki EST isteği; Antalya'da 1207 dg, Kalecik'de 1313 dg, Van'da 1095-1281 (420A anacına aşılı) ve 1181-1317 (110R anacına aşılı) dg, Tokat'ta 1221-1247 dg, Edirne'de 1267-1271 dg, Tekirdağ'da 1186-1258 dg olarak tespit edilmiştir. Bu durumda Cardinal çeşidinin EST isteğinde ekolojiler arasında %9, aynı ekolojide ise %0.3-16 arasında değişen farklılıklar ortaya çıkmıştır. EST isteği yukarıdaki ekolojilerde yetiştirilen Hamburg Misketi çeşidinde incelendiğinde; Van'da 1265 dg ve Edirne'de 1701 dg ile ekolojiler arası EST farkının %34 e kadar çıktığı görülmektedir. Söz konusu çeşitte, aynı ekolojide yıllara göre EST farkı ise

%10'a kadar çıkmıştır (Çelik ve ark. 2005; Sağlam ve ark. 2009; Gazioglu ve ark. 2009; Köse 2014; Kılıç ve ark. 2016).

Aynı üzüm çeşidinin EST isteğinin saptanmasında değişik araştırmacılar tarafından farklı sonuçlar elde edilmesinin ana nedenlerinde biri de, hesaplama yöntemi ile sıcaklık kayıtlarının alınma yeri ve şekliyle kaynaklanan farklılıklardır. Genel olarak günlük ortalama sıcaklık değerlerinin hesaplanmasında Winkler ve ark. (1974), tarafından min ve max sıcaklıklar esas alınmıştır. Bazı araştırmacılar aylık sıcaklık ortalamasını o ay için gerekli gün sayısı ile çarparak hesaplamışlardır (Gazioglu ve ark. 2009). Ayrıca bazı çalışmalarda hava sıcaklığı kayıtları, denemenin yapıldığı bağdan belirli uzaklıkta olan meteoroloji istasyonlarından alınmıştır (Kılıç ve ark. 2016; Gazioglu ve ark. 2009; Sağlam ve ark. 2009). Sıcaklık değerinin günlük alınma sayısı ve şekli de EST değerlerini etkileyebilmektedir. Meteoroloji istasyonlarından alınan eski günlük ortalama sıcaklık değerleri, genelde o gün içerisinde belirli saatlerde yapılan 3 rasadın (saat 07.00, 14.00 ve 21.00) kullanılması ile oluşturulan bir formülle hesaplanması şeklindedir. Ancak son yıllarda bazı istasyonlarda dijital olarak saatlik rasat yapılmakta, o güne ait ortalama sıcaklık yapılan saatlik tüm rasatlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu açıdan, deneme yapılan araziye yerleştirilen dijital sıcaklık kaydedici cihazlarla, saatlik olarak yapılacak kayıtlar en pratik ve gerçekçi ölçüm yöntemi olduğu bulunmuştur (Cross ve Zuber 1972; Gu 2016).

Bu çalışmanın amacı; üzüm çeşitlerinin EST isteklerinin saptanmasında kullanılan farklı GOS hesaplama modellerinin ve her bir çeşidin uyanma- olgunluk dönemindeki EST isteklerinin belirlenmesinde kullanılan farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırmasını yapmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Deneme, Antalya'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi bağlarında yer alan 34 adet sofralık üzüm çeşidinde 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bağların denizden yüksekliği 50 m ve denize uzaklığı ise yaklaşık 5 km'dir. Tüm bağ, kırmızı toprak (terra-rossa) grubuna sahip arazi üzerindedir. Çeşitler 99R anacı üzerinde veya kendi kökleri üzerinde yetiştirilmiştir. Hesaplamalarda EST değerlerine az miktarda etki edebilecek olan bitki yaşı, anaç, terbiye sistemi gibi faktörler göz ardı edilmiştir. Günlük ortalama sıcaklıklar, bağ içerisinde asma seviyesindeki rasat siperine yerleştirilen dijital bir sıcaklık ve nem kaydedici cihaz (Extech 42270) yardımıyla saatlik olarak alınan değerlerden hesaplanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. GOS hesaplama yöntemleri

Gerçek anlamdaki GOS değerleri gün içinde saat başı yapılan rasatların aritmetik ortalamasıdır (Yalçın ve ark. 2005). GOS saptanmasında çalışmanın yürütüldüğü araziye yerleştirilen ve kayıt cihazı tarafından saat başı yapılan rasatlardan faydalanılmıştır. Bu amaçla her saat başında bir rasat olacak şekilde, bir gün için toplam 24 hava sıcaklığı rasadının aritmetik ortalaması, GOS değeri olarak alınmıştır. Bağcılıkta günlük EST hesaplamalarında genel olarak Winkler indisi denilen aşağıdaki formül kullanılır ve birimi derece gün olarak ifade edilir (Winkler ve ark. 1974).

EST ($T_{ortalama} - T_{eşik}$)

$T_{ortalama}$: Günlük ortalama sıcaklık (°C)

$T_{eşik}$: Asmada gözlerin uyanmaya başladığı sıcaklık (10°C)

EST hesaplamasında her bir çeşide ait uyanma-olgunluk dönemindeki her bir güne ait günlük EST istekleri hesaplanmıştır. Jacob ve Winkler (1950) tarafından bildirildiği gibi GOS değeri eşik sıcaklığın altına düşmesi durumunda oluşan negatif değerler, genel ortalamadan çıkarılmıştır. GOS hesaplama yöntemlerinin Winkler indisinde belirtilen GOS değerinde kullanılan farklı hesaplama yöntemlerinin EST değerindeki değişime etkisini incelemek amacıyla, dört farklı GOS hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Günlük saat başı yapılan sıcaklık ölçümlerin ortalamasına ek olarak, Birgücü ve Karsavuran (2009) tarafından belirtilen aşağıdaki 3 farklı yöntemle hesaplanan GOS verilerinin, Winkler indisine uyarlanması sonucu elde edilen değerler saptanmıştır.

$$GOS = \begin{cases} \frac{T_{max} + T_{min}}{2}, \\ \frac{T_{max} + 2T_{min}}{3}, \\ \frac{T_{07^{00}} + T_{14^{00}} + (2 \times T_{21^{00}})}{4}, \end{cases}$$

T_{max} : Günlük maksimum sıcaklık değeri, T_{min} : Günlük minimum sıcaklık değeri, $T_{07^{00}}$, $T_{14^{00}}$, $T_{21^{00}}$: sırasıyla günlük 07.00, 14.00 ve 21.00 saatlerinde yapılan sıcaklık ölçüm değerleri.

2.2.2. EST hesaplama yöntemleri

Farklı EST hesaplama yöntemlerinin çeşitlerin EST değerini ne derece değişikliğe yol açtığını belirlemek amacıyla her bir çeşit için uyanma-olgunluk dönemindeki EST istekleri, Winkler indisindeki (Winkler ve ark. 1974) saatlik GOS ortalamasıyla bulunan EST isteğine ek olarak, McMaster ve Wilhelm (1997) ile Nunes ve ark. (2016) tarafından bildirilen aşağıdaki yöntemlerle de hesaplanmıştır:

McMaster ve Wilhelm (1997) yöntemi;

$$EST = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{eşik}, \quad \begin{matrix} T_{max} < T_{eşik} \text{ ise } T_{max} = T_{eşik} \text{ alınır} \\ T_{min} < T_{eşik} \text{ ise } T_{min} = T_{eşik} \text{ alınır} \end{matrix}$$

Nunes ve ark. (2016) yöntemi;

$$T_{min} > T_{eşik} \text{ ise, } EST = \frac{(T_{min} - T_{eşik}) + (T_{max} - T_{eşik})}{2}$$

$$T_{max} < T_{eşik} \text{ ise, } EST = 0$$

Her bir çeşit için uyanma-olgunluk döneminde farklı yöntemlerle yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen GOS değerleri, Minitab®16 istatistik paket programı ile korelasyon analizine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı yöntemlerle tespit edilen GOS değerleri arasındaki korelasyon katsayıları 0.991-0.997 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Bu çizelgedeki korelasyon katsayıları incelendiğinde tüm yöntemlerin, 24 saatlik rasat ile saptanan GOS değerleri ile çok yakın bir ilişkide olduğu görülmüştür. En yüksek ilişkinin ise, 07.00-14.00-21.00 saatlerinde yapılan rasatları kullanan yöntemle 24 saat ortalaması arasında olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Farklı GOS hesaplama yöntemlerin korelasyon katsayıları.

Table 1. Correlation coefficient of different DAT methods.

GOS hesaplama yöntemleri	GOS hesaplama yöntemleri		
	24 saat ortalaması	(max+min)/2	(max+2min)/3
(Max+min)/2	0.995	-	-
(Max+2min)/3	0.991	0.996	-
(7+14+2x21)/4	0.997	0.990	0.986

Çizelge 2. Farklı GOS hesaplama yöntemlerine göre EST değerlerinin değişimi.

Table 2. Variation in EHS values calculated by different DAT methods.

Çeşitler	24 Saat ortalaması	EST isteği (dg)		
		$T_{max} + T_{min}$	$T_{max} + 2 T_{min}$	$T_{07}^{00} + T_{14}^{00} + (2 \times T_{21}^{00})$
		2	3	4
Alphonse Lavallee	1585.48	1569.22	1313.85	1545.87
Amasya Beyazı	1583.38	1604.90	1327.27	1573.60
Atasarısı	1473.84	1489.05	1244.43	1466.80
Autumn Royale	1974.33	1993.65	1684.70	1965.65
Black Magic	1352.10	1363.89	1079.23	1338.78
Cardinal	1207.20	1220.05	1009.50	1202.63
Çavuş	1684.46	1706.35	1416.57	1673.43
Çınarlı Karası	1768.93	1782.00	1504.13	1758.65
Early Sweet	925.48	954.24	721.34	912.52
Flame Seedless	1381.13	1406.60	1154.60	1378.93
Hafızali	1546.63	1570.10	1292.43	1537.80
Hamburg Misketi	1428.43	1449.00	1188.93	1420.23
İtalia	1657.80	1670.75	1408.87	1647.50
K-7	1714.63	1712.95	1428.17	1685.63
Kabarcık	1911.83	1935.35	1615.40	1899.33
Kara Erik	2114.55	2136.05	1800.60	2098.98
Kozak Beyazı	1496.03	1513.80	1256.60	1489.58
Kozak Siyahı	1744.28	1759.80	1477.57	1735.83
Michelle Palieri	1791.13	1806.75	1516.30	1781.43
Muscat Bleu	1568.93	1589.80	1308.83	1556.05
Muscat Reine des Vignes	1461.91	1487.30	1215.13	1450.98
Perlette	1451.91	1477.70	1209.77	1445.28
Prima	1197.60	1230.75	1020.77	1212.60
Reçel Üzümlü	2127.22	2142.35	1824.23	2111.83
Red Globe	1810.31	1822.10	1537.33	1796.88
Regent	1509.81	1533.50	1258.17	1499.70
Sultani Çekirdeksiz	1803.29	1821.95	1518.33	1789.48
Superior Seedless	1307.00	1334.00	1083.90	1301.70
Thompson Seedless	1605.30	1628.45	1346.13	1597.00
Trakya İlkeren	1174.67	1187.30	978.57	1169.80
Uslu	1149.68	1172.15	953.40	1151.40
Verigo	1662.71	1677.60	1414.60	1653.83
Victoria	1282.66	1313.20	1068.20	1280.43
Yalova İncisi	1261.70	1284.75	1059.07	1260.28

Araştırma süresince ilk uyanan çeşitten (01.03.2017), son hasada kadar geçen dönemde (21.08.2017) gözlenen en düşük ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 9.95°C ve 36.96°C olarak ölçülmüştür. Gün içerisinde maksimum hava sıcaklığının değişik günlerde ve bazı saatlerde 40°C üzerinde olduğu (en yüksek: 46.5°C) kayıtlar da tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bağın bulunduğu yöreye ait EST potansiyeli 3359.58 dg olarak (1 Nisan-31 Ekim) tespit edilmiştir. Buna göre, bir yörenin iklim özelliğinin EST değerine göre sınıflandırıldığında, bağın bulunduğu Antalya merkez ilçe 'sıcak' iklim kuşağında yer almıştır (Çelik ve ark. 1998; Winkler ve ark. 1974).

Farklı GOS hesaplama yöntemlerine göre Winkler indisi esas alınarak hesaplanan çeşitlere ait EST istekleri Çizelge 2'de verilmiştir. Buradan görüldüğü şekilde çeşitlerin en düşük EST isteği değeri daima max+2min/3 formülünden elde edilmiştir. Buna karşılık, max+min/2 formülü, diğer GOS hesaplama yöntemlerine göre her bir çeşit için daima en yüksek EST değerini oluşturmuştur.

Araştırma kapsamında Winkler indisi dışında, McMaster ve Wilhelm (1997) ile Nunes ve ark. (2016) gibi bazı araştırmacılar tarafından belirtilen, farklı hesaplama yöntemleri kullanılarak da çeşitlerin EST istekleri hesaplanmıştır (Çizelge 3). Farklı yöntemlerle her bir çeşit için saptanan EST isteklerinin genel olarak birbirine yakın olmakla beraber, bu yöntemlerle elde edilen değerlerin büyükten küçüğe doğru; McMaster ve Wilhelm (1997) > Nunes ve ark. (2016) > Winkler ve ark. (1974) şeklinde bir sıralamaya sahip olduğu görülmüştür. Aradaki bu farklılıkların nedeni ise her bir yöntemin farklı GOS değeri hesaplama prensipleri üzerine kurulmuş olmasıdır. Bu durum McMaster ve Wilhelm (1997) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Araştırmacılar farklı prensipler doğrultusunda çalışan aynı derece gün saptama formülünü 1987 yılına ait bir veri setine uyguladıklarında, bir ay için hesaplanan derece gün değerlerinin %80'e varan derecede farklılıklara neden olduğunu göstermişlerdir. Bu farklılıkların yaz aylarında çok az olduğunu tespit eden araştırmacılar, bahar aylarında yüksek seviyelere çıkan farklılıklardan söz etmektedirler. Bu durum, çalışmanın Antalya gibi sıcak ve buna ek olarak gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarının az olduğu bir yerde yapılmış olması, yöntemler arasındaki korelasyon katsayılarının yüksek ve birbirine yakın çıkmasına yol açmış

olabileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle yöntemlerin daha soğuk iklime sahip bağ alanlarında da test edilmesinde yarar vardır.

Ayrıca, Winkler indisinin temel parametrelerinden biri olan, GOS değerinin tespitinde de farklı yöntemlerin söz konusu olduğu Birgücü ve Karsavuran (2009) tarafından bildirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile yapılan yazılı görüşmeler sonucunda edinilen bilgiye göre, 1926-2010 yılları arasındaki GOS hesapları: 07.00-14.00-21.00 (rasat istasyonunun bulunduğu konumun yerel saatine göre) saatlerinde yapılan rasatlar sonucunda kaydedilen sıcaklık değerleri ile GOS hesaplaması şeklinde yapıldığı öğrenilmiştir. 2017 yılının Ocak ayından itibaren ise tüm Türkiye'de otomatik meteoroloji sistemleri üzerinden, saat başı alınan rasatların (24 değer) aritmetik ortalaması alınarak yapıldığı bilgisi edinilmiştir. Bu nedenle, sıcaklık rasatlarının dışardan temin edilmek zorunda olduğu durumlarda, Meteoroloji Bölge Müdürlükleri'nden alınacak 2006 yılı öncesine ait kayıtların da gerçek değerler yerine kullanılacak nitelikte olduğu kararına varılmıştır. Ayrıca minimum-maksimum termometreler kullanılarak, üretimin planlandığı arazide, alınacak günlük rasatların da ortalama sıcaklık tespiti için yeterli olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Üzüm çeşitlerinin EST isteklerinin hesaplama yöntemine göre değişimi.

Table 3. EHS requirements of grape cultivars depending on methods.

Çeşitler	Winkler ve ark.(1974)	Nunes ve ark yöntemi (2016)	McMaster ve Wilhelm yöntemi (1997)
Alphonse Lavallée	1585.48	1586.21	1592.85
Amasya Beyazı	1583.38	1594.76	1615.15
Atasarısı	1473.84	1476.41	1484.55
Autumn Royale	1974.33	1979.58	1992.95
Black Magic	1352.10	1354.01	1362.95
Cardinal	1207.20	1208.76	1216.90
Çavuş	1684.46	1695.59	1717.55
Çımarlı Karası	1768.93	1769.16	1777.30
Early Sweet	925.48	952.06	982.74
Flame Seedless	1381.13	1392.08	1409.60
Hafızali	1546.63	1560.29	1583.20
Hamburg Misketi	1428.43	1441.44	1461.30
İtalia	1657.80	1659.88	1665.45
K-7	1714.63	1701.53	1719.05
Kabarcık	1911.83	1926.54	1949.45
Kara Erik	2114.55	2127.51	2147.90
Kozak Beyazı	1496.03	1500.98	1514.35
Kozak Siyahı	1744.28	1745.74	1756.25
Michelle Palieri	1791.13	1793.73	1807.10
Muscat Bleu	1568.93	1584.18	1607.35
Muscat Reine des Vignes	1461.91	1479.70	1503.10
Perlette	1451.91	1467.09	1490.00
Prima	1197.60	1216.93	1222.50
Reçel Üzümlü	2127.22	2131.27	2141.50
Red Globe	1810.31	1812.11	1821.05
Regent	1509.81	1524.13	1544.50
Sultani Çekirdeksiz	1803.29	1813.06	1833.45
Superior Seedless	1307.00	1322.99	1345.90
Thompson Seedless	1605.30	1617.14	1639.10
Trakya İlkeren	1174.67	1176.96	1185.90
Uslu	1149.68	1157.14	1173.50
Verigo	1662.71	1664.11	1670.75
Victoria	1282.66	1293.74	1315.70

Farklı üzüm çeşitlerinin yurdumuzdaki sıcak iklimden soğuk iklime kadar değişen farklı yörelerde uyanma-olgunlaşma dönemindeki EST istekleri ve gün sayıları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Diğer araştırmacılar tarafından saptanan, sıcak ve soğuk iklimde yer alan değişik bölgelerde yer alan bazı yörelerde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin uyanma-olgunluk dönemindeki EST istekleri ve gün sayılarına ait veriler Çizelge 4’de özetlenmiştir. Buradaki EST değerleri; Antalya için Uzun (1997) ile Aktürk ve Uzun (2019), Kalecik/Ankara için Çelik ve ark. (2005), Van için Gazioğlu ve ark. (2009), Tekirdağ için Sağlam ve ark. (2009), Samsun için Köse (2014), Tokat için Kılıç ve ark. (2016) tarafından saptanmıştır.

Çeşitlerin incelenmesinden görüldüğü şekilde Antalya ekolojisinde olduğu gibi yıllar arasında Trakya İlkeren (T. İlkeren)’de 87 dg, Alphonse Lavallee (A. Lavallee)’de 70 dg’lik fark oluşmuştur. Bu durum, o yöredeki yıllık iklim değişikliklerine bağlanabilir. Diğer taraftan Ankara ve Antalya’da yetiştirilen A. Lavallee çeşidinde ekolojiler arasında 19 dg gibi oldukça küçük fark saptanmıştır. Buna karşın, Antalya ve Edirne’de yetiştirilen Hafızali çeşidinde olduğu gibi bu farkın 165 dg gibi oldukça yüksek rakamlar çıktığı da görülmüştür. Gün sayısı açısından çeşitler ekolojilere göre karşılaştırıldığında aradaki farklar; Tekirdağ ve Tokat ekolojilerinde yetiştirilen Cardinal çeşidinde olduğu gibi 0 güne düşmekte, fakat Antalya ve Samsun’da yetiştirilen T. İlkeren’de olduğu gibi 34 güne kadar çıkabilmektedir. Değişik yayınlarda görülen herhangi bir çeşidin EST isteğindeki farklı rakamların, ekolojilerin iklim ve topraklarındaki farklılıkların yanı sıra; anaçlardaki, bitki yaşlarındaki, yetiştirme koşullarındaki ve araştırmacıların hesaplama yöntemlerindeki farklılıklardan da kaynaklanabileceğini de gözden uzak tutmamak gerekir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yukarıda belirtilen tüm farklı sıcaklık ölçüm yöntemleri ve günlük ortalama hava sıcaklığı hesaplama yöntemleri, üzüm çeşitlerinin gerçek EST isteklerinin saptanmasını ve karşılaştırılmasını zora sokmaktadır. Çeşidin gerçek EST değerinin saptanabilmesi için, o çeşidin uyanma ve olgunluk tarihleri arasında kalan dönemde her bir gün için etkili sıcaklık değerinin hesaplanması gerekir. Bu amaçla yapılacak günlük ortalama hava sıcaklıklarının hesaplanmasında da, bağ içine yerleştirilen veri kaydedici cihazlardan alınan değerlerle yapılmasının daha doğru olacağı sonucuna varılmıştır.

EST hesaplamalarında kullanılacak GOS değerleri gerçeğe en yakın olarak saatlik rasatlarla elde edilebileceği kanaatine varılmıştır. Ancak, GOS hesaplamasında kullanılan yöntemler arasındaki korelasyon katsayıları oldukça yüksek çıkmıştır. Bu nedenle, saatlik rasadın yapılmadığı yerlerde diğer hesaplama yöntemlerini de kullanmak fazla yanıtıcı olmayacaktır. Fakat bu çalışma, Antalya gibi nispeten sıcak olan ve ayrıca gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarının da az olduğu bir yerde yapılmıştır. Bu nedenle, söz konusu formüllerin yapay sıcaklık veri setleriyle veya gece ile gündüz sıcaklık farklarının daha yüksek olduğu daha serin iklim kuşaklarında ve birkaç yıl ardışık olarak test edilmesinde yarar vardır. EST hesaplamalarında aylık sıcaklık ortalamalarından çok, o dönemdeki her bir güne ait GOS değerlerinin hesaplamada kullanılması daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Bundan sonra yapılacak olan EST hesaplamaları içeren çalışmalarda, araştırmacıların kullandıkları yöntem ile verileri elde etme şekillerini, açık ve ayrıntılı olarak belirtmesi gerekmektedir. Böylece, bu konuda yapılacak çalışmaların kendi aralarındaki karşılaştırılmalarda oluşabilecek karışıklıklar da önlenmiş olacaktır.

Çizelge 4. Değişik ekolojilerde yetişen aynı üzüm çeşitlerinin EST istekleri.

Table 4. EHS requirements of same grape cultivars grown in different ecologies.

Çeşitler	Bağ ekolojileri												
	Antalya		Kalecik/Ankara		Samsun		Tekirdağ		Tokat		Van		
	2017	1997	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	
Alphonse Lavallee	1585	120	1655	1604	133	---	---	---	---	---	---	---	---
Cardinal	---	---	1397	1313	112	1455	142	1293	122	1221	122	1228	115
Trakya İlkeren	1175	101	1088	1073	97	1210	131	1050	110	1052	117	---	---
Michelle Palieri	1791	135	---	---	---	---	---	1715	145	---	---	---	---
Victoria	1283	116	---	---	---	---	---	---	---	1273	135	---	---
Çavuş	1684	136	---	1410	125	1420	142	---	---	---	---	---	---
Y.İncisi	1261	107	---	1234	114	1239	123	1172	112	---	---	1187	114
Hafızali	1547	130	---	1667	142	---	---	1823	147	---	---	---	---

Teşekkür

Bu çalışmayı Yüksek Lisans Tezi olarak FYL-2017-2696 nolu proje ile destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aktürk B, Uzun Hİ (2019) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Antalya’da değişik yörelere uygunlukları ve etkili sıcaklık toplamı istekleri. Mediterranean Agricultural Sciences 32(3): 267-273.

Birgücü AK, Karsavuran Y (2009) Gün-derece modellemeleri ve bitki korumada kullanım olanakları. Anadolu Dergisi 19(2): 98-117.

Bonhomme R (2000) Bases and limits to ‘degree.day’ units. European Journal of Agronomy 13: 1-10.

Cross HZ, Zuber MS (1972) Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agronomy Journal 64: 351-355.

Çelik H, Ağaoğlu YS, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu B (1998) Genel bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1, Ankara.

Çelik H, Söylemezoğlu G, Çetiner H, Kunter B, Çakır A (2005) Bazı üzüm çeşitlerinin Kalecik (Ankara) koşullarındaki fenolojik

- özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin belirlenmesi. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu Cilt 2, Tekirdağ, s. 390-397.
- Fraisse CW, Moraes SVP (2018) Degree-days: growing, heating, and cooling. IFAS extension, University of Florida, ABE 381.
- Gazioglu ŞRİ, Balta F, Cangı R (2009) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Van ekolojik koşullarındaki etkili sıcaklık toplamı değerlerinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(3): 49-59.
- Gu S (2016) Growing degree hours – a simple, accurate, and precise protocol to approximate growing heat summation for grapevines. International Journal of Biometeorology 60: 1123-1134.
- Ikegami AK, Sakamoto T, Shiboya K, Katayama T, Takai MG (2016) Effects of abscisic acid treatment on berry coloration and expression of flavonoid biosynthesis genes in grape. American Journal of Plant Sciences 7: 1325-1336.
- Jacob HE, Winkler AJ (1950) Grape growing in California. Circular 116. California Agricultural Extension Service, College of Agriculture, University of California, Berkeley, California.
- Kılıç D, Topal H, Kaya Y, Başaran B, Yağcı A, Cangı R (2016) Bazı erkenci üzüm çeşitlerinin Tokat merkez koşullarına adaptasyonu (1). VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, 2: 678-682.
- Köse B (2014) Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. varieties in the maritime climate of Samsun in Turkey's Black Searegion. South African Journal of Enology and Viticulture 35(1): 90-102.
- McMaster GS, Wilhelm WW (1997) Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agriculture and Forest Meteorology 87: 291-300.
- Mullins MG, Bouquet A, Williams E (2004) Biology of the grapevine. Cambridge University Press, London.
- Nunes NAS, Leite AV, Castro CC (2016) Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine 'Isabel' (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology 76(4): 975-982.
- Payero J (2017) Growing Degree-Day Calculator for the Southeast USA. Cooperative Extension, AC10, pp. 4.
- Perry KB, Wehner TC, Johnson GL (1986) Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hortscience 21(3): 419-423.
- Sağlam M, Boz Y, Kiracı MA, Aydın S (2009) Sofralık üzüm çeşitlerinin Trakya bölgesindeki değişik ekolojik koşullara uyumu. Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Cilt 2, Manisa, s. 129-138.
- Uzun Hİ (1997) Heat summation requirements of grape cultivars. Acta Horticulturae 441: 383-386.
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA (1974) General viticulture: Second revised edition. University Of California Press, Berkeley, California.
- Yalçın G, Demircan M, Ulupınar Y, Bulut E (2005) Klimatoloji-1. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 2005/1, Ankara.



Net örtü sistemi altında muz yetiştirme olanakları

Growing possibilities of banana in net covering system

Lokman ALTINKAYA , Hamide GÜBBÜK

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kampüs, 07058, Antalya

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): H. Gübbük, e-posta (*e-mail*): gubbuk@akdeniz.edu.tr

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Ağustos 2019
Düzeltilme tarihi 11 Haziran 2020
Kabul tarihi 01 Temmuz 2020

Anahtar Kelimeler:

Muz
Örtü materyali
Yetiştirme sistemi
Verim
Kalite

ÖZ

Subtropik koşullarda muz yetiştiriciliğinde, üretim maliyetini arttıran en önemli unsurlardan birisi sera kurulum maliyetidir. Bununla birlikte, arazi yapısının engebeli olmasından dolayı sera kurulumunun mümkün olamayacağı araziler de bulunmaktadır. Bu nedenle engebeli arazilerde modern seraların kurulumu üretim maliyetini arttırmaktadır. Ayrıca sera örtü materyali olarak plastik kullanımı yağmur sularından yararlanılmasını engellemektedir. Bu nedenle planlanan bu çalışmada sera kurulumuna uygun olmayan arazilerde net örtü sistemi altında yapılan muz yetiştiriciliğinin açıkta yetiştiricilik ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Araştırma, 2015-2016 yılları arasında Antalya'nın Gazipaşa ilçesinin Yakacık mevkiinde yürütülmüştür. "Dwarf Cavendish" çeşidinin kullanıldığı çalışmada, konstrüksiyon olarak galvanizli demir ve örtü sistemi olarak ise beyaz renkli böcek tülü (UV stabilizasyonu sağlayan, %8-12 gölgelemeye sahip ve doluya dayanıklı, 25 mesh 10X8 gözenek genişliğinde) kullanılmıştır. Araştırmada, morfolojik özellikler (gövde çevresi, gövde yüksekliği, yaprak sayısı, hevenk sapı çevresi), verim, derimden önce ve derimden sonra meyvelerde bazı pomolojik özellikler incelenmiş ve sonuçlar açıkta yetiştiricilik ile kıyaslanmıştır. Araştırma bulguları, incelenen morfolojik özelliklerin önemli bir kısmının net örtü sistemi altında daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Verimi doğrudan etkileyen tarak sayısı ve hevenk ağırlığı net örtü sistemi altında açığa göre daha yüksek kaydedilmiştir. Meyve fiziksel özelliklerinden parmak ağırlığı, parmak çevresi ve parmak uzunluğu değerleri net örtü sistemi altında daha yüksek belirlenmiştir. Sonuç olarak, net örtü sistemi açığa göre verim ve kalite özellikleri açısından daha iyi sonuç vermiştir.

ARTICLE INFO

Received 30 August 2019
Received in revised form 11 June 2020
Accepted 01 July 2020

Keywords:

Banana
Cover material
Cultivation system
Yield
Quality

ABSTRACT

The cost of greenhouse construction is one of the most significant factors increasing the production cost in banana growing in Turkey. However, it is required to develop a contemporary system that should be alternative to the greenhouse in rugged terrain and economical in terms of the total cost in banana production, allowing the growers to use of rain-water especially during the rainy season. Due to these reasons, in this study, it is aimed to compare the net covering system providing the use of rain-water with open field production in the rugged terrain in which is not available to construct greenhouse due to the field structure. This experiment was conducted in Gazipaşa, Antalya locally in Yakacık between 2015 and 2016. In the study in which the 'Dwarf Cavendish' variety was used, the galvanized iron and monofilament white weaving net (with UV stabilization, 8-12% shading, hail-resistant, and 25 mesh 10 X 8 pore width) were utilized as construction materials. In this study, some morphological characteristics of plants including stem round, stem length, the number of leaves and stem round of cluster, yield, and pomological characteristics of pre-harvested and post-harvested fruits were comparatively determined concerning the open field and net covering system. Research findings illustrated that the substantial part of morphological characteristics showed valuable results under the net covering system. In addition to this, the results indicated that the number of combs and weight of clusters directly affecting the yield was higher under the net covering system than the open field growing. Furthermore, it was determined that fruit physical characteristics involving the values of finger weight, finger around, and length were higher under the net covering system. As a consequence, the net covering system exhibited better results compared with the open field growing in terms of yield and quality features.

1. Giriş

Muz, dünyada yaygın olarak, tropik iklimin görüldüğü 20° kuzey ve güney enlemleri arasında yetiştirilmektedir. Bu enlem dereceleri dışında kalan (20° ve 30° güney ve kuzey enlemleri arası) ülkelerde ise subtropik iklim koşullarında yetiştirilmektedir (Stover ve Simmonds 1987). Ülkemizde ise muz yetiştiriciliğinin yapıldığı lokasyonlar, kritik enlem derecesinin (30°) dahi dışında kalmakta ve ülkemizde kuzey enlem derecesi sınırı 36° olarak bildirilmiştir (Gübbük ve ark. 2010). Bununla birlikte, ülkemizde dekara verim, örtüaltı avantajından dolayı dünya ortalamasının üstünde seyretmektedir (Fao 2017). Zira dünyada, örtüaltı muz yetiştiriciliğinin verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği birçok çalışma ile desteklenmiştir (Galan Saucó ve ark. 1998; Eckstein ve ark. 1998a; Gübbük ve Pekmezci 2004). Dünyada, net örtü sistemi altında gölge tülü ya da böcek tülü kullanımına yönelik muzda yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu konuda yapılan çalışmalara, başta İsrail olmak üzere, Mısır'da rastlanmıştır ve bu çalışmalarda, materyal özelliği, rengi ve delik çapına kadar bazı konularda hala açıklığa kavuşturulacak konular olduğu vurgulanmıştır (Refaie ve ark. 2012; Pirkner ve ark. 2014).

Örtüaltı muz yetiştiriciliğinde, girdi maliyetini arttıran en önemli unsurlardan birisi sera yapım maliyetidir. Net örtü sistemi (böcek tülü) altında yetiştiriciliğin ise seraya göre maliyetinin düşük olduğu ve daha ucuz teknolojiye ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Teitel ve ark. 2017). Aynı çalışmada, net örtü sistemi altında, yüksekliğin 4 ya da 6 m olarak inşa edilmesinin sıcaklık ve oransal nem açısından bir farklılık yaratmadığı da kaydedilmiştir. Refaie ve ark. (2012), Mısır'da "Grand Nain" muz çeşidinde iki farklı renge sahip böcek tülünün su tüketimi, vejetatif büyüme ve hevenk ağırlığı üzerine etkisini araştırmışlardır. Kullanılan böcek tüllerinden, kırmızı renge sahip olanda ışık geçirgenliği %30 ve siyahta ise %45 olarak bildirilmiştir. Yaz süresince, gölgelemenin açığa göre (örtü kullanılmayan) su tüketimini azalttığı, oransal nemi yükselttiği, hava sıcaklığını düşürdüğü, bitkilerin daha hızlı büyümesini sağladığı ve hevenk ağırlığını yükselttiği bildirilmiştir. Açık ile kıyaslandığında, gölgeleme ile su kullanım randımanı %40 daha düşük (açıkta 740.3 mm ve uygulamalarda 521.8 mm) saptanmıştır. Suyun etkin kullanımı açık ile kıyaslandığında, siyah böcek tülünde %44.9-%55.2, buna karşın kırmızı böcek tülünde ise %73.9 ve %87.0 oranında daha yüksek kaydedilmiştir. Pirkner ve ark. (2014), İsrail'de muz yetiştiriciliğinde farklı örtü materyalleri (dokuma ve örgü) ve gölgeleme yüzdesinin (%8, 10 ve 13) muz yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla yürütülen çalışmada, dokuma ve örgüde delik boyutları farklılık göstermiştir. Dokumada 2 x 3 ve 2 x 5 olmak üzere iki ve yine örgüde 2 x 11 ve 3 x 11 olmak üzere iki delik boyutu denenmiştir. Dokuma ve %10 gölgeleme özelliğine sahip 2 x 3 mm ve 3 x 11 mm delik boyutundaki materyaller, iklimsel veriler açısından kıyaslandığında; 2 x 3 mm delik boyutunda hava geçirgenliğinin daha düşük olması nedeniyle sera içinde oransal nem %10 daha yüksek saptanmıştır. Araştırmada ayrıca, dokuma özelliğine sahip örtü materyalinde, buharlaşmanın daha düşük düzeyde olduğu kaydedilmiştir. Buna ilave olarak, hevenk oluşumu ve verim parametrelerinin örtü materyallerinden etkilenmediği bildirilmiştir. Araştırma sonucunda, %10 gölgeleme özelliğine sahip dokuma örtü materyali tavsiye edilmiştir. Tanny ve ark. (2018), net örtü sistemi altında muz yetiştiriciliğinin İsrail'de standart bir uygulama haline geldiğini ve net örtü sistemi altında

yetiştiricilik ile verimin arttığını ve su kullanım randımanının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Haijun ve ark. (2015), net örtü sistemi altında bitkilerde terlemenin %10 oranında düştüğü, Siqueira ve ark. (2012), açık ile kıyaslandığında net örtü sistemi altında su kullanım randımanının %25 oranında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Subtropik koşullarda yapılan muz yetiştiriciliğinde, sera örtü materyali olarak plastik kullanımına ilişkin yapılan çalışmalara da rastlanmıştır ve bu çalışmalarda da verimin açığa göre daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Nitekim Mendez Hernandez (1998), Kanarya Adaları'nda selekte edilen iki farklı muz klonu (Johnson ve Brier) ile Grand Nain muz çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, incelenen tüm kriterler açısından örtüaltı yetiştiriciliğinin açığa göre daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Eckstein ve ark. (1998b), Güney Afrika'da, "Williams", "Chinese Cavendish" ve "Grand Nain" İsrail çeşitleri ile yürütülen çalışmada, örtüaltı yetiştiriciliğinde verimin açığa göre %28 oranında daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Gübbük ve ark. (2004), "Grand Nain", "Petit Nain", "Poyo", "Williams" ve "Basrai", muz çeşitleri üzerinde, açıkta ve örtüaltında yürütüldükleri çalışmada, çeşitlere göre değişimle birlikte verimi, örtüaltında açığa göre %19-28 oranında daha yüksek belirlemişlerdir. Yine Gübbük ve Pekmezci (2004) tarafından, "Dwarf Cavendish" muz klonu üzerinde yürütülen çalışmada, hektardan elde edilen verim değeri örtüaltında açıkta daha yüksek belirlenmiş ve verim sırasıyla açıkta 42.8 ton ve örtüaltında 65.5 ton olarak saptanmıştır.

Örtüaltı yetiştiriciliği, muz yanında papaya gibi tropik meyve türlerinde, verim artışı yanında hastalıkların taşınmasını (Papaya ring spot virüs hastalığı) önlenmesinde de kullanıldığı bildirilmiştir (Galan Saucó ve Rodriguez Pastor 2007, Martelleto ve ark. 2008). Martelleto ve ark. (2008), tropik koşullarda Papaya ringspot virüs (PRSV) hastalığından dolayı, papayayı subtropik koşullarda olduğu gibi örtüaltında (plastik, plastik+net, net) yetiştirilmesini tavsiye etmişlerdir. Galan Saucó (2002), tropik meyve türlerinin örtüaltı yetiştiricilik potansiyelini incelemiştir. Araştırmacı, papayanın çevre koşulları yetersiz olduğu zaman (özellikle 20°C'nin altında) vejetatif gelişme, çiçeklenme ve meyve tutumunun olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir. Bu sorunların, örtüaltı yetiştiriciliği ile önlenebileceği bildirilmiştir. Bu nedenle dünyada papaya yetiştiriciliğinin Kanarya adaları, Japonya ve İsrail'de ticari anlamda örtüaltında yapıldığı kaydedilmiştir.

Bu çalışmada, muz yetiştiriciliğinde sera kurulumuna elverişli olmayan eğimli arazilerde net örtü sisteminin açığa göre verim ve kalite açısından gösterdiği performansların incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal ve dikim hazırlığı

Bu çalışma, Mart 2015-Şubat 2016 yılları arasında Antalya'nın Gazipaşa Yakacık mevkiinde, homojen bir arazi yapısına sahip, yüzde %25-30 eğime sahip, dört yıllık bir muz plantasyonunda yürütülmüştür. Olgunlaştırma ve pomolojik analizler Akdeniz Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yapılmıştır. Araştırmada çeşit olarak "Dwarf Cavendish" muz çeşidi kullanılmış ve bitkiler ocak şeklinde (2 bitki/ocak) dikilmiştir (1600 bitki ha⁻¹). Bitkiler damla sulama sistemi ile sulanmış ve gübreleme Gübbük ve Pekmezci (2004)'e göre uygulanmıştır.

2.1.1. Kullanılan konstrüksiyon malzemeleri

Konstrüksiyon olarak galvanizli boru kullanılmış ve sera, orta kısmının yüksekliği 7 m ve yan yüksekliği ise 5.5 m olacak şekilde planlanmıştır. Net örtü sistemi olarak ise UV stabilize, %8-12 gölgeleme özelliğinde, 25 mesh 10X8 gözenek genişliğinde beyaz böcek tülü kullanılmıştır.

2.1.2. Sıcaklık ve oransal nem değerleri

Sıcaklık ve oransal nem saat başı kaydedilmiştir. Açıkta sezon boyunca minimum sıcaklık, 10.57-24.63°C, ortalama sıcaklık 14.02-28.71°C ve maksimum sıcaklık 20.21-34.06°C ve net örtü sistemi altında sezon boyunca minimum sıcaklık 10.09-23.47°C, ortalama sıcaklık 14.00-28.66°C ve maksimum 21.40-35.19°C olarak kaydedilmiştir. Oransal nem değeri ise açıkta minimum %40.72-51.79, ortalama %56.84-71.18 ve maksimum %71.24-85.14 ve net örtü sistemi altında minimum oransal nem değeri %34.86-44.81, ortalama oransal nem değeri %52.14-63.86, maksimum oransal nem değeri %67.61-81.75 arasında kaydedilmiştir.

2.2. Metot

Araştırmada, uygulamaların bitki morfolojik (bitki boyu, yalancı gövde yüksekliği ve çevresi, toplam ve aktif yaprak sayısı), verim bileşenleri (tarak sayısı, toplam parmak sayısı, hevenk ağırlığı) üzerine etkileri incelenmiştir. Parametrelere ait ölçüm ve gözlemler, Gübbük ve ark. (2010) ile Altunkaya (2016)'ya göre yapılmıştır. Hevenklerin derimi, parmaklarda köşelliliğin üçte iki oranında kaybolduğu zamanda yapılmış ve meyveler 16°C sıcaklık ve %90 oransal nemde olgunlaştırılmıştır (Gübbük ve ark. 2010). Etilen uygulamasından sonra olgunlaşma periyodunda meyve kabuk rengindeki değişimler Minolta marka renk ölçme aleti ile L*, a* ve b* değerleri cinsinden belirlenmiş ve kroma (C) ile hue (h°) değerleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (McGuire 1992).

$$C: (a^2+b^2),$$

$$h^\circ: \tan^{-1} (b/a).$$

Parmak ağırlığı, meyve kabuk kalınlığı, meyve eti setliği, kabuk oranı ve suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) düzeyi ile kabuk rengi değişimi (C ve h°) olgunlaşmanın 6 no'lu aşamasında belirlenmiştir (Kader 2002).

2.2.1. İstatistiksel analiz

Araştırma 3 yinelemeli ve her yinelemede arazi ve meyve ile ilgili çalışmalarda 10 bitki/meyve olacak şekilde tesadüf

parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama değerleri ile verilmiştir. Normal dağılım Shapiro Wilk testi ile test edilmiştir. Normal dağılan değişkenler için bağımsız t testi (independent t test), normal dağılıma uymayanlar için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. P<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Analizler SPSS 23 programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada ayrıca açık ve net örtü sistemi altında incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkiler Minitab 19 istatistik programı kullanılarak korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Açık ve net örtü sistemi altında saptanan bitki boyu, yalancı gövde yüksekliği ve çevresi ile toplam ve aktif yaprak sayılarına ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. İncelenen kriterlerden gövde çevresi dışında kalan tüm kriterler üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve net örtü sistemi altında sonuçlar açıktan daha yüksek saptanmıştır. Bitki boyu net örtü sistemi altında 390.95 cm olarak ölçülürken, açıkta 365.19 cm olarak kaydedilmiştir. Benzer durum, yalancı gövde yüksekliği bakımından da tespit edilmiş olup, değerler açık ve net örtü sistemi için sırasıyla 146.15 cm ve 172.60 cm olarak kaydedilmiştir. İncelenen diğer kriterlerden toplam ve aktif yaprak sayıları, net örtü sistemi altında daha yüksek belirlenmiştir. Toplam yaprak sayısı açıkta 24.86, net örtü sistemi altında 31.82 adet ve aktif yaprak sayısı ise açıkta 8.06 ve net örtü sistemi altında ise 12.11 adet arasında değişim göstermiştir. Net örtü sistemi altında gövde yüksekliği, toplam ve aktif yaprak sayısının daha yüksek belirlenmesi, özellikle rüzgarın etkisinin net örtü sistemi altında daha düşük olmasından ve bu durumun bitki büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu yönde yansımalarından kaynaklanmış olabilir. Refaie ve ark. (2012), Grand Nain muz çeşidi üzerinde yürüttükleri çalışmada, böcek tülü rengi çalışmamızdan farklı olmakla birlikte, siyah ve kırmızı böcek tülü kullanımının açığa göre bulgularımızda olduğu gibi bitki büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Hevenk sapı çevresi, tarak sayısı, toplam parmak sayısı ve hevenk ağırlığı ile hevenk oluşumundan derime kadar geçen süre üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi uygulamaların sadece toplam parmak sayısı ve hevenk oluşumundan derime kadar geçen süreyi istatistiksel olarak etkilediği görülmektedir. Tarak sayısı istatistiksel olarak farklı çıkmamakla beraber net örtü sistemi altında daha yüksek kaydedilmiştir. Zira net örtü sistemi altında, 11.44 adet ile açıktan daha yüksek kaydedilmiştir. İncelenen kriterlerden hevenk sapı çevresi değeri, tarak sayısında olduğu gibi her iki uygulamada birbirine oldukça

Çizelge 1. Açık ve net örtü sistemi altında morfolojik özelliklere ait sonuçlar.

Table 1. Results of morphological features in open-field and net covering system.

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Gövde Yüksekliği (cm)	Gövde Çevresi (cm)	Toplam Yaprak Sayısı (adet)	Aktif Yaprak Sayısı (adet)
Açık (Open-field)	365.19 b	146.15 b	73.10	24.86 b	8.06 b
Net (Net)	390.95 a	172.60 a	74.75	31.82 a	12.11 a
P	0.004* ²	<0.0001* ¹	Ö.D.	<0.0001* ¹	<0.0001* ²

*Açık ve net uygulama ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p≤0.05). **Ö.D. istatistiksel olarak önemli değil. 1: Bağımsız t testi, 2: Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

yakın saptanmış ve 23.50 cm ile 24.25 cm arasında değişim göstermiştir. Hevenk ağırlığı ve buna bağlı olarak verimi doğrudan etkileyen toplam parmak sayısı ise 224.10 adet ile net örtü sistemi altında daha yüksek kaydedilmiştir. Hevenk ağırlığı 30 kg'a ve açıkta ise 27 kg'a yakın kaydedilmiştir. Hevenk oluşumundan derime kadar geçen süre ise net örtü sistemi altında yaklaşık 10 gün daha kısa saptanmıştır. Araştırma bulgularında, net örtü sistemi altında meyve gelişim süresinin daha kısa ve özellikle toplam parmak sayısının daha yüksek saptanması, incelenen diğer morfolojik özelliklerde olduğu gibi netin özellikle yapraklarda yırtılmaları engellemesi ve bitkilerde fotosentezi olumlu yönde etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Refaie ve ark. (2012), iki farklı renkteki (kırmızı ve siyah) böcek tülünde, bulgularımızda olduğu gibi hevenk ağırlığını açığa göre daha yüksek belirlemişlerdir. Bunun yanında net örtü sistemi altında maksimum sıcaklığın yüksek olması, açığa göre net örtü sistemi altında verimi arttırdığı görüşündeyiz. Tanny ve ark. (2018), İsrail'de yürüttükleri çalışmada net örtü sistemi altında verimin daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Parmak çevresi, parmak uzunluğu, parmak çapı ile olgunlaştırmadan önce ve sonra parmak ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Uygulamaların parmak çevresi ve uzunluğu ile olgunlaştırmadan önce ve sonra parmak ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Parmak çevresi ve parmak uzunluğu net örtü sistemi altında, açıktan daha yüksek belirlenmiştir. Parmak çapı ise her iki uygulamada birbirine yakın belirlenmiştir. Olgunlaştırmadan önce ve sonra saptanan parmak ağırlığı yine net örtü sistemi altında daha yüksek kaydedilmiştir. Verimi doğrudan etkileyen parmak ağırlığı hem olgunlaştırma ve hem de olgunlaştırma sonrası daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. Bulgularımızda olduğu gibi Refaie ve ark. (2012) parmak ağırlığını açığa göre siyah ve kırmızı olmak üzere net örtü sistemi altında daha yüksek kaydetmişlerdir. Buna karşın, Pirkner ve ark (2014), farklı özellikteki örtü materyallerinin parmak ağırlığı, uzunluğu ve çevresini etkilemediğini bildirmişlerdir.

İncelenen kriterlerden kabuk kalınlığı ve meyve eti setliği ile SÇKM üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ve meyve kabuk oranı ve meyve eti oranı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). Meyve kabuk kalınlığı ve meyve eti sertliği ile SÇKM oranı açıkta daha yüksek saptanmıştır. Uygulamalara göre değişmekle birlikte, meyve kabuk kalınlığı 2.16 mm ile 2.30 mm ve meyve eti setliği ise 1.63 kg cm⁻² ile 1.77 kg cm⁻² arasında değişim göstermiştir. Meyve eti sertliğinin açıkta daha yüksek olmasına neden olarak, açıkta kabuk kalınlığının daha yüksek kaydedilmesi gösterilebilir. SÇKM miktarı açıkta yetiştiricilikte net örtü sistemi altından daha yüksek saptanmıştır. Her iki uygulamada kalite kriterleri arasında kaynaklanan bu farklılıklar, her iki yetiştirme ortamında gece gündüz arasında kaydedilen iklimsel faktörlerdeki dalgalanmalardan kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Zira net örtü sistemi altında sıcaklık ve oransal nemde dalgalanma, açığa göre daha düşük kaydedilmiştir. Bununla birlikte, açıkta oransal nem değerleri nete göre daha yüksek saptanmıştır. Buna neden olarak da çalışmada kullanılan net

örtü sisteminde mesh boyutunun düşük olması gösterilmiştir. Bu durum ise havada oluşan çigin örtü içerisine alınımını engellenmiştir. Net örtü sistemi altında yapılan çalışmalarda, olgunlaşma sonucu kalite kriterleri üzerine örtü materyallerinin etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı, sonuçlar diğer çalışmalar ile karşılaştırılmamıştır.

Açık ve net örtü sistemi altında olgunlaştırma öncesi C değeri (parlaklık) üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli, olgunlaştırma sonrası C değeri (parlaklık) üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5). Yeşil rengin sarıya dönüşümünü gösteren h° değerleri de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş her iki uygulamada da birbirine yakın belirlenmiştir. Albeni açısından düşündüğümüzde, renk değerlerinde özellikle olgunlaşma sonrası daha önemlidir. Bu nedenle bulgularımız renk açısından değerlendirildiğinde, olgunlaştırma sonrası farklılığın belirlenmemesi, renk üzerine uygulamaların etkili olmadığını göstermektedir. Olgunlaştırmadan sonra saptanan C ve h° değerleri, Balkıç ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışma ile benzer bulunmuştur.

Açıkta yetiştiricilikte, verimi direkt olarak etkileyen hevenk ağırlığı ile tarak sayısı arasında negatif bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 6). Hevenk ağırlığı ile morfolojik özelliklerden gövde çevresi ve gövde yüksekliği arasında ise yine negatif yönde ve düşük düzeyde bir korelasyon saptanmıştır. Muzda kalite kriterleri arasında, parmak uzunluğu en önemli parametredir. Zira ihracatta parmak uzunluğu dikkate alınan en önemli özelliktir. Parmak uzunluğuyla incelenen özelliklerden parmak çevresi, parmak çapı, parmak ağırlığı ve meyve eti ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon kaydedilmiştir.

Net örtü sisteminde, hevenk ağırlığı ile tarak sayısı arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 7). Açıkta yetiştiricilikten farklı olarak, net örtü sistemi altında hevenk ağırlığı ile verim parametrelerinden parmak çevresi arasında negatif bir korelasyon kaydedilmiştir. Net örtü sistemi altında açıktan farklı olarak korelasyon analizinde, hevenk ağırlığı ile morfolojik özellikler arasında bir korelasyon belirlenmemiştir. Parmak uzunluğu ile parmak çevresi, parmak çapı, parmak ağırlığı ve meyve eti ağırlığı arasında açıkta olduğu gibi pozitif bir korelasyon belirlenmiştir.

4. Sonuç

Araştırma sonuçları, örtü materyali olarak böcek tülü kullanımının açıktaki yetiştiriciliğe göre verim ve kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte, araştırma sonuçları daha önceki yıllarda yaptığımız örtü materyali olarak plastik kullanılan çalışmalar ile kıyaslandığında, verimin net örtü sistemi altında yetiştiricilikte daha düşük olduğunu söyleyebiliriz. Bu nedenle, daha sonra yapılacak çalışmalarda daha iyi sonuçlar alabilmek için net örtü sistemi altında oransal nemin artırılması amacı ile sera içerisinde sisleme yapılması, ayrıca daha geniş gözenekli, farklı renkte ve dokuma özelliklerine sahip örtü materyallerinin kullanılması tavsiye edilmiştir.

Çizelge 2. Açık ve net örtü sistemi altında hevenk özellikleri, hevenk ağırlığı ve meyve gelişme süresine ilişkin sonuçlar.

Table 2. Results of bunch features, bunch weight and days from bunch emerge to harvest in in open-field and net covering system.

Uygulamalar	Hevenk Sapı Çevresi (cm)	Tarak Sayısı (adet)	Toplam Parmak Sayısı (adet/hevenk)	Hevenk Ağırlığı (kg)	Hevenk Oluşumundan Derime Kadar Geçen Süre (gün)
Açık (Open-Field)	24.25	10.76	199.94 b	26.84 b	153.87 a
Net (Net)	23.50	11.44	224.10 a	29.93 a	143.81 b
P	0.211 ^{*2}	0.084 ^{*2}	0.013 ^{*2}	<0.0001 ^{*2}	<0.0001 ^{*1}

*Açık ve net uygulama ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$). 1: Bağımsız t testi, 2: Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

Çizelge 3. Açık ve net örtü sistemi altında meyve fiziksel özelliklerine ait sonuçlar.

Table 3. Results of fruit physical features in open-field and net covering system.

Uygulamalar	Parmak Çevresi (cm)	Parmak Uzunluğu (cm)	Parmak Çapı (mm)	Olgunlaştırmadan Önce Parmak Ağırlığı (g)	Olgunlaştırmadan Sonra Parmak Ağırlığı (g)
Açık (Open-field)	12.10 b	19.94 b	34.23	95.81 b	89.20 b
Net (Net)	12.65 a	22.69 a	34.75	101.98 a	94.52 a
P	<0.0001 ^{*1}	<0.0001 ^{*1}	0.774 ^{*2}	0.039 ^{*1}	0.048 ^{*1}

*Açık ve net uygulama ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$). **Ö.D. istatistiksel olarak önemli değil. 1: Bağımsız t testi, 2: Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

Çizelge 4. Açık ve net örtü sistemi altında pomolojik özelliklere ait sonuçlar.

Table 4. Results of pomological features in open-field and net covering system.

Uygulamalar	Kabuk Kalınlığı (mm)	Meyve Eti Sertliği (kg cm^{-2})	Meyve Kabuk Oranı (%)	Meyve Et Oranı (%)	SÇKM (%)
Açık Open-field)	2.30 a	1.77 a	35.32	64.68	20.06 a
Net (Net)	2.16 b	1.63 b	36.58	63.42	19.58 b
P	<0.0001 ^{*1}	<0.0001 ^{*1}	Ö.D.	Ö.D.	<0.0001 ^{*2}

*Açık ve net uygulama ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$). **Ö.D. istatistiksel olarak önemli değil. 1: Bağımsız t testi, 2: Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

Çizelge 5. Açık ve net örtü sistemi altında olgunlaşma öncesi ve sonrası C renk ve h° açı değerlerine ait sonuçlar.

Table 5. Results of C and h° angle values before and after ripening in open-field and net covering system.

Uygulamalar	Olgunlaştırma Öncesi		Olgunlaştırma Sonrası	
	C	h°	C	h°
Açık (Open-field)	43.64 a	117.08	46.43	93.68
Net (Net)	42.82 b	117.07	46.17	93.46
P	<0.0001 ^{*1}	0.941 ^{*1}	0.088 ^{*2}	0.002 ^{*2}

*Açık ve net uygulama ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$). **Ö.D. istatistiksel olarak önemli değil. 1: Bağımsız t testi, 2: Mann-Whitney U test kullanılmıştır.

Çizelge 6. Açıkta yetiştiricilikte incelenen parametrelere ait korelasyon analiz sonuçları.

Table 6. Results of correlation analysis belong to examined parameters in open-field growing.

Değişkenler	BB	GÇ	GY	TYS	AYS	HSC	TS	TPS	HA	PU	PÇ	PÇA	PA	MEA	KK	MES
Bitki Boyu (BB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gövde Çevresi (GÇ)	0.715 (***)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gövde Yüksekliği (GY)	0.309 (Ö.D.)	0.346 (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam Yaprak Sayısı (TYS)	0.189 (Ö.D.)	0.059 (Ö.D.)	0.201 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aktif Yaprak Sayısı (AYS)	0.052 (Ö.D.)	-0.052 (Ö.D.)	-0.311 (Ö.D.)	0.440 (**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hevenk Sapı Çevresi (HSC)	0.738 (***)	0.663 (***)	0.376 (*)	0.065 (Ö.D.)	0.068 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarak Sayısı (TS)	0.759 (***)	0.665 (***)	0.439 (**)	0.203 (Ö.D.)	0.012 (Ö.D.)	0.804 (***)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam Parmak Sayısı (TPS)	0.695 (***)	0.663 (***)	0.426 (*)	0.168 (Ö.D.)	0.069 (Ö.D.)	0.782 (***)	0.768 (***)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hevenk Ağırlığı (HA)	-0.322 (Ö.D.)	-0.355 (*)	-0.354 (*)	-0.205 (Ö.D.)	-0.018 (Ö.D.)	-0.307 (Ö.D.)	-0.523 (**)	-0.254 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Parmak Uzunluğu (PU)	0.160 (Ö.D.)	0.073 (Ö.D.)	0.149 (Ö.D.)	-0.004 (Ö.D.)	0.038 (Ö.D.)	-0.027 (Ö.D.)	0.042 (Ö.D.)	0.061 (Ö.D.)	0.121 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-
Parmak Çevresi (PÇ)	0.188 (Ö.D.)	0.008 (Ö.D.)	0.161 (Ö.D.)	0.247 (Ö.D.)	0.169 (Ö.D.)	0.108 (Ö.D.)	0.105 (Ö.D.)	0.026 (Ö.D.)	0.003 (Ö.D.)	0.791 (***)	-	-	-	-	-	-
Parmak Çapı (PÇA)	-0.025 (Ö.D.)	-0.022 (Ö.D.)	0.237 (Ö.D.)	0.230 (Ö.D.)	0.156 (Ö.D.)	-0.025 (Ö.D.)	-0.046 (Ö.D.)	-0.090 (Ö.D.)	-0.117 (Ö.D.)	0.623 (***)	0.654 (***)	-	-	-	-	-
Parmak Ağırlığı (PA)	-0.059 (Ö.D.)	-0.088 (Ö.D.)	0.249 (Ö.D.)	0.035 (Ö.D.)	-0.021 (Ö.D.)	-0.103 (Ö.D.)	0.016 (Ö.D.)	-0.029 (Ö.D.)	-0.097 (Ö.D.)	0.799 (***)	0.781 (***)	0.687 (***)	-	-	-	-
Meyve Eti Ağırlığı (MEA)	0.083 (Ö.D.)	-0.061 (Ö.D.)	-0.010 (Ö.D.)	0.025 (Ö.D.)	0.013 (Ö.D.)	0.007 (Ö.D.)	0.042 (Ö.D.)	-0.090 (Ö.D.)	0.009 (Ö.D.)	0.782 (***)	0.789 (***)	0.644 (***)	0.798 (***)	-	-	-
Kabuk Kalınlığı (KK)	-0.222 (Ö.D.)	-0.259 (Ö.D.)	-0.192 (Ö.D.)	-0.227 (Ö.D.)	0.289 (Ö.D.)	-0.058 (Ö.D.)	-0.166 (Ö.D.)	-0.309 (Ö.D.)	-0.050 (Ö.D.)	0.013 (Ö.D.)	0.015 (Ö.D.)	0.094 (Ö.D.)	0.032 (Ö.D.)	0.049 (Ö.D.)	-	-
Meyve Eti Sertliği (MES)	-0.165 (Ö.D.)	-0.179 (Ö.D.)	-0.024 (Ö.D.)	-0.049 (Ö.D.)	-0.017 (Ö.D.)	-0.121 (Ö.D.)	-0.251 (Ö.D.)	-0.197 (Ö.D.)	0.134 (Ö.D.)	0.157 (Ö.D.)	0.133 (Ö.D.)	0.260 (Ö.D.)	0.327 (Ö.D.)	0.308 (Ö.D.)	0.089 (Ö.D.)	-
SÇKM	-0.191 (Ö.D.)	0.069 (Ö.D.)	-0.143 (Ö.D.)	-0.229 (Ö.D.)	-0.174 (Ö.D.)	-0.191 (Ö.D.)	-0.274 (Ö.D.)	-0.096 (Ö.D.)	0.369 (*)	0.226 (Ö.D.)	0.141 (Ö.D.)	0.087 (Ö.D.)	0.129 (Ö.D.)	0.210 (Ö.D.)	0.000 (Ö.D.)	-0.029 (Ö.D.)

*. **. *** Sırasıyla istatistiksel olarak 0.05. 0.01 ve 0.001 düzeyinde önemli. Ö.D. Önemli değil.

Çizelge 7. Net örtü sistemi altında yapılan yetiştiricilikte parametrelere ait korelasyon analiz sonuçları.

Table 7. Results of correlation analysis belong to examined parameters in the net covering system.

Değişkenler	BB	GÇ	GY	TYS	AYS	HŞÇ	TS	PS	HA	PU	PÇ	PÇA	PA	MEA	KK	MES
Bitki Boyu (BB)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gövde Çevresi (GÇ)	0.344 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gövde Yüksekliği (GY)	0.309 (Ö.D.)	0.285 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam Yaprak Sayısı (TYS)	0.204 (Ö.D.)	0.367 *	0.453 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aktif Yaprak Sayısı (AYS)	0.212 (Ö.D.)	0.637 ***	0.166 (Ö.D.)	0.513 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hevenk Sapı Çevresi (HŞÇ)	0.470 **	0.861 ***	0.443 **	0.452 **	0.483 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarak Sayısı (TS)	0.321 (Ö.D.)	0.481 **	0.358 *	0.465 **	0.389 *	0.561 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam Parmak Sayısı (TPS)	0.115 (Ö.D.)	0.482 **	0.432 **	0.506 **	0.431 **	0.506 **	0.687 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hevenk Ağırlığı (HA)	0.021 (Ö.D.)	0.176 (Ö.D.)	0.173 (Ö.D.)	0.115 (Ö.D.)	-0.037 (Ö.D.)	0.160 (Ö.D.)	0.386 *	0.316 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Parmak Uzunluğu (PU)	-0.023 (Ö.D.)	-0.152 (Ö.D.)	0.096 (Ö.D.)	0.090 (Ö.D.)	-0.091 (Ö.D.)	-0.074 (Ö.D.)	-0.260 (Ö.D.)	-0.258 (Ö.D.)	-0.270 (Ö.D.)	-	-	-	-	-	-	-
Parmak Çevresi (PÇ)	0.167 (Ö.D.)	-0.100 (Ö.D.)	-0.262 (Ö.D.)	-0.261 (Ö.D.)	-0.062 (Ö.D.)	0.007 (Ö.D.)	-0.251 (Ö.D.)	-0.303 (Ö.D.)	-0.330 *	0.606 ***	-	-	-	-	-	-
Parmak Çapı (PÇA)	0.205 (Ö.D.)	-0.111 (Ö.D.)	-0.173 (Ö.D.)	-0.258 (Ö.D.)	-0.147 (Ö.D.)	-0.026 (Ö.D.)	-0.135 (Ö.D.)	-0.136 (Ö.D.)	-0.184 (Ö.D.)	0.553 ***	0.805 ***	-	-	-	-	-
Parmak Ağırlığı (PA)	0.177 (Ö.D.)	-0.089 (Ö.D.)	0.014 (Ö.D.)	-0.003 (Ö.D.)	-0.062 (Ö.D.)	0.027 (Ö.D.)	-0.271 (Ö.D.)	-0.211 (Ö.D.)	-0.314 (Ö.D.)	0.853 ***	0.802 ***	0.811 ***	-	-	-	-
Meyve Eti Ağırlığı (MEA)	0.089 (Ö.D.)	-0.274 (Ö.D.)	-0.010 (Ö.D.)	0.134 (Ö.D.)	-0.139 (Ö.D.)	-0.180 (Ö.D.)	-0.273 (Ö.D.)	0.032 (Ö.D.)	-0.188 (Ö.D.)	0.572 ***	0.471 **	0.592 ***	0.731 ***	-	-	-
Kabuk Kalınlığı (KK)	-0.132 (Ö.D.)	-0.247 (Ö.D.)	-0.150 (Ö.D.)	0.265 (Ö.D.)	-0.059 (Ö.D.)	-0.178 (Ö.D.)	-0.267 (Ö.D.)	-0.120 (Ö.D.)	0.050 (Ö.D.)	0.109 (Ö.D.)	0.009 (Ö.D.)	-0.053 (Ö.D.)	0.104 (Ö.D.)	0.282 (Ö.D.)	-	-
Meyve Eti Sertliği (MES)	-0.018 (Ö.D.)	-0.236 (Ö.D.)	0.300 (Ö.D.)	0.215 (Ö.D.)	-0.326 (Ö.D.)	-0.129 (Ö.D.)	0.071 (Ö.D.)	0.198 (Ö.D.)	0.346 *	0.173 (Ö.D.)	-0.130 (Ö.D.)	0.083 (Ö.D.)	0.124 (Ö.D.)	0.320 (Ö.D.)	-0.050 (Ö.D.)	-
SÇKM	0.012 (Ö.D.)	-0.036 (Ö.D.)	-0.214 (Ö.D.)	-0.153 (Ö.D.)	0.059 (Ö.D.)	0.006 (Ö.D.)	-0.227 (Ö.D.)	-0.138 (Ö.D.)	-0.216 (Ö.D.)	0.027 (Ö.D.)	0.333 *	0.165 (Ö.D.)	0.092 (Ö.D.)	-0.028 (Ö.D.)	0.078 (Ö.D.)	-0.227 (Ö.D.)

*. **. *** Sırasıyla istatistiksel olarak 0.05. 0.01 ve 0.001 düzeyinde önemli. Ö.D. Önemli değil.

Teşekkür

Bu araştırma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Makalenin istatistikleri, İstatistik Danışmanlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (AKİDUAM) tarafından yapılmıştır. Yazarlar, her iki birime desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilir.

Kaynaklar

- Altunkaya L (2016) Net örtü sistemi altında muz yetiştirme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Balkıç R, Gübbük H, Altunkaya L (2017) Muz hevenklerinde farklı tip ve renkte koruyucu torba uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 14(1): 29-33.
- Eckstein K, Fraser C, Husselmann J, Murray NT (1998a) The evaluation of promising new banana cultivars. Acta Horticulturae 490: 57-70.
- Eckstein K, Fraser C, Joubert W (1998b) Greenhouse cultivation of bananas in South Africa. I. Internation Greenhoual Symposium on Banana in the Subtropics. Acta Horticulturae 490: 135-146.
- Fao (2017) Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Accessed 29 August 2019.
- Galan Sauco V, Cabrera Cabrera J, Hernandez Delgado PM, Rodriguez Pastor MC (1998) Comparison of protected and open-air cultivation of Grande Naine and Dwarf Cavendish bananas. Acta Horticulturae 490: 247-259.
- Galan Sauco V (2002) Greenhouse cultivation of tropical fruits. Proc. IS on Trop. & Subtrop. Fruits, Ed. R. Drew, Acta Horticulturae 575: 727-735.
- Galan Sauco V, Rogriguez Pastor MAC (2007) Greenhouse cultivation of papaya. Acta Horticulturae 740: 191-195.
- Gubbuk H, Pekmezci M (2004) Comparison of open-field and protected cultivation of banana (*Musa spp. AAA*) in the coastal area of Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32: 375-378.
- Gubbuk H, Pekmezci M, Erkan M (2004) Production potential of Cavendish cultivars (*Musa spp. AAA*) under greenhouse and field conditions in subtropical areas of Turkey. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Plant Soil Science 54(4): 249-253.
- Gübbük H, Pekmezci M, Selli S, Erkan M, Kafkas E, Pinar H, Güven D, Güneş E (2010) Değişik lokasyonlarda açıkta ve örtüaltında yetiştirilen 'Dwarf Cavendish' muz çeşidinde verim, bazı kalite kriterleri ve aroma maddeleri ile meyvelerin derim sonrası özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No: 107O156. s. 247.
- Haijun L, Cohen S, Lemcoff JH, Israeli Y, Tanny J (2015) Sap flow, canopy conductance and microclimate in a banana screenhouse. Agricultural and Forest Meteorology 201: 165-175.
- Kader AA (2002) Postharvest technology of horticultural crop. 3rd Edition, Publication 3311. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Oakland, California, USA.
- Martelleto LAP, Riberio R DE LD, Sudo-Martelleto M, Vasconcellos MA DA S, Marin SLD, Pereira MB (2008) Cycle development and agronomic performance of organic papaya cultivation in protected environment. Revista Brasileira De Fruticultura 30(3): 662-666.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.
- Mendez Hernandez C (1998) A comparison of the parent crop of three cultivars of banana in the open air and under plastic mesh in the North of Tenerife. Acta Horticulturae 490: 97-101.
- Pirkner M, Tanny J, Shapira O, Teitel M, Cohen S, Shahak Y, Israeli Y (2014) The effect of screen type on crop micro-climate, reference evapotranspiration and yield of a screenhouse banana plantation. Scientia Horticulturae 180: 32-39.
- Refaie KM, Esmail AAM, Medany MA (2012) The Response of banana production and fruit quality to shading nets. Journal of Applied Sciences Research 8(12): 5758-5764.
- Siqueira MB, Katul GG, Tanny J (2012) The effect of the screen on the mass, momentum, and energy exchange rates of a uniform crop situated in an extensive screenhouse. Bound-Layer Meteorol 142(3): 339-363.
- Stover RH, Simmonds NW (1987) Bananas. 3rd Edition, Harlow, Longman. Scientific and Technical, Harlow, UK, pp. 468.
- Tanny J, Lukyanov V, Neiman M, Cohen S, Teitel M, Seginer I (2018) Energy balance and partitioning and vertical profiles of turbulence characteristics during initial growth of a banana plantation in a screenhouse. Agricultural and Forest Meteorology 256-257: 53-60.
- Teitel M, Liang H, Tanny J, Garcia-Teruel M, Levi A, Ibanez PF, Alon H (2017) Effect of roof height on microclimate and plant characteristics in an insect-proof screenhouse with impermeable sidewalls. Biosystems Engineering 162: 11-19.



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

Eren ÖZDEN¹, Nurcan MEMİŞ², Ebrima S. NJIE², Cihat OZDAMAR², Serpil MİS³, İbrahim DEMİR²

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Iğdir University, Iğdir, Turkey

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

³Ministry of Agriculture and Forestry, Ankara, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): E. Özden, e-mail (e-posta): eren.ozden@igdir.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): nurcanmemis95@gmail.com, esnje85@gmail.com, cihatozdamar@hotmail.com, serpil.mis@tarim.gov.tr, demir@agri.ankara.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 30 September 2019
Received in revised form 09 April 2020
Accepted 09 April 2020

Keywords:

Germination percentages
Longevity
Mean germination time
Matric priming

ABSTRACT

This work was carried out on twenty onion seed lots to test changes in seed quality during storage at -20°C after priming treatment. Seeds were matric primed at 20°C by mixing seed, vermiculite and water at the ratio of 2:1:3 for 48 hours at 15°C and subsequently dried to 7% seed moisture content. They were then hermetically stored at -20°C over 60 days, and samples were taken after 0 (unstored), 15, 30 and 60 days. Seed germination percentages (20°C, 12 days) and mean germination times were determined. Results indicated that mean germination percentages of the control and primed but not stored seed lots were 80 and 85% respectively. Germination percentages after 15 and 30 days at -20°C remained as high as those of primed and unstored seeds, which were 87%. However, by 60 days after storage, primed seed germination percentages were reduced to 82%, which was non-significant compared to the control. The fastest germination - the lowest mean germination times - were also recorded as 3.64 days after 30 days of storage (p<0.05). Results indicated that the benefit obtained from priming may remain in onion seeds for about 30 days after storage at -20°C. Extended storage of up to 60 days can reduce the advantage that is obtained from priming. Storage of primed onion seeds at freezing temperatures can be an alternative method to reduce seed ageing and to maintain high seed quality longer for a certain period.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Eylül 2019
Düzeltilme tarihi 09 Nisan 2020
Kabul tarihi 09 Nisan 2020

Anahtar Kelimeler:

Çimlenme oranı
Depolama
Ortalama çimlenme zamanı
Matric priming

ÖZ

Bu araştırmada tohum kalitesinin prime edildikten sonra -20°C’de depolanmış soğan tohumlarındaki değişimi incelenmiştir. Priming uygulaması tohum, vermikülit ve suyun 2:1:3 oranında 48 saat 15°C’de tutularak ardından %7’ye kadar kurutulmasıyla yapılmıştır. Daha sonra her tohum partisinden tohumlar -20°C’de 60 güne kadar hermetik paketlerde depolanmıştır. Bu süreçte 0 (depo öncesi), 15, 30 ve 60 gün sonra örnekler alınmış ve çimlendirme testi (20°C, 12 gün) ve ortalama çimlenme zamanı belirlenmiştir. Kontrol tohumlarında ve prime edilmiş ancak depolanmamış tohum partilerinin ortalama çimlenme oranları %80 ile %85 olmuştur. Prime edilmiş ve 15 ya da 30 gün depolanmış tohumlarda çimlenme oranı %87 olmuştur. Altmış gün depolanmış tohumlarda çimlenme oranı %82’ye düşmüştür ki bu değer kontrol ile anlamlı olarak fark göstermemiştir. Ortalama çimlenme zamanının en düşük olarak saptandığı depolama süresi 3.64 gün ile 30 günlük depolamadır. Sonuçlar prime edilmiş soğan tohumlarının -20°C’de 30 gün kalitelerini koruyarak depolanabildiklerini 60 güne kadar giden depolamaların bu olumlu etkiyi azalttığını göstermiştir. Düşük sıcaklıklarda depolamanın süre dikkate alınarak prime edilmiş soğan tohumları için alternatif bir depolama metodu olduğu belirtilebilir.

1. Introduction

Seed priming is a common post-harvest practice for seed quality enhancement. It induces faster and more uniform seed germination over various stress conditions and in many crop species (McDonald 1999; Demir 2002). During the treatment, seeds are hydrated so that metabolic activities proceed while radicle protrusion is prevented. Then, seeds are dried back to the original seed moisture percentages, i.e. >10% (Demir et al. 2005). In some cases, primed seeds are not sown immediately and need to be stored for a reasonable time when the sowing environment or other conditions are unfavourable. However, primed seeds show a relatively shorter longevity particularly when they are stored in non-optimum conditions. Conclusions on this topic are controversial. Primed leek and onion seeds stored at 10°C retained viability after one year (Dearman et al. 1987). A higher viability was reported in primed tomato seeds over a year at 10°C (Alvarado and Bradford 1988). Sweet pepper seeds maintained viability over three years of storage at 25°C (Thanos et al. 1989). However, some other research does not support these findings. Primed lettuce and leek seeds often have a shorter longevity compared to those of untreated ones (Tarquis and Bradford 1992; Maude et al. 1994; Schwember and Bradford 2005; Ozden et al. 2017). Primed sweet corn seeds had lower germination than unprimed ones after three months of storage (Chiu et al. 2002). Priming delayed tomato seed germination time and reduced germination percentages after six months of storage (Argerich et al. 1989). It appears to be that the effects of priming on longevity may be species specific and depend on the conditions of storage and priming. Various environmental factors affect on the longevity of primed seeds. These can be priming temperature and seed storage temperature (Chiu et al. 2002), relative humidity or seed moisture percentages during storage (Hill et al. 2007), and air composition in the packets (Yeh et al. 2005).

It is known that subzero temperatures of -20°C are used for long term storage for conservation of seeds in gene banks (Roos 1989). It is considered that low temperature keeps the occurrence of seed deterioration during storage at minimum level, and therefore it is used for seed preservation in seed gene banks (Walters et al. 2005). This has been tested previously. Germination percentages of primed sweet corn seeds kept at -80°C over 12 months remained high (Chiu et al. 2002). They showed that anti-oxidative activity seemed to play a preventive role in seed deterioration and loss of viability and vigour. However, the response to storage is species-specific: some species are likely to lose longevity faster than the others (Walters et al. 2005). Onion seed is considered to be sensitive to storability, and pre-sowing treatments are applied for various purposes (Rao et al. 2006). Thus it is likely that primed onion seeds may also be prone to deterioration earlier than untreated ones (Schwember and Bradford 2005). The present study was conducted to test whether the benefit obtained from priming remains during the storage of onion seeds when they were stored at -20°C. Such results may be useful for the seed industry when it is not possible to sow primed seeds straight away.

2. Material and Methods

A sample of 20 onion (*Allium cepa* L.) seed lots belonging to various open-pollinated cultivars were obtained from different seed companies in Turkey. The seeds were stored until use in hermetic, air and water-proof laminated aluminium foil packets at 5°C. The normal seed germination percentages of the

seed lots ranged between 65% and 89%. Seed moisture content was determined according to ISTA (2018) and ranged between 7.0% and 7.8%.

The solid matrix priming (SMP) treatment was carried out by mixing seed, vermiculite (No: 5) and water at the ratio of 2:1:3 for 48 hours at 15°C in aluminium foil plastic packets (length 13 cm, width 9 cm) kept in the dark. The weights of seed:vermiculite (No.5):water were 2.5 g, 1.25 g and 3.75 g respectively. After the treatment, the seeds were separated from the vermiculite and then dried at 25°C. Post-priming seed moisture was adjusted to 7±0.5% by weighing seeds.

The treated and untreated (control) seeds were germinated at 20°C between wet paper towels (20 x 20 cm, Filtrak, Germany) for 12 days (ISTA 2018) in the dark. In each germination test, four replications of 50 seeds were used. The 2 mm radicle protrusion was counted daily for the calculation of MGT, and cumulative germination and normal germination percentages (i.e. normally developed seedlings) were determined after 12 days.

The mean germination times were calculated on the basis of daily radicle protrusion counts using the following formula:

$$\text{MGT} = \frac{\sum (n \cdot D)}{\sum n}$$

n= number of newly-germinated seeds at time D; D= days from sowing, beginning of tests;

$$\sum n = \text{final germination (\%)}$$

Four sub-samples of two hundred seeds from each lot were stored hermetically at -20°C in airtight laminated aluminium packets. Before the samples were transferred to be stored at -20°C, the packets were left at 5°C overnight in order to reduce low temperature shock. Samples were taken from the storage after 0, 15, 30 and 60 days and standard germination tests (normal seedling percentages) were conducted at 20°C for 12 days in the dark. After taking the samples from -20°C, the packets were again left at 5°C overnight to defrost. Germination tests were then conducted as described above. A statistical analysis was performed using SPSS to compare the mean values of the untreated and treated and stored seed samples by using analyses of variance. Mean separation was made at the 5% level by the Duncan's multiple range test.

3. Results

Unstored and unprimed seeds in this study showed 80.6% mean germination, and 4.67 days of mean germination time (Tables 1 and 2). The range of the germination percentages of unprimed seed lots was 65% to 89%. These values went up to 74% to 95% after priming and before storage. The mean germination time ranged between 3.7 and 6.1 days in unprimed lots, and between 3.1 and 5.7 days in primed but unstored lots. The mean germination time in treated lots was reduced to 3.88 days (Table 2). The advance obtained from priming varied among the lots. The highest regarding germination, 9%, was obtained in cultivars 101-54 and 101-59. In some cultivars the treatment was not beneficial, as in 101-14, 101-11, and Asg-val-12. With respect to mean germination time, treatment reduced germination time significantly (p<0.05) in all cultivars except one (101-11, p<0.05) in which unprimed and primed seeds germinated in 4.6 and 4.5 days respectively.

Table 1. Variation in germination percentages of twenty control (C), primed and unstored (P) and primed and stored onion seed lots after 15, 30 and 60 days at -20°C. Means with the same letter in the same line are not significantly different at the 5% level.

Lots	Control (C)	Primed (P)	Primed and stored at -20 °C (days)		
			15 d	30 d	60 d
101-20	89 b	93 a	92 a	92 a	90 b
101-13	89 c	92 b	95 a	93 b	87 d
101-8	87 c	93 a	90 b	91 b	90 b
101-67	88 b	95 a	94 a	93 a	89 b
101-33	85 c	89 b	94 a	94 a	85 c
101-36	87 c	93 b	93 b	95 a	92 b
101-54	85 c	93 a	92 a	93 a	88 b
101-14	87 b	87 b	91 a	91 a	85 b
101-5	86 bc	85 cd	88 ab	89 a	83 d
101-7	80 d	83 bc	85 ab	87 a	82 cd
Valencia	75 b	81 a	80 a	81 a	79 a
Storm	78 b	81 a	83 a	85 a	75 c
101-11	85 b	84 b	90 a	91 a	82 b
101-1	73 c	81 b	88 a	86 a	80 b
101-54	65 c	74 b	80 a	81 a	75 b
Banka	76 b	78 b	82 a	81 a	73 c
101-54-4	70 b	77 a	78 a	75 a	70 b
101-59	85 b	94 a	95 a	95 a	86 b
Asg-val-12	72 ^{ns}	74 ^{ns}	74 ^{ns}	75 ^{ns}	72 ^{ns}
Asg-val-15	71 b	74 a	75 a	74 a	69 b
Mean	80.6 b	85.0 ab	86.9 a	87.1 a	81.7 b

Table 2. Variation in mean germination time of twenty control (C), primed (P) and unstored and primed and stored onion seed lots after 15, 30 and 60 days at -20°C. Means with the same letter in the same line are not significantly different at the 5% level.

Lots	Control (C)	Primed (P)	Primed + stored (days)		
			15	30	60
101-20	4.6 d	3.5 b	3.5 b	3.3 a	3.9 c
101-13	5.0 d	3.5 b	3.6 b	3.1 a	4.1 c
101-8	3.9 d	3.5 b	3.4 ab	3.3 a	3.7 c
101-67	4.1 c	3.3 b	3.2 ab	3.1 a	4.1 c
101-33	4.1 d	3.1 a	3.3 b	3.2 ab	3.8 c
101-36	4.6 d	3.6 b	3.6 b	3.4 a	4.2 c
101-54	4.6 c	4.1 ab	4.1 ab	3.9 a	4.2 b
101-14	4.4 c	3.7 a	3.9 b	3.6 a	4.0 b
101-5	3.7 c	3.5 b	3.2 a	3.2 a	3.9 d
101-7	4.4 c	3.6 b	3.4 ab	3.3 a	4.3 c
Valencia	4.6 c	3.9 ab	3.8 a	3.7 a	4.1 b
Storm	4.8 c	3.8 a	4.2 b	3.7 a	4.7 c
101-11	4.6 b	4.5 b	4.0 a	4.1 a	4.8 c
101-1	5.1 b	4.4 a	4.4 a	4.3 a	4.4 a
101-54-5	6.1 d	5.7 b	5.9 c	5.1 a	5.0 a
Banka	4.9 d	3.7 b	3.9 c	3.5 a	3.9 c
101-54-4	5.5 e	4.3 a	5.0 d	4.5 b	4.7 c
101-59	4.5 d	3.4 b	3.0 a	3.0 a	4.0 c
Asg-val-12	4.6 c	4.3 b	4.2 b	3.8 a	4.8 d
Asg-val-15	5.3 d	4.2 b	3.8 a	3.8 a	4.8 c
Mean	4.67 b	3.88 a	3.87 a	3.64 a	4.3 b

Storing primed seeds at -20°C for 15 and 30 days reduced neither germination percentages nor mean germination time significantly (Figure 1, $p < 0.05$) compared to primed and unstored seeds. The mean germination of 20 lots of primed unstored seed was 85%, and this value was 86.9% and 87.1% in of samples primed and stored for 15 and 30 days (Table 1). The mean germination time in primed and stored seeds was 3.88

days, and the value was 3.87 and 3.64 days for 15 and 30 days of storage (Figure 2). Seed lots primed and stored for 60 days showed significantly lower germination percentages and mean germination time than primed and unstored seeds ($p < 0.05$). The value of primed seeds stored for 60 days differed from untreated control seeds ($p < 0.05$) and seeds primed and stored for 15 and 30 days regarding both germination percentages and mean

germination time (Figs 1, 2 and 3). When the individual seed lots were considered, it was seen that the germination percentages of 18 out of 20 of primed seeds stored for 15 and 30 days had equal or better performance ($p < 0.05$) than treated and unstored seeds. This was reduced to nine seed lots in 60 days of storage (Table 1). These numbers were 14, 19 and 4 in mean germination time respectively (Table 2).

4. Discussion

This study showed that priming and storage of onion seeds had a beneficial effect compared to primed but unstored seeds until 30 days of storage at -20°C . Priming is a method that is used for many crop seeds in order to increase in germination percentages and rates under various environments (McDonald 2000; Khan et al. 2016). However, storage after priming gives contradictory results. The longevity of primed seeds is

influenced by a complex interaction of factors including species, osmoticum, and water potential, duration of priming, dehydration and storage conditions (Parera and Cantliffe 1994). The quality of tomato seeds was maintained for several months at different storage temperatures (Argerich et al. 1989). Akers et al. (1987) reported that the effect of priming on parsley seeds was not reduced after eight months of storage. The advantages obtained from priming and storage at 10°C for about 12 months were similarly maintained in leeks and carrots (Dearman et al. 1987) and for 18 months of storage at 10°C in onions (Dearman et al. 1986). Germination of primed capsicum seeds was maintained over three years of storage at 25°C (Thanos et al. 1989). Sweet corn seeds stored for about 12 months at -80°C maintained quality (Chiu et al. 2002). However, primed and stored lettuce seeds deteriorated faster during storage than unprimed ones (Tarquis and Bradford 1992; Hill et al. 2007).

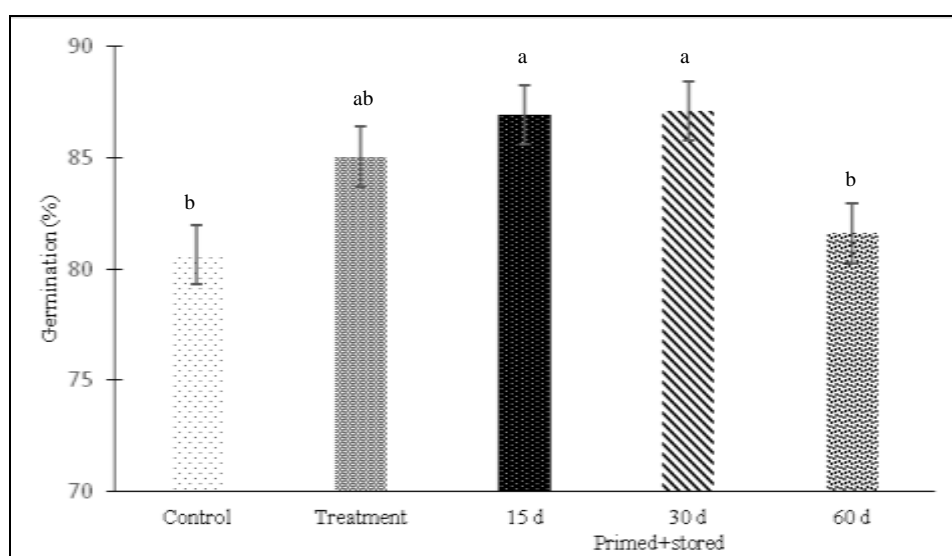


Figure 1. Mean normal germination percentages of twenty onion seed lots: control, primed and unstored and primed and stored for 15, 30 and 60 days at -20°C . Bars on the tops of the columns are SEM, and letters indicate the difference among the treatments at the 5% level.

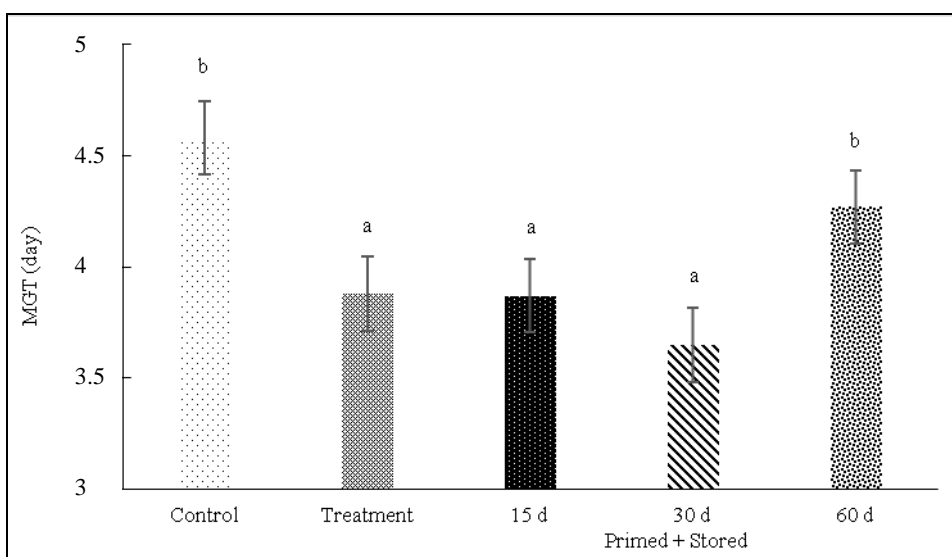


Figure 2. Mean of germination times of twenty onion seed lots: control (C), primed and unstored (T) and primed and stored for 15, 30 and 60 days at -20°C . Bars on the tops of the columns are SEM, and letters indicate the difference among the treatments at the 5% level.

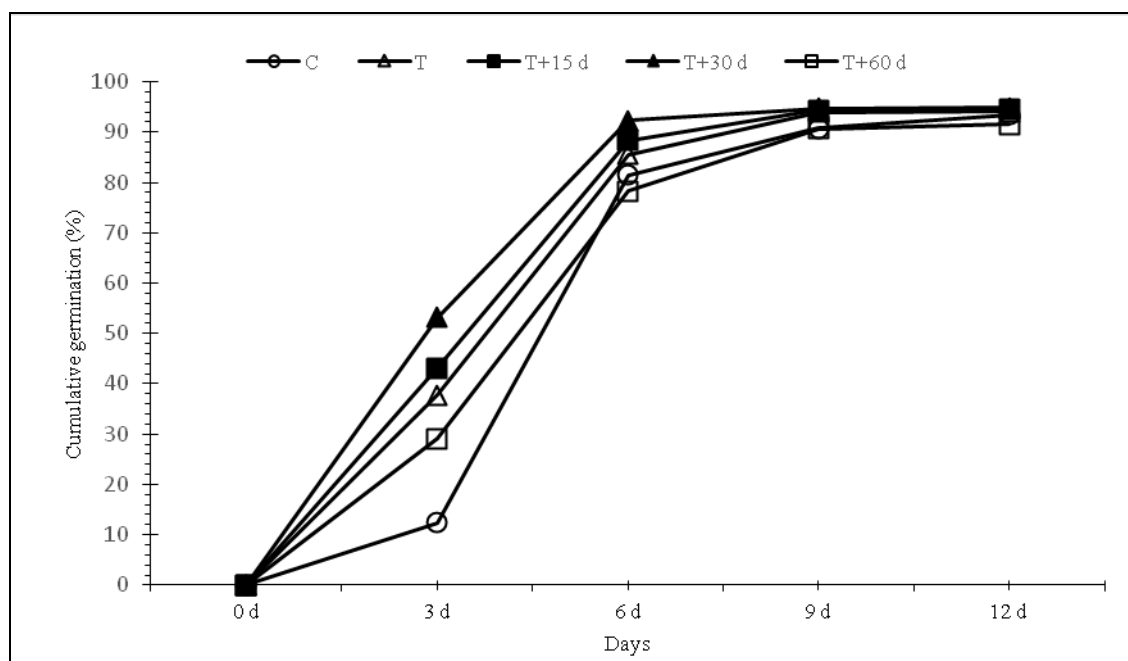


Figure 3. Cumulative mean germination percentages of twenty onion lots: control (C), primed and unstored (T) and primed and stored for 15 (T+15d), 30 (T+30d), and 60 (T+60d) days at -20°C .

These conclusions indicate that species differences as well as priming procedures play a role in the post priming storage effect. Furthermore, Chiu et al. (2002) showed that sweet corn seeds primed at a low temperature, 10°C , aged more slowly than those primed at 20°C . Hill et al. (2007) indicated that moisture was also important in primed lettuce seed. Primed lettuce seeds are more sensitive to storage when seed moisture is higher - 9 vs 6% - compared to unprimed seeds. The quality tests run after storage may also affect the results. When germination rate or accelerated ageing were used to compare primed and unprimed seeds, primed seeds had a shorter storage life. Also, when only germination percentages were used without vigour tests, there often appeared to be no difference between the storage life of primed and unprimed seeds (Olouch and Welbaum 1996). In our study, we found differences between primed and unprimed seed lots regarding germination and mean germination time. However, we did not conduct ageing tests, and so we could not test that hypothesis. This can be a further aspect that can be tested.

In our study, we tested 20 onion cultivars, 18 of which had significantly higher germination percentages than primed and unstored seeds after 15 and 30 days storage of -20°C (Table 1; Figure 3). When storage time was extended to 60 days, just nine seed lots showed an advantage. It seems to be that extended storage time may be hazardous for seed germination. Chiu et al. (2002) stored sweet corn seeds at a much lower temperature of -80°C , and germination was as good as that of primed and unstored seeds after 12 months. This obviously shows that the effect may vary not only between species but even between seed cultivars (Khan et al. 2016). The basic physiological fact about priming is that its effect can vary not only between species but also between lots. The chemical contents of the seeds may be one reason why seed species behave differently after the storage of primed seeds. For instance, sweet corn contains a high proportion of sugar while onion and lettuce are oily seeds (Walters et al. 2005). It has been long known that highly oily seeds are more prone to ageing in storage (Roos 1989).

Primed seeds are described as having 'high seed quality with low storability' in some cases. Therefore, the best practice may be sowing seeds immediately after treatment. However, in some cases, seeds are not sown for environmental reasons or because sowing conditions in the field, such as temperature and soil conditions, are unsuitable. Thus, storage may be a necessity. In such cases, our results indicate that onion seeds can be stored for about 30 days at -20°C . In storage at such low temperatures, the key point is seed moisture. Sub-frozen temperatures can be damaging due to freezing injury in seeds with high moisture contents. For this reason, seed moisture should be reduced. In seed gene banks, it is suggested that seeds should be stored at -20°C with 5-7% seed moisture content, which is an internationally accepted value for long term storage in order to get the minimum deterioration in storage (Walters et al. 2005). We dried seeds after priming in this study to about 7% so as to avoid the occurrence of freezing injury. In this way, the seeds were easily to handle and use for sowing methods such as machine sowing.

One other aspect that should be considered in storage at -20°C is the rate of freezing. We kept seeds overnight for about 24 hours at 5°C before freezing them at -20°C . We did not put the packets straight into sub-zero temperature. Similar precautions were taken while taking the samples out of the store after storage. The packets were kept at 5°C overnight before conducting seed germination tests. Such a method is suggested as a precaution in seed gene bank methodologies to avoid freezing damage, particularly to cell membranes.

5. Conclusion

Storing primed seeds at -20°C over a couple of months may not be easy for a large proportion of seeds. However, it can be an alternative methodology for certain high value seeds such as primed hybrids, rootstock seeds, breeder lines and samples. Moreover, this method can be an alternative storage technology for inherently short-lived species including onions.

References

- Akers SW, Berkowitz GA, Rabin J (1987) Germination of parsley seed primed in aerated solutions of polyethylene glycol. *HortScience* 22: 250-252.
- Alvarado AD, Bradford KJ (1988) Priming and storage of tomato (*Lycopersicon esculentum*) seeds. I. effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Science and Technology* 16: 601-612.
- Argerich CA, Bradford KJ, Tarquis AM (1989) The effects of priming and aging on resistance to deterioration of tomato seeds. *Journal of Experimental Botany* 40: 593-598.
- Chiu KY, Chen CL, Sung JM (2002) Effect of priming temperature on storability of primed *sh-2* Sweet Corn Seed. *Crop Science* 42: 1996-2002.
- Dearman J, Brocklehurst PA, Drew RLK (1986) Effects of osmotic priming and aging on onion seed germination. *Annals of Applied Biology* 108: 639-648.
- Dearman J, Brocklehurst PA, Drew RLK (1987) Effects of osmotic priming and aging on the germination and emergence of carrot and leek seed. *Annals of Applied Biology* 111: 717-722.
- Demir I (2002) The effect of controlled hydration treatment on germination and seedling emergence of unaged and aged pepper seeds during development. *Israel Journal of Plant Sciences* 50: 251-257.
- Demir I, Ermis S, Okcu G (2005) Effect of dehydration temperature and relative humidity after priming on quality of pepper seeds. *Seed Science and Technology* 33: 563-569.
- Hill HJ, Cunningham JD, Taylor AG (2007) Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. *HortScience* 42(6): 1436-1439.
- ISTA (2018) International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- Khan FA, Maqbool R, Narayan S, Bhat SA, Narayan R, Khan, FU (2016) Reversal of age -induced seed deterioration through priming in vegetable crops-A review. *Advances in Plants and Agriculture Research* 4(6): 1-9.
- Maude RB, Drew RLK, Gray D, Bujalski W, Nienow AW (1994) The effect of storage on the germination and seedling abnormalities of leek seeds primed and dried by different methods. *Seed Science and Technology* 22: 299-311.
- McDonald MB (1999) Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology* 27: 177-237.
- McDonald MB (2000) Seed priming. In: M. Black and J. D. Bewley (eds) *Seed technology and its biological basis*. CRC Press, Boca Raton, Fla, pp. 287-325.
- Olouch MO, Welbaum GE (1996) Viability and vigor of osmotically primed muskmelon seeds after 9 years of storage. *Journal of American Society of Horticultural Science* 121: 416-422.
- Ozden E, Mavi K, Sari E, Demir I (2017) Radicle emergence test predicts longevity (half viability period, p50) of leek seed lots. *Seed Science and Technology* 45(1): 243-247.
- Parera CA, Cantliffe DJ (1994) Presowing seed priming. *Horticultural Reviews* 16: 109-141.
- Rao RGS, Singh PM, Rai M (2006) Storability of onion seeds and effects of packaging and storage conditions on viability and vigour. *Scientia Horticulturae* 110: 1-6.
- Roos E (1989) Long-term seed storage. *Plant Breeding Reviews* 7: 129-158.
- Schwember AR, Bradford KJ (2005) Drying rates following priming affect temperature sensitivity of germination and longevity of lettuce seeds. *HortScience* 40(3): 778-781.
- Tarquis AM, Bradford KJ (1992) Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. *Journal of Experimental Botany* 43: 307-317.
- Thanos CA, Georgioudis K, Passam HC (1989) Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. *Annals of Botany* 63: 65-69.
- Walters C, Wheeler LM, Grotenhuis JM (2005) Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research* 15: 1-20.
- Yeh YM, Chiu KY, Chen CL, Sung JM (2005) Partial vacuum extends the longevity of primed bitter melon seeds by enhancing their anti-oxidative activities during storage. *Scientia Horticulturae* 104: 101-112.



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

Melek ÖZKAPLAN^{id}, Ahmet BALKAYA^{id}

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): M. Özkaplan, e-posta (e-mail): melek.ozkaplan@omu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): abalkaya@omu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 05 Mart 2020
Kabul tarihi 05 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Domates
Işık
Sıcaklık
Topraksız tarım
Modelleme

ÖZ

Çalışmada, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratlarında yetiştirilen salkım domateste gelişme parametreleri üzerine, sıcaklık ve ışığın kantitatif etkileri incelenmiştir. Araştırma, 2014-2015 yıllarında üç farklı dikim döneminde, gölgeli ve gölgesiz koşullar altında cam serada yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Bandita F₁ salkım domates çeşidi kullanılmıştır. Bitki gelişme parametreleri bakımından; dikimden çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, bitki boylanma hızı, bitki yapraklanma hızı, gövde çapı artış hızı ve meyve büyüme periyodu özellikleri incelenmiştir. Bu parametrelerden elde edilen veriler, çoklu regresyon analizleri ile matematiksel modellere dönüştürülmüştür. Oluşturulan modeller yardımıyla, bitki gelişme unsurları için Slide Write Plus paket programında 3 boyutlu grafikler çizilmiştir. Araştırmada, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratlarında yetiştirilen domates bitkilerinde, bitki gelişme unsurlarının 16.42-26.22°C sıcaklık ve 96.10-455.93 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddeti sınırlarında belirgin değişkenlikler gösterdiği belirlenmiştir. Çoklu regresyon analiz sonuçlarına göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek bitki gelişme parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. İncelenen bitki gelişme unsurları için üretilen modellerin regresyon katsayılarının (R^2), 0.90-0.99 arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda; yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi lifi substratının domateste ilk çiçeklenme süresini ve meyve büyüme periyodunda erkenciliği olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. Ayrıca domateste her iki topraksız yetiştirme ortamında bitki yapraklanma hızı ve bitki gövde çapı artış hızının, artan ışık şiddeti ve artan sıcaklık ile doğrusal olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada, Hindistan cevizi lifi substratlarında yetiştirilen domateste meyve büyüme periyodu modeli; $\text{MBP} = 184.8317 - 8.65659 \times T - 0.05637 \times L + 0.170203 \times T^2$ (sıcaklık, °C) ve (ışık, $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) ($R^2: 0.99^{***}$) olarak tespit edilmiştir. Kontrollü ortamda yapılan domates üretiminde; farklı sıcaklık ve ışık koşullarının bitki gelişmesi üzerine olan etkilerini açıklayan söz konusu bu matematiksel modeller kullanılarak, optimum bitki yönetimi sağlanabilecektir.

ARTICLE INFO

Received 10 February 2020
Received in revised form 05 March 2020
Accepted 05 March 2020

Keywords:

Tomato
Light
Temperature
Soilless culture
Modelling

ABSTRACT

In this study, the effects of temperature and light on development parameters have been examined for cluster tomatoes grown on cocopeat and rockwool substrates. This research carried out in three planting periods in 2014-2015 in the shaded/unshaded glasshouse. Bandita F₁ was used. Plant development parameters such as days from planting to blooming, plant height increase rate, leaf appearance increase rate, stem diameter increase rate and fruit growth period have been analyzed. The obtained data were transformed into mathematical models with multi regression analyses. The defined models used to draw 3D graph with Slide Write Plus package program for plant development parameters. It has been determined plant development parameters for the tomatoes grown on substrates of cocopeat and rockwool vary changed between 16.42-26.22°C for the temperature and 96.10-455.93 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ for the light intensity. It has been found that there is a statistically significant relationship between predicted parameters based on multi-regression analysis and actual parameters. Regression coefficients of the designed models for examined plant development parameters have been between 0.90-0.99. Research has found that cocopeat substrate has positive effect on blooming process and tomatoes fruit growth period. It has been found that increasing light and temperature has linear relationship to the rate of plant leaf appearance rate and stem diameter increase. Fruit growth period model for cocopeat substrate was found as $\text{MBP} = 184.8317 - 8.65659 \times T - 0.05637 \times L + 0.170203 \times T^2$ (temperature, °C), (light, $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) ($R^2: 0.99^{***}$). Using these mathematical models for the tomato production in a controlled environment optimum plant management can be achieved since these will help better understand plant development parameters under different temperature and light conditions.

1. Giriş

Bitkisel üretimde tohumun çimlenme ve çıkışından itibaren, bitkinin olgunluğuna kadar geçen süreçteki fizyolojik ve morfolojik değişimler, bitki gelişimi olarak tanımlanmaktadır. Bitki gelişme süreci, kantitatif bir olgudur. Büyüme ve farklılaşma olmak üzere iki bilimsel temele dayanmaktadır. Bitki gelişme hızı ise bitkinin bu süreç içerisinde geçirdiği safhaların süresinin matematiksel olarak hesaplanması ile belirlenmektedir (Uzun 1996). Bu süreci etkileyen çevresel ve bünyesel faktörler vardır (Eriş 2007). Bitki gelişimi ve bu faktörler arasındaki etkileşimin tam ve doğru anlaşılabilmesinde kantitatif çalışmalar oldukça önemlidir. Özellikle, örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde çevresel faktörlerin bitki büyüme ve gelişme süreçlerinin tamamında düzenli olarak kontrolü ile yetiştiricilik sonucunda istenilen optimum büyüme, gelişme ve yüksek verim değerleri sağlanabilmektedir. Kontrollü yetiştiricilik koşulları altında, bitki kalite ve kantitesinin iyileştirilmesi ve yetiştiricilik uygulamalarının kolaylaştırılması amacıyla bitki gelişme performansını ve iklim faktörleri arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi ve bu süreci özetleyen matematiksel modellerin üretilmesi oldukça önemlidir (Uzun 1996). Bunun için örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde, öncelikle iklimsel parametreler ile yetiştirilecek bitki arasındaki ilişkilerin optimize edilmesi gereklidir (Özkaplan 2018).

Son yıllarda ülkemizde geleneksel sera işletmelerinin yanı sıra, iklim kontrollü modern sera işletmelerinin sayısı hızla artmaktadır (Kandemir ve Uzun 2019). Özellikle yetiştiricilik için gerekli olan iklim faktörleri ve bitki besin elementlerinin anlık olarak kontrol edilebildiği, yönlendirilebildiği topraksız tarım sera işletmeleri, üstün ürün kalitesi ve yüksek verim değerleri nedeniyle ülkemizde ticari yetiştiricilikte oldukça fazla yaygınlaşmıştır (Özkaplan ve Balkaya 2019). Bugün ülkemizde topraksız tarım alanı, 13 134 dekara ulaşmıştır (ÖKS 2019). Jeotermal suların ısıtma amacıyla sera üretiminde kullanımı, ülkemizde topraksız tarım ile sebze yetiştiriciliğini yıl boyunca olanaklı hale getirmekte, bunun sonucunda üreticiler sebze yetiştiriciliğinde daha düşük maliyetler ile kaliteli ve yüksek verime, tüketiciler ise her mevsim kaliteli ürüne ulaşabilmektedir. Türkiye’de topraksız tarım tekniğiyle yetiştirilen ve ekonomik değeri en yüksek olan sebze türü domatestir. Domates yetiştiriciliğinde bitki büyüme ve gelişimine doğrudan etki eden iki önemli iklim faktörü ise sıcaklık ve ışıktır. Bu iki parametrenin birlikte yada tek başına etkileri, büyüme ve gelişme sürecinde meydana gelen fizyolojik ve metabolik olayların optimum düzeylerde gerçekleşmesinde aktif rol oynamaktadır. Işık, bitki üzerinde fotosentez başta olmak üzere bitki fizyolojisi ve bitki gelişimi gibi birçok süreçte etkili olan en önemli unsurdur (Odabaş ve ark. 2010). Ayrıca bu süreçleri kontrol eden ve olumlu yönde yönlendiren bir etkiye sahiptir (Andiç 1993). Domates yetiştiriciliğinde bitki gelişme periyodunu etkileyen önemli diğer bir çevre faktörü ise sıcaklık parametresidir (Tüzel ve Gül 2008). Özellikle meyve büyüme periyodunu etkileyen ana değişken sıcaklık unsurudur (De Koning 2000).

Genel olarak üretim planlamasında, yetiştirilecek tür ve çeşit seçimi yapılırken bölgenin maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin analiz edilmesi ile özellikle bitkilerin uygun yetiştirme zamanı, çiçeklenme periyodu ve ne zaman hasada geleceği gibi unsurlar önceden tahmin edilebilmektedir (Yoldaş ve Eşiyok 2005). Bu nedenle, sebze yetiştiriciliğinde önemli bir paya sahip olan domateste, bitki gelişme unsurları üzerine değişen ortam sıcaklıkları ve ışık şiddetinin etkisini ortaya koyan matematiksel modeller geliştirilmiştir (El-Gizawy

ve ark. 1992; Uzun 1996; Uzun 2006; Özkaplan 2018). Model, genel olarak sistemin değişen koşullar altındaki davranışlarının analiz edilmesi, kontrol edilmesi ve geleceği hakkında varsayımlarda bulunulmasının matematiksel terimler ile ifade edilmesidir (Özden 2015). Matematiksel modeller, pratikte gerçek bir nesneyi oluşturmadan önce teoride oluşturulan sistemin anlaşılmasına, tasarlanmasına, çalışmasına ve kontrolüne yardımcı olmaktadır (Özkaplan 2019). Ülkemizde son yıllarda birçok bitki türünde bitki büyüme ve gelişme parametrelerini tahmin etmek amacıyla farklı sıcaklık ve ışık şiddetinin etkisi incelenerek birçok matematiksel model geliştirilmiştir (Uzun 2001; Cemek 2002; Odabaş 2003; Balkaya 2004; Cengiz 2017; Özkaplan 2018). Ancak büyüme ve gelişmeyi yönlendiren sıcaklık ve ışık değerleri, her bir bitki türü için farklılık gösterdiği gibi her bir yetiştirme periyodu ve yetiştirme tekniği için de değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, topraksız tarım koşullarında serada yetiştirilen Bandita F₁ salkım domates çeşidinin gelişme parametreleri üzerine sıcaklık ve ışık kantitatif etkilerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve matematiksel olarak modellenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait cam serada yürütülmüştür. Çalışmada, topraksız tarım salkım domates üretiminde yaygın olarak yetiştirilen Bandita F₁ çeşidi kullanılmıştır. Cam serada mevcut ışık ve sıcaklık değerlerinde varyasyon oluşturulması amacıyla, gölgeleme etkisi %55, enerji tasarrufu %58 oranında olan ve ışık geçirgenliği %45 olan akrilik, alüminyum, yüksek yoğunluklu polietilen dokuma özelliğine sahip gölgeleme ve enerji perdesi kullanılmıştır (Özkaplan 2018).

Çalışmada, Hindistan cevizi lifi (100x20x16 cm) ve kayayünü yetiştirme torbalarının (100x20x7.5 cm), her birine 3 adet domates fidesi dikilmiştir. Domates fidesi dikimleri, üç farklı dönemde (2014 yılı ilkbahar döneminde 03.04.2014 tarihinde; 2014 yılı sonbahar yetiştiriciliğinde 29.08.2014 tarihinde ve 2015 yılı ilkbahar döneminde ise 05.03.2015 tarihinde) gerçekleştirilmiştir.

Her bir yetiştirme periyodunda, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü yetiştirme substratlarına dikilen domates fideleri hem %100 doğal ışık altında hem de gölgeleme materyali altında olacak şekilde iki farklı ekolojik çevrede yetiştirilmiştir. Çalışmada, kullanılan besin eriyiği, domates bitkilerinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin sulama suyuna ilave edilmesiyle, komple besin eriyiği şeklinde modifiye edilmiş "Hoagland besin çözeltisi" kullanılarak sağlanmıştır (Özkaplan 2018). Bitkilere besin çözeltisi uygulamadan önce, hazırlanan çözeltilerin tümünde pH ve EC ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan nitrik asit ilavesi ile besin çözeltisi pH değerinin (6.0-6.5) ve EC değerinin (2.0-2.5 ds m⁻¹) domates yetiştiriciliği için uygun sınırlar içinde kalması sağlanmıştır. Çalışmada, bilgisayar yardımı ile programlanabilen onset hobo datalogger ve quantum par sensörleri ile yetiştirme dönemlerine ait saatlik verilerden ortalama sera içi ortam sıcaklığı ve fotosentetik aktif radyasyon değerleri hesaplanmıştır (Uzun 1996; Özkaplan 2018). Çalışmada, incelenen üç farklı yetiştirme dönemine ait elde edilen ortalama sıcaklık ve ışık değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Kantitatif analizler için, ilk ölçümlerde dikim günü fide boyu, fide yaprak sayısı ve fide gövde çapı değerleri tespit edilmiştir. İkinci ölçümler ise vejetasyon periyodunun sonunda

Çizelge 1. Farklı yetiştirme dönemlerine ait ortalama sıcaklık ve ışık değerleri.**Table 1.** Average temperature and light observations for different growing periods.

Ortam	2014 yılı ilkbahar		2014 yılı sonbahar		2015 yılı ilkbahar	
	Işık ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Işık ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Işık ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)
HCL	455.93	26.22	223.46	18.14	432.67	24.60
HCL (%50 Gölge)	264.54	23.96	96.1	16.42	182.31	22.71
KY	455.93	26.22	223.46	18.14	432.67	24.60
KY (%50 Gölge)	264.54	23.96	96.1	16.42	182.31	22.71

HCL: Hindistan cevizi lifi, KY: Kayayünü.

HCL: Cocopeat, KY: Rockwool.

her bir uygulama için ayrı ayrı olacak şekilde yapılmıştır. Çalışmada, domates fidelerinin dikiminden ilk çiçekler görülünceye kadar geçen süre, her bir uygulama için ilk çiçeklenme tarihi olarak belirlenmiştir (Demirsoy 2016). Araştırmada bitki boylarında meydana gelen artışın, geçen zamana oranı ile bitki boylanma hızları (Demir ve ark. 2001), bitki gövde çapında meydana gelen artışın, geçen süreye oranı ile bitki gövde çapı artış hızları (Eriş 2007) ve bitki yapraklarındaki sayıca artışın, geçen süreye oranı ile bitki yapraklanma hızları saptanmıştır (Uzun 1996). Her bir ortam için ilk çiçeklenme tarihinden ilk hasat tarihine kadar geçen süre ise meyve büyüme periyodu olarak hesaplanmıştır (Uzun 1996).

Deneme, faktöriyel deneme desenine göre her bir uygulamada 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. İki farklı substrat içinde elde edilen sayısal verilerin değerlendirilmesinde çoklu regresyon analizleri, Microsoft Office Excel programında yapılmış, regresyon katsayıları (R^2), standart hataları (SH) hesaplanmış (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$) ve elde edilen modeller, Slide Write Plus paket programında 3 boyutlu olarak grafiklere dönüştürülmüştür.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre (DÇKGS)

Domates bitkilerinde ilk çiçek taslakları görülünceye kadar geçen süre, erkencilik ve verimi etkileyen önemli bir bitki gelişme parametresidir (Atherton ve Haris 1986; Uzun ve Demir 1996). Çalışmada, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü ortamları için farklı sıcaklık (T , $^{\circ}\text{C}$) ve ışık (L , $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$) değerlerinde, dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen sürenin tahmin

edilebilmesi için üretilen matematiksel modellerin (Eşitlik 1 ve Eşitlik 2) regresyon katsayıları sırasıyla, R^2 : 0.90 ve R^2 : 0.92 olarak belirlenmiştir.

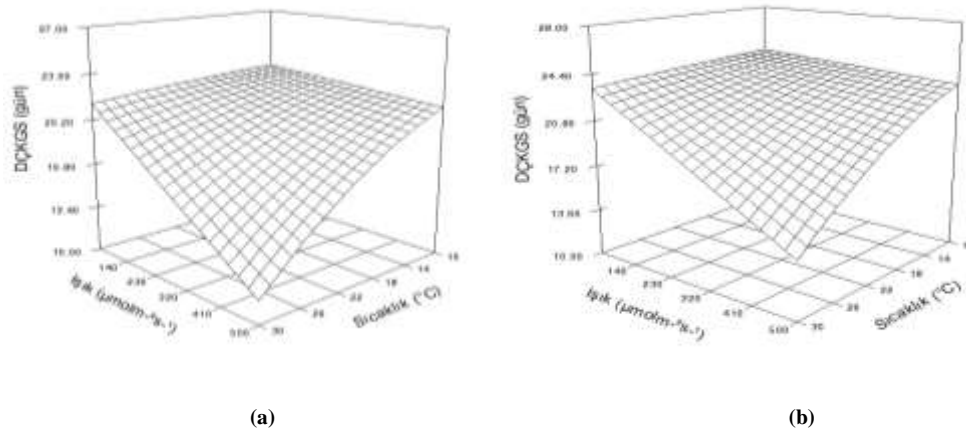
$$\text{DÇKGS} = 22.48175 - 0.000024xT^2xL \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$\text{SH} = (0.36708)^{***} (1.99\text{E-}06)^{***} R^2 = 0.90 \quad ***$$

$$\text{DÇKGS} = 24.26519 - 0.000022xT^2xL \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$\text{SH} = (0.29294)^{***} (1.59\text{E-}06)^{***} R^2 = 0.92 \quad ***$$

Her iki yetiştirme ortamında da en erken çiçeklenme süresi için optimum sıcaklık ve ışık isteği değerleri sırasıyla 26.22°C ve $455.93 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ olarak tespit edilmiştir. En erken ilk çiçeklenme ise dikimden 14 gün sonra Hindistan cevizi lifi substratlarında yetiştirilen domates bitkilerinde belirlenmiştir. Optimum ışık, sıcaklık değerleri ve birbirleriyle olan aktivasyonu, fotosentezin ışık reaksiyonlarında üretilen enerji ile sıcaklığa bağlı karbon reaksiyonlarındaki enzim aktiviteleri arasında denge oluşturmaktadır. Bu sayede bitki fotosentez hızında artışlar meydana getirmekte ve yüksek oranda asimilat üretmektedir (Taiz ve Zeiger 2008). Çalışmada, fotosentez hızının artması asimilat oluşumuna katkı sağlamış ve sonucunda çiçek oluşumunu hızlandırmış olabilir. Bu nedenle araştırmada yüksek sıcaklık koşullarında, artan ışık şiddetinin etkisi ile dikimden çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı doğrusal olarak azalış göstermiştir (Şekil 1). Yüksek ışık şiddeti koşullarında; sıcaklık değerlerinin artmasıyla birlikte dikimden çiçeklenmeye kadar geçen süre eğrisel olarak azalmıştır. Düşük ışık



Şekil 1. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) ortamlarında yetiştirilen domateste, sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve ışık şiddetine ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$) bağlı olarak dikimden çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısının (d) değişimleri.

Figure 1. Variance of the days from planting to the blooming (d) based on temperature ($^{\circ}\text{C}$) and light intensity ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$) for the tomatoes grown on (a) cocopeat and (b) rockwool substrates.

koşullarında ise artan sıcaklık değerlerinin dikimden çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı üzerine etkisinin çok daha az olduğu ve çiçeklenmenin daha geç sürelerde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 1). Bu dönemde; yüksek sıcaklık değerlerinin de etkisiyle bitkilerde vejetatif büyüme artmış ve dikimden çiçeklenmeye kadar geçen süre gecikmiştir. Bu durumda artan sıcaklık koşullarının bitki karbon reaksiyonları, enzim aktivitelerini olumlu etkilemesine karşın, düşük ışık koşullarındaki yetersiz enerji üretimine bağlı olarak bitki yeterli karbonhidrat üretimini gerçekleştirememiş olabilir. Benzer sonuçlar, domates yetiştiriciliğinde sıcaklık ve ışık koşullarının etkilerinin incelendiği çalışmalar ile de ortaya konulmuştur (Dileman ve Heuvelink 1992; Uzun 1996; Yıldız 2013; Özkaplan 2018). Bazı araştırmacılar, sıcaklığın bitkilerde çiçek gözü oluşumu üzerinde önemli etkisinin olduğunu ve artan sıcaklık değerlerinin de ilk çiçek taslağı oluşumu için geçen süreyi kısalttığını bildirmişlerdir (Uzun 1997; Atherton ve Haris 1986; De Koning 1994; Kandemir 2005; Özkaplan 2018).

3.2. Bitki boylanma hızı (BBH)

Çalışmada, bitki boylanma hızının tahmin edilebilmesi için üretilen matematiksel modellerde (Eşitlik 3 ve Eşitlik 4) Hindistan cevizi lifi ve kayayünü ortamları için tespit edilen regresyon katsayıları sırasıyla, R^2 : 0.96 ve R^2 : 0.97 olduğu saptanmıştır. Regresyon analizi sonucunda, sıcaklık ve ışığın bitki boylanma hızı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

$$BBH = -0.604 + 0.144xT + 0.005xL - 0.00026xTxL \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$SH = (0.165417)** (0.008008)*** (0.000862)*** \\ (3.44E-05)*** R^2 = 0.96***$$

$$BBH = -0.6625 + 0.1335xT + 0.00627xL - 0.0003xTxL \\ (\text{Eşitlik 4})$$

$$SH = (0.131745)*** (0.006378)*** (0.000687)*** \\ (2.74E-05)*** R^2 = 0.97***$$

Çalışmada, en yüksek bitki boylanma hızı, ortalama 2.49 cm gün⁻¹ ile yüksek sıcaklık (23.96°C) ve düşük ışık (264.54 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) koşullarında Hindistan cevizi lifi substratlarında bulunmuştur. Yüksek sıcaklık koşullarında, ışık şiddetinin

azalan etkisi sonucunda bitkide gibberellik asit seviyesi artmış olabilir. Bu durumun bitki boylanma hızını arttırdığı ve buna bağlı olarak boğum aralarının uzadığı saptanmıştır. Çalışmada, sıcaklığın yüksek olduğu koşullarda, farklı ışık şiddeti değerlerinde yetiştirilen domatestede, ışık yoğunluğu arttıkça bitki boylanma hızının azalışı gösterdiği ve boğum arası uzunluklarının kısaldığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu durumda ışık ve sıcaklık arasındaki dengenin sağlandığı, üretilen asimilatların daha fazla depolandığı dolayısıyla bitkinin daha dolgun ve pişkin olduğu söylenebilir. Cockshull ve ark. (1992) ve Uzun (1997), domates bitkisinde sıcaklığın bitki boylanma hızı üzerine pozitif yönde doğrusal bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Odabaş ve Gülümser (2005) yaptıkları çalışmada, artan ışık şiddetinin etkisiyle bitki gövdesinde fotosentetik pigment miktarının arttığı gövde uzamasının nispeten yavaşladığını, yüksek ışık koşullarında gövde boyunun daha kısa kaldığını belirtmişlerdir. Araştırma sonuçları, daha önce yürütülen bu çalışmaları destekler nitelikte olmuştur.

3.3. Bitki gövde çapı artış hızı (BGÇAH)

Domates yetiştiriciliğinde farklı sıcaklık ve ışık değerlerinde, bitki gövde çapı artış hızının tahmin edilebilmesi için üretilen denklemlerde tespit edilen regresyon katsayıları Hindistan cevizi lifi için R^2 : 0.95 (Eşitlik 5) ve kayayünü ortamı için ise R^2 : 0.93 (Eşitlik 6) olarak bulunmuştur.

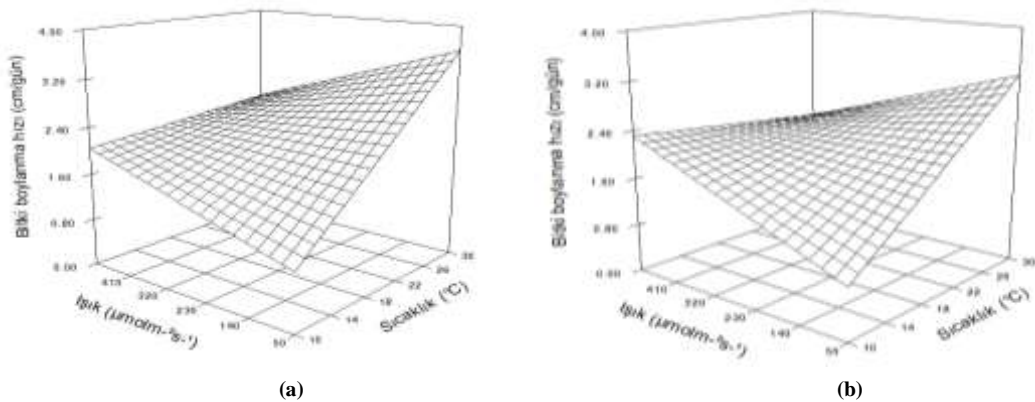
$$BG\text{ÇAH} = 0.0297 + 0.00012xL + 0.0000352xT^2 \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$SH = (0.004485)*** (1.75E-05)*** (1.52E-05)* \\ R^2 = 0.95***$$

$$BG\text{ÇAH} = 0.0175 + 0.0000877xL + 0.0000627xT^2 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

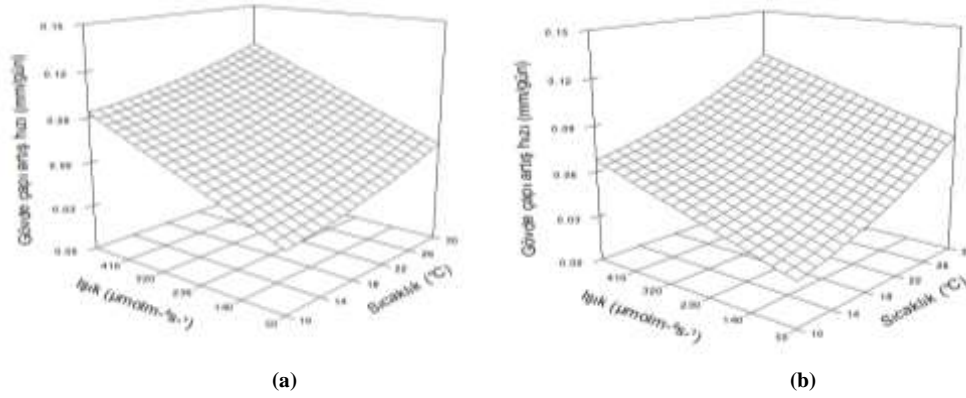
$$SH = (0.004961)*** (1.93E-05)*** (1.68E-05)** \\ R^2 = 0.93***$$

Araştırma sonucunda, 16.42°C ile 26.22°C aralığındaki tüm sıcaklık değerlerinde, ışığın 96.10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ den 455.93 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ye artmasıyla birlikte domatestede gövde çapı artış hızının doğrusal olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3). Bu durumda artan ışık koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde, fotosentetik üretim arttığından bitkide kuru madde birikimi söz konusu olmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen



Şekil 2. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) ortamlarında yetiştirilen domates bitkilerinin sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) bağlı olarak bitki boylanma hızının (cm gün^{-1}) değişimleri.

Figure 2. Variance of the rate of plant height increase (cm d^{-1}) based on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) for the tomatoes grown on (a) cocopeat and (b) rockwool substrates.



Şekil 3. Domateste sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) bağlı olarak Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) ortamlarında bitki gövde çapı artış hızının (mm gün^{-1}) değişimleri.

Figure 3. Variance of the rate of stem diameter (mm d^{-1}) based on temperature ($^{\circ}\text{C}$) and light intensity ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) for the tomatoes grown on (a) cocopeat and (b) rockwool substrates.

bulgulara göre, uygulamalar arasında $0.112 \text{ mm gün}^{-1}$ ile en yüksek bitki gövde çapı artış hızının ortalama 26.22°C sıcaklık ve $455.93 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddeti koşullarında; en düşük bitki gövde çapı artış hızının ise $0.037 \text{ mm gün}^{-1}$ ile 16.42°C sıcaklık ve $96.10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddeti koşullarında olduğu bulunmuştur. Cemek (2002) sıcaklığın artması ile bitki gövde çapının arttığını; Odabaş ve Gülümser (2005) ise artan ışık şiddetinin bitki gövde çapını arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca Brazaitytė ve Kasiulevičiūtė (2013) ve Demirsoy (2016) yaptıkları çalışmalarda domates bitkilerine uygulanan ek ışıklandırmanın, bitki gövde çapını arttırdığını bildirmişlerdir.

3.4. Bitki yapraklanma hızı (BYH)

Araştırmada, domates yetiştiriciliğinde bitki yapraklanma hızı ile sıcaklık ve ışık değerleri ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkinin tahmin edilebilmesi amacıyla yapılan regresyon analizi sonucunda, üretilen matematiksel modellerde (Eşitlik 7 ve Eşitlik 8) Hindistan cevizi lifi ve kayayünü ortamları için tespit edilen regresyon katsayılarının sırasıyla, $R^2: 0.96$ ve $R^2: 0.97$ olduğu saptanmıştır.

$$\text{BYH} = 0.129775 + 0.007102 \times T + 0.000126 \times L \quad (\text{Eşitlik 7})$$

$$\text{SH} = (0.012817)^{***} (0.00078)^{***} (2.13\text{E}-05)^{***}$$

$$R^2 = 0.97^{***}$$

$$\text{BYH} = 0.085331 + 0.008079 \times T + 0.000148 \times L \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$$\text{SH} = (0.018604)^{***} (0.001132)^{***} (3.08\text{E}-05)^{***}$$

$$R^2 = 0.96^{***}$$

Araştırma sonucunda; tüm sıcaklık değerlerinde, artan ışık şiddetinin etkisiyle birlikte domateste bitki yapraklanma hızının doğrusal olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4). Yüksek ışık şiddetinde yetiştirilen domates bitkilerinde, bitki yapraklanma hızı artışının düşük ışık koşullarında yetiştirilenlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, en yüksek bitki yapraklanma hızı; ortalama 0.37 adet gün^{-1} ile $455.93 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık ve 26.22°C sıcaklık değerlerinde belirlenmiştir. En düşük bitki yapraklanma hızı ise ortalama 0.22 adet gün^{-1} ile düşük sıcaklık ve düşük ışık (16.42°C , $96.10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) koşullarından elde edilmiştir. Picken ve ark. (1986), yaz aylarında yaprak çıkış oranının kış aylarına oranla daha yüksek olduğunu, bunun en önemli

nedeninin ise yüksek ışık şiddeti olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Dileman ve Heuvelink (1992), domateste artan ışık şiddetinin etkisiyle bitki yapraklanma hızının arttığını ve benzer şekilde Uzun ve Demir (1996) ise artan sıcaklık değeriyle birlikte yaprak çıkış oranının artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Uzun (1996), domateste yüksek ışık şiddetinin yaprak çıkış oranını arttırdığını ve düşük ışık şiddetinin ise azalttığını bildirmiştir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

3.5. Meyve büyüme periyodu (MBP)

Araştırmada farklı sıcaklık ve ışık değerlerinde, ürün olgunlaşma zamanının tahmin edilebilmesi için üretilen denklemlerde (Eşitlik 9 ve Eşitlik 10) tespit edilen regresyon katsayıları, Hindistan cevizi lifi için $R^2: 0.99$ ve kayayünü ortamı için ise $R^2: 0.97$ olarak bulunmuştur.

$$\text{MBP} = 184.8317 - 8.65659 \times T - 0.05637 \times L + 0.170203 \times T^2$$

$$(\text{Eşitlik 9})$$

$$\text{SH} = (16.90465)^{***} (1.65814)^{***} (0.004627)^{***}$$

$$(0.040785)^{***} R^2 = 0.99^{***}$$

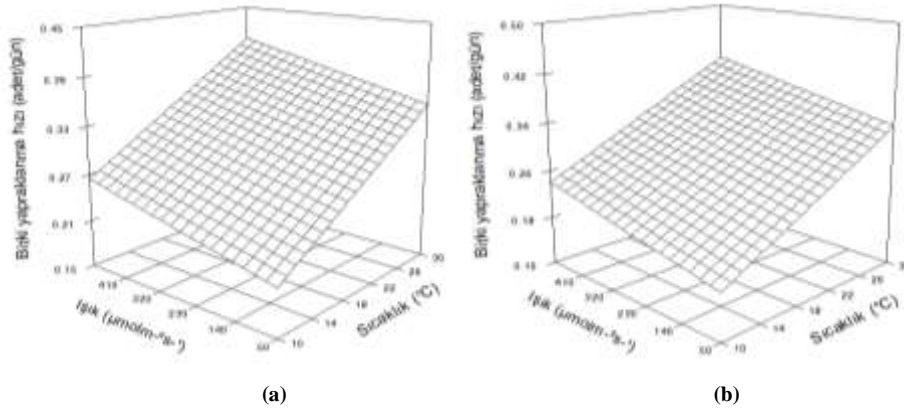
$$\text{MBP} = 186.3285 - 8.34352 \times T - 0.05035 \times L + 0.163065 \times T^2$$

$$(\text{Eşitlik 10})$$

$$\text{SH} = (29.12684)^{***} (2.856987)^{*} (0.007972)^{***}$$

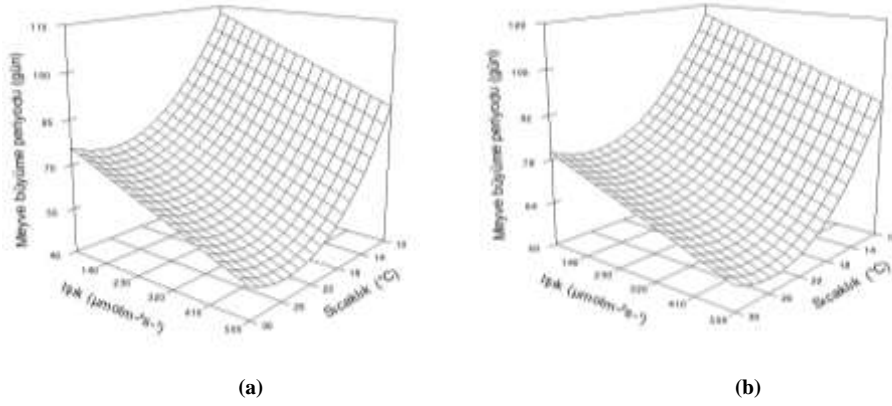
$$(0.070273)^{*} R^2 = 0.97^{***}$$

Şekil 5 incelendiğinde domateste her iki substrat için, meyve büyüme periyodunun artan ışık şiddeti ile doğrusal, artan sıcaklıkla eğrisel bir azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında, domates meyvelerinin en hızlı olgunlaşma süreci yüksek ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında elde edilmiştir. Çalışmada; ortalama 26.22°C sıcaklık ve $455.93 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddeti koşullarında, Hindistan cevizi lifi substratlarında domates meyveleri ortalama 48 gün, kayayünü substratlarında ise 55 günde meyve hasat olgunluğuna gelmiştir. Pearson (1992), ışık şiddeti ile domateste meyve gelişimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve 18°C 'de $6 \text{ MJ s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddetinde 75 günde hasat olgunluğuna geldiğini bildirmiştir. Uzun (1996), domates yetiştiriciliğinde meyvelerin ilk hasat olgunluğuna ortalama 11.1°C sıcaklık ve $3.08 \text{ MJ s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddetinde; 96 gün sürede ve ortalama 24.9°C sıcaklık ve $6.24 \text{ MJ s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddetinde ise 42 günde



Şekil 4. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) ortamlarında yetiştirilen domatestede, sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) bağlı olarak bitki yapraklanma hızının (adet gün⁻¹) değişimleri.

Figure 4. Variance of the leaf appearance rate (per d⁻¹) based on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), for the tomatoes grown on (a) cocopeat and (b) rockwool substrates.



Şekil 5. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) ortamlarında yetiştirilen domatestede, sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) bağlı olarak meyve büyüme periyodu gün sayısının değişimleri.

Figure 5. Variance of the fruit growth period (number of days) (d) based on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), for the tomatoes grown on (a) cocopeat and (b) rockwool substrates.

meyvelerin hasat edildiğini belirlemiştir. De Koning (2000) ise domates yetiştiriciliğinde olgunlaşma süresinin ortalama 17°C'de 73 gün ve ortalama 26°C'de ise 42 günde gerçekleştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı, sıcaklık değerlerinin meyve gelişim periyodunu etkileyen en önemli parametre olduğunu bildirmiştir. Adams ve ark. (2001), domatestede büyüme ve gelişme üzerine sıcaklığın etkilerini inceledikleri bir çalışmada, domates bitkilerin ortalama 14°C, 18°C, 22°C ve 26°C'de yetiştirmişler ve sırasıyla meyvelerin hasat olgunluğuna 95 gün, 65 gün, 46 gün ve 42 günde ulaştığını bildirmişlerdir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, sonbahar döneminde yetiştirilen domateslerde ilk hasada kadar geçen süre 69 gün ile 114 gün arasında; ilkbahar yetiştirme döneminde ise ilk 67 gün ile 74 gün arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tüzel ve ark. 2009).

4. Sonuç

Tarımda kullanılan matematiksel modeller yardımıyla oluşturulan simülasyonlar ile optimum koşullar kolaylıkla test edilebilmekte ve pratikte uygulanabilmektedir. Son yıllarda tarım sektöründe bitki büyüme, gelişme ve verim sürecinin takip edilmesinde ve tarımsal üretimde mevcut kaynakların etkin ve sürdürülebilir kullanılması amacıyla matematiksel

modellerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Ayrıca farklı sıcaklık ve ışık koşullarındaki bazı bitki gelişme safhalarını/süreçlerini tahmin edebilen modeller yardımıyla farklı bölgeler için uygun çevre koşulları oluşturulması mümkün olabilmektedir.

Büyüme ve gelişmenin üretim sezonu boyunca devam ettiği domates gibi bitkilerde, bitki gelişmesi ve meyve oluşumu arasındaki dengenin yetiştiricilik periyodu boyunca korunması büyük önem taşımaktadır. Çalışmada, 96.1-455.93 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ aralığında ışık ve 16-26°C aralığında sıcaklık referans değerleri içerisinde genel olarak artan sıcaklık ve ışık şiddeti domates bitkilerinde, bitki boylanma hızı hariç ilk çiçeklenmeye kadar geçen süre, gövde çapı artış hızı, bitki yapraklanma hızını ve meyve büyüme periyodunu pozitif yönde etkilediği saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda üretilen regresyon modelleri yardımıyla; topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde, optimum sıcaklık ve ışık değerlerinin sağlanması koşuluyla oluşturulacak üretim planlaması sonucunda, istenilen bitki büyüme ve gelişme hedeflerine istenilen zamanda ulaşılabilecektir. Böylece topraksız tarımda Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratları kullanılarak yüksek, ekonomik verim ve üstün meyve kalitesi sağlanabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma; doktora tezinin bir bölümünü içermektedir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (PYO.ZRT.1904.13.024) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adams SR, Cockshull KE, Cave CRJ (2001) Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany* 88: 869-877.
- Andiç C (1993) Tarımsal Ekoloji. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. Yayın No: 106, Erzurum.
- Atherton JG, Harris GP (1986) Flowering. In: Atherton JG, Rudich J (Eds), *The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement*, London, England, pp: 167-200.
- Balkaya A (2004) Modelling the effect of temperature on the germination speed in some legume crops. *Journal of Agronomy* 3: 179-183.
- Brazaitytė A, Kasiulevičiūtė A (2013) The comparison of supplemental blue and green light effects on two cucumber hybrid transplant grown under HPS lighting in greenhouse. *The Sixth International Scientific Conference Proceedings, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry* 2(6): 49-53.
- Cemek B (2002) Farklı sera örtü malzemelerinin bitki büyüme, gelişme, verim ve sera içi çevre koşullarına etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Cengiz E (2017) Bazı kabak anaçlarında tohumların çimlenmesi ve çıkışı üzerine sıcaklığın etkisinin modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Cockshull KE, Graves CJ, Carol RJ (1992) The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 67(1): 11-24.
- De Koning AdNM (1994) Development and dry matter distribution in glasshouse tomato quantitative approach. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- De Koning AdNM (2000) The effect of temperature, fruit load and salinity on development rate of tomato fruit. *Acta Horticulturae* 519: 85-94.
- Demir Y, Uzun S, Cemek B (2001) Sonbahar turfandacılığında ısıtmasız seralarda farklı torba kültürlerinde ortam sıcaklığı ile bitki büyüme, gelişme ve verim ilişkileri. 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu, Muğla.
- Demirsoy M (2016) Sera koşullarında farklı yapay ışık, renk ve kaynaklarının (*Lycopersicon esculentum* Mill.), biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcanda (*Solanum melongena* L.) fide büyüme, gelişme, kalite ve dikim sonrası adaptasyonlarına etkilerinin kantitatif yöntemlerle incelenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Dileman JA, Heuvelink E (1992) Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in tomato. *Journal of Horticultural Science* 67(1): 1-10.
- El-Gizawy AM, Abdallah MMF, Gomaa HM, Mohamed SS (1992) Effect of different shading levels on tomato plants. 2. Yield and Fruit Quality *Acta Horticulturae* 323: 349-354.
- Eriş A (2007) Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. VI. Baskı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa.
- Kandemir D (2005) Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (*Capsicum annuum* L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kandemir D, Uzun S (2019) Farklı ışık ve sıcaklık şartlarının sera biber yetiştiriciliğinde büyüme parametreleri üzerine kantitatif etkilerinin modellenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(1): 1-11.
- Odabaş MS (2003) Sıcaklık ve ışığın baklada (*Vicia faba* L.) büyüme, gelişme ve verime kantitatif etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Odabaş MS, Gülümser A (2005) Farklı ışık şiddetinin bakla'da (*Vicia faba* L.) verim ve bazı bitkisel özelliklere etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11(3): 286-291.
- Odabaş MS, Camas N, Cirak C, Radušiene J, Janulis V, Ivanauskas L (2010) The quantitative effects of temperature and light intensity on phenolics accumulation in St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Natural Product Communications* 5(4): 535-540.
- ÖKS (2019) Örtüaltı Kayıt Sistemi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. Sözlü Erişim 29 Mayıs 2019.
- Özkaplan M (2018) Serada topraksız domates yetiştiriciliğinde büyüme, gelişme ve verim üzerine ışık ve sıcaklığın kantitatif etkilerinin modellenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özkaplan M (2019) Tarımda matematiksel model kullanımı. 3. Uluslararası Unidokap Karadeniz Sempozyumu, Tokat, s. 456-461.
- Özkaplan M, Balkaya A (2019) Işık ve sıcaklığın topraksız tarım koşullarında salkım domatesin meyve kalitesine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(3): 227-238.
- Özden ÜH (2015) Yöneyem Araştırması. <http://www.unalozden.com/download/yoneylemarastirmasiial.pdf>. Erişim 19 Mayıs 2019.
- Pearson S (1992) Modelling the effect of temperature on the growth and development of horticultural crops. PhD Thesis, The University of Reading, England.
- Picken AJF, Stewart K, Klapwicz K (1986) Germination and vegetative development. In: Atherton JG, Rudich J (Eds), *The Tomato Crop*. Chapman and Hall, London, English, pp. 167-200.
- Taiz L, Zeiger E (2008) Bitki Fizyolojisi. 3. Baskı Çeviri (Ed: Türkan İ), Palme Yayıncılık, Ankara.
- Tüzel Y, Gül A (2008) Seralarda İyi Tarım Uygulamaları. Bahçe Ürünlerinde Çevre Dostu Uygulamaların Yaygınlaştırılması ve İş Olanığı Yaratılması için Ziraat Mühendislerinin Kapasitelerinin Geliştirilmesine Yönelik Eğitim Projesi. Proje No: TR0205.01/002/02/011, İzmir.
- Tüzel Y, Duyar H, Öztekin GB, Gül A (2009) Domates anaçlarının farklı dikim tarihlerinde bitki gelişimi, sıcaklık toplamı isteği, verim ve kaliteye etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 46: 79-92.
- Uzun S (1996) The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato and aubergine. PhD Thesis, The University of Reading, England.
- Uzun S, Demir Y (1996) Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verime etkileri (II. Gelişme). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11: 201-212.
- Uzun S (1997) Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I. Büyüme). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12: 147-156.
- Uzun S (2001) Serada domates ve patlıcan yetiştiriciliğinde bazı büyüme ve verim parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkiler. *Türkiye 6. Ulusal Seracılık Sempozyumu*, Muğla, s. 97-102.
- Uzun S (2006) The quantitative effects of temperature and light on the number of leaves preceding the first fruiting inflorescence on the stem of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and aubergine (*Solanum melongena* L.). *Scientia Horticulturae* 109: 142-146.
- Yıldız D (2013) Gölgelemenin sırk domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı ergonomik özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yoldaş F, Eşiyok D (2005) Termal zamanın (°C-Gün) bitkisel üretimde kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42: 207-218.



Yaprakbitlerinden elde edilen bazı fakültatif endosimbiyont türlerin moleküler karşılaştırılması

Molecular comparison of some facultative endosymbiotic species obtained from aphids

Gül SATAR^{ID}

Çukurova Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Balcalı, ADANA

Sorumlu yazar (Corresponding author): G. Satar, e-posta (e-mail): satarg@cu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Ocak 2020
Düzeltilme tarihi 05 Mart 2020
Kabul tarihi 05 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Aphididae
Candidatus
Genetik ilişki
Sekonder simbiyontlar
Arsenophonus

ÖZ

Yaprakbitleri tarımsal alanlarda pek çok konukçu bitkide yaptığı zarardan dolayı önemlidir. Yaprakbitlerinin konukçu bitki seçimi, üreme, ilaçlara dayanıklılık gibi biyolojik aktivitelerinde anahtar öneme sahip endosimbiyotlar mevcuttur. Zararlının biyolojisini bu kadar etkileyen endosimbiyotlar üzerine ülkemizde pek çalışma yoktur. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada da Adana ilinde farklı lokasyon ve bitkiler üzerinde toplanan yaprakbiti türlerindeki endosimbiyotlar universal bir primer ile tespit edilmiştir. Elde edilen endosimbiyotların filogenetik ilişkisi Maximum Likelihood metoduna göre ortaya konulmuştur. Yapılan analizler sonucunda yaprakbiti türleri üzerinden *Buchnera aphidicola*, *Arsenophonus*, *Candidatus* Hamiltonella defenza, *Ca. Fukatsua symbiotica*, *Ca. Serratia symbiotica* endosimbiyont türleri elde edilmiştir. Filogenetik ağaç üzerinde tüm endosimbiyont türler yüksek Bootstrap değerleriyle birbirlerinden ayrılmıştır. *Aphis craccivora*'nın *Robinia pseudoacacia*'ya özgü haplotip geliştirmesinde etken olduğu düşünülen fakültatif *Arsenophonus* bu çalışmada da belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 15 January 2020
Received in revised form 05 March 2020
Accepted 05 March 2020

Keywords:

Aphididae
Candidatus
Genetic relation
Secondary symbionts
Arsenophonus

ABSTRACT

Aphids are important in agricultural areas due to the damage they do to many host plants. The endosymbionts play a key role in the biological activities of aphids such as host plant selection, reproduction, and drug resistance. Very few studies on endosymbionts that affect the biology of the pest so much were conducted in our country. In this study, endosymbionts in aphid species collected on different locations and plants in Adana province were determined with a universal primer. The phylogenetic relationship among obtained endosymbionts was determined according to the Maximum Likelihood method. As a result of the analysis, *Buchnera aphidicola*, *Arsenophonus*, *Candidatus* Hamiltonella defenza, *Ca. Fukatsua symbiotica*, *Ca. Serratia symbiotica*, endosymbiont species obtained on the different aphid populations. All endosymbiont species on the phylogenetic tree were separated from each other by high Bootstrap values. The facultative *Arsenophonus*, which is thought to be a factor in the development of specific haplotype to *Aphis craccivora* on *Robinia pseudoacacia* was also identified in this study.

1. Giriş

Yaprakbitleri tarımsal üretimde tahıl, meyve ağaçları, turuncgiller, sebze ve yabancı otlar üzerinde önemli bir zararlı grubunu oluşturmaktadır (Baumann ve ark. 1995). Bitkilerde doğrudan emgi zararının yanında fumajine neden olarak ve en önemli zararlarından biri olan virüslere vektörlük yaparak da zarar oluşturmaktadırlar. Bugüne kadar 5100 yaprakbiti türü (Hemiptera: Aphididae) 11 alt familyada tanımlanmıştır. Bu yaprakbitlerinin neredeyse hepsinde hücreler arası simbiyont bakteriler mevcuttur (Fukatsu 2001; Blackman ve Eastop 2018; Favret 2018). Bu simbiyontlar *Buchnera aphidicola* Munson ve

ark. 1991 (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae) gibi obligat olabilmektedir. Obligat mutualistik simbiyont olan *B. aphidicola* (Nikoh ve ark. 2010) yaprakbitlerinin fizyolojilerinin işleyebilmesinde görevlidir ve yaprakbitlerinde üremenin gerçekleşmesi bu endosimbiyonta bağlıdır (Baumann ve ark. 1995; Chen ve ark. 2009; Baldo ve ark. 2006; Simon ve ark. 2011; Satar 2019). Yaprakbitlerinde *B. aphidicola*'nın olmaması durumunda yaprakbitleri için gerekli bazı amino asit ve vitaminleri alamamasından dolayı dwarf fenotip dediğimiz cüce yaprakbitleri oluşumu, gelişimde yavaşlama, yavru verememe

veya yavru veriminde azalma görülmektedir (Douglas 1998; Akman Gündüz ve Douglas 2008). Diğer bir grup ise yaprakbitlerinde kalıtsal olarak aktarılan ama konukçunun üreme ve gelişimi için gerekli olmayan bazen horizontal olarak aktarılabilen bakteriyel fakültatif ya da sekonder olarak tanımlanan (Degnan ve ark. 2010) Rickettsia, (Rickettsiales: Rickettsiaceae), *Candidatus* Hamiltonella defenza, *Ca. Regiella insecticola* ve *Ca. Serratia symbiotica* (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae) (Peccoud ve ark. 2013) gibi simbiyontlara sahiplerdir. Sekonder endosimbiyontlar avcı-av, parasitoid-av ilişkisi (Tsuchida ve ark. 2010; Vorburger ve ark. 2010; Telesnicki ve ark. 2012; Martine ve ark. 2013), böceklerin diş koşullara adaptasyonunda (Russell ve Moran 2006), insektisitlere dayanıklılıkta önemlidirler. Örneğin, *Ca. Hamiltonella defenza*, parazitoitlere karşı, *Regiella insecticola* bezelye afidinde fungal etmen *Pandora neoaphidis*' e karşı yaprakbitlerinde dayanıklılık sağlamaktadır (Burke ve ark. 2009). Bezelye afidinde, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), fakültatif simbiyontlar PASS (pea aphid secondary symbiont) ya da PAR (pea aphid rickettsia) olmadan yüksek sıcaklıklarda üreme oranı %35'lerden %6'nın altına düşmektedir (Chen ve ark. 2000). Bu ilişkilerin ortaya konmasında en çok kullanılan yöntem moleküler yöntemlerdir. Hangi endosimbiyotun hangi yaprakbiti türünde var olduğu ve böceklerin hangi koşullara göre bu adaptasyonu geliştirdiklerini anlamak için bu endosimbiyonların varlığının tespiti önemlidir.

Bu çalışma farklı yaprakbiti tür ve popülasyonlarında bir universal proteobacterial primer kullanılarak elde edilebilecek farklı endosimbiyot türlerini belirlemek ve elde edilen türlerin 16S rRNA bölgesindeki farklılıklarını ortaya koymak amacıyla ele alınmıştır. Bu çalışma Adana ilinde yaprakbitlerinin endosimbiyotlarının belirlenmesi ile ilgili yürütülen ilk çalışma niteliğindedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Arazi çalışmaları

Çalışmada kullanılmak üzere Adana ilinde farklı bitkiler üzerinden yaprakbiti örnekleri toplanmıştır. Bu amaçla Temmuz (2017)-Şubat (2018) ayları arasında arazi çıkışları yapılmıştır (Çizelge 1). Arazide kanatlı ve kanatsız ergin yaprakbitleri fırça yardımıyla eppendorf tüplerde %96 alkol içerisinde aktarılacak laboratuvara buz içerisinde getirilmiştir. Her örneğin toplanma tarihi, bitki ve toplandığı yer kaydedilmiştir. Örnekler kullanılacakları zamana kadar -80'de muhafaza edilmiştir. Yaprakbiti teşhisleri Dr. Işıl ÖZDEMİR tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Filogenetik çalışmalarda kullanılan farklı obligat ve fakültatif simbiyotların tespit edildiği yaprakbitlerinin toplandığı yerler, tarih, konukçu bitki ve endosimbiyot türleri.

Table 1. The locations, collection date, and host plant of aphid species having different obligate and facultative endosymbionts used in phylogenetic studies and endosymbiont species.

No	Tarih	Yer	Konukçu bitki	Aphid türü	Endosimbiyot tür
1	07.09.2017	Çiftelhan	<i>Malus communis</i> L.	<i>Aphis pomi</i> De Geer	<i>Ca. Fukitima simbiotica</i>
2	07.09.2017	Çiftelhan	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	<i>Aphis craccivora</i> Koch	<i>Arsenophonus</i>
3	13.09.2017	Balcalı	<i>R. pseudoacacia</i> L.	<i>A. craccivora</i>	<i>Arsenophonus</i>
4	20.09.2017	Akkaya- Feke	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	<i>Ca. Hamiltonella defenza</i>
5	20.09.2017	Gaffar Uşağı-Feke	<i>Zea mays</i> L.	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)	<i>Ca. Serratia symbiotica</i>
6	24.02.2018	Zeytinli	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	<i>A. craccivora</i>	<i>Buchnera aphidicola</i>

2.2. Moleküler Çalışmalar

2.2.1. DNA İzolasyonu

Yaprakbilerinde endosimbiyotları belirlemek için 24 popülasyonda (Çizelge 1) 45 örnekten DNA izolasyonun yapılmıştır. DNA'ları elde etmek için QIAGEN'nin DNAeasy Blood & Tissue Kiti (QIAGEN, 69504) kullanılmış ve izolasyon, kitin metodunda birkaç modifikasyon yapılarak tek bir kanatsız yaprakbiti ergininin gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Liu ve ark. (2013) ve Marutani-Hert (2011)'nin farklı böceklerde farklı endosimbiyotları belirlemek amacıyla kullandığı 16S rRNA bölgesini hedefleyen universal primerler 16SF (5'-AGAGTTTGATCATGGCTCAGATTG-3') ve 16SR (5'-TACCTTGTACGACTTCACCCCAG-3') kullanılmıştır. Her bir PCR reaksiyonunda 25 µl toplam miktar için; 3 µl DNA, 17.25 µl H₂O, 2.5 µl 10X Dream taq green buffer, 0.5 µl dNTP (final konsantrasyonda; 0.2 mM), her bir primerden 0.75 µl ve 0.25 µl Taq (Dream Taq DNA polymerase) karışımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Thermocycler (Applied Biosystems AB (Veriti)) ise; 95°C'de 3 dk, 95°C'de 15 sn, 55°C'de 15 sn, 72°C'de 30 sn 35 döngü ve 72°C'de 7 dk olarak ayarlanmıştır. Elde edilen PCR ürünü %1'lik agaroz jelde 50 volt 100 mA'da 60 dk koşturmaya takiben Etidium bromürde yıkanmasından sonra jel görüntüleme sistemi ile görüntülenmiştir. Pozitif sonuç veren örnekler gen dizileme için ticari bir firmaya gönderilmiştir.

2.2.2. Dizi analizi ve sonuçların değerlendirilmesi

Gen dizileme sonucunda elde edilen nükleotid dizileri National Center for Biotechnology Information'ın Blast analiz programına girilerek gen bankasındaki genlerle karşılaştırılmıştır. Bu sayede elde edilen gen bölgeleri doğrulanmış ve gen bankasında bulunan yaprakbiti türlerinden elde edilmiş farklı endosimbiyotlara ait benzer gen bölgeleri de bu çalışma için referans genler olarak çalışmaya dahil edilmiştir.

Doğrulaması yapılan gen bölgeleri "Molecular Evolutionary Genetics Analysis (Mega 6.0)" programı (Felsenstein 1985) ile görüntülenmiştir. Gen dizilemesi yapılan her bir örnek için gen bölgelerinin dizilimleri her iki yönü Mega 6.0 programında üst üste getirilip hizalamış ve Finch TV programında görüntülenmiştir. Bu sayede elde edilen dizilimlerin temizliği ve doğruluğu çift yönlü olarak yapılarak doğrulanmıştır. Gen bankasında alınan referans genler ile bu çalışmadan elde edilen gen dizilimleri arasındaki filogenetik ilişkilerin ortaya konulması için en uygun parametre modeli Mega 6.0 programında belirlenmiştir. Elde

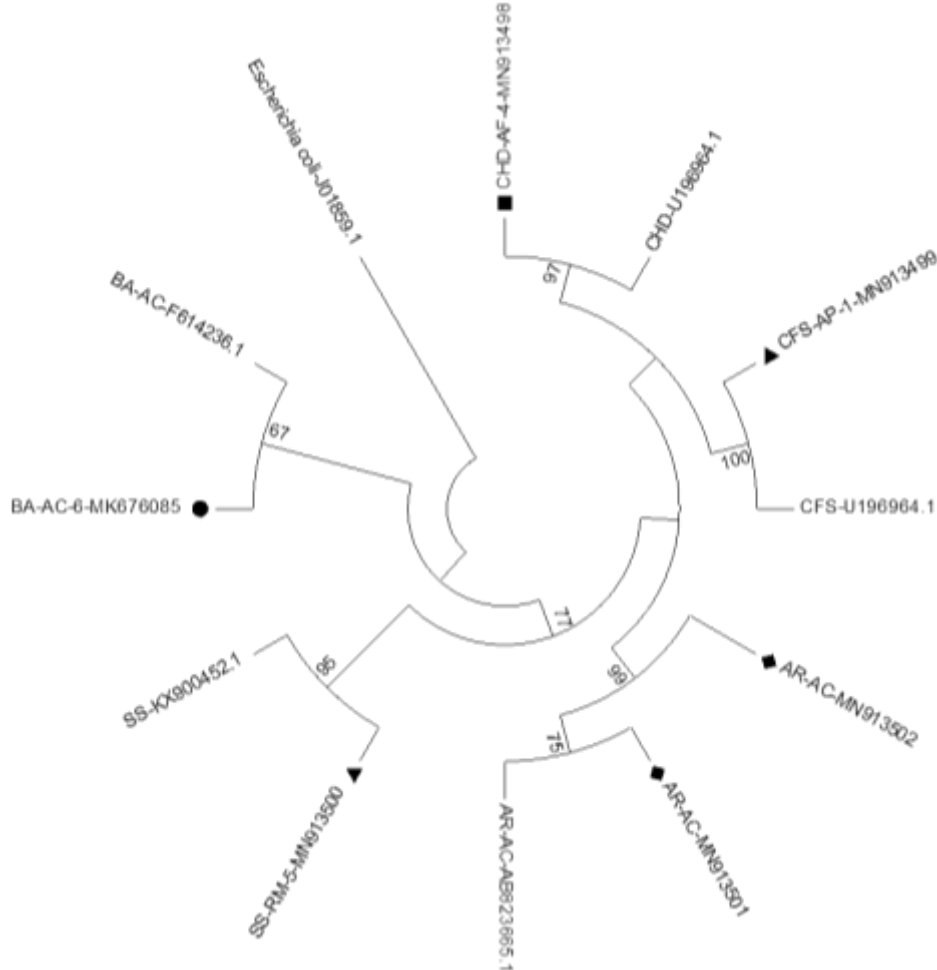
edilen en uygun model Kimura 2-parametresi olmuştur. Bu model yardımıyla Maximum likelihood metodu kullanılarak filogenetik ilişkiler ortaya konulmuştur (Tamura ve ark. 2013). Bootstrap konsensüs ağacı 1000 tekrara göre yapılmıştır (Nei ve Kumar 2000). Filogenetik analizde endosimbiontlara ait referans genler ve dış grup olarak *Escherichia coli* (J01859.1) geni gen bankasından (NCBI) alınarak kullanılmıştır. Elde edilen endosimbiont türlerin nükleotid dizilimleri arasındaki farklılıkları göstermek için Genedoc programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Adana ilinde *Aphis craccivora* Koch, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis pomi* De Geer ve *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera:Aphididae) yaprakbiti türlerinden elde edilen endosimbiontlar referans genlerle karşılaştırılmıştır ve filogenetik ağaç Maximum-Likelihood metoduna göre oluşturulmuştur. Analizlerde 620 bp'lik 16S rRNA bölgesi çalışılmıştır. Toplam 45 örnekle çalışma yürütülmüş bunların 40'ında *B. aphidicola* bulunurken, diğer beş örnekte ise farklı fakültatif endosimbiont türler elde edilmiştir. *B. aphidicola* *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii* Glover, *A. pomi*, *Myzus ceraci*

(F.), *M. persicae* (Sulzer) ve *R. maidis* türleri üzerinden saptanmıştır. Yedi yaprakbiti üzerinden her yaprakbiti türüne özgü *B. aphidicola* suşları elde edilmiş aradaki farklılık Satar (2019) tarafından ortaya konulmuştur. Neredeyse tüm yaprakbiti türlerinde saptanan *B. aphidicola* böceğin fizyolojisinin, özellikle üreme ve beslenmesinin sürebilmesi için elzemdir (Douglas 1998) ve bu çalışmada daha fazla elde edilmesi normal görülmüştür.

Çalışmadaki diğer beş örnekten *Arsenophonus*, *Candidatus Hamiltonella defenza*, *Ca. Fukatsuia symbiotica*, *Ca. Serratia symbiotica* fakültatif endosimbiont türleri elde edilmiştir (Çizelge 1). Türleri ait farklı nükleotid dizilimine sahip beş örneğin dizilimleri NCBI gen bankasına MN913498-502 kodları ile yüklenmiştir (Şekil 1). *Arsenophonus* sadece *A. craccivora* üzerinde, *Ca. S. symbiotica* *R. maidis* üzerinde, *Ca. Hamiltonella defenza* *A. fabae*, *Ca. Fukatsui symbiotica* ise *A. pomi* üzerinden tespit edilmiştir (Çizelge 1). *Aphis craccivora*'nın endosimbiontları üzerine yapılan çalışmalar göstermiştir ki *Arsenophonus* simbiyontu *Robinia* sp. konukçu bitkilerinden toplanan *A. craccivora*'lar üzerinde yaygın iken,



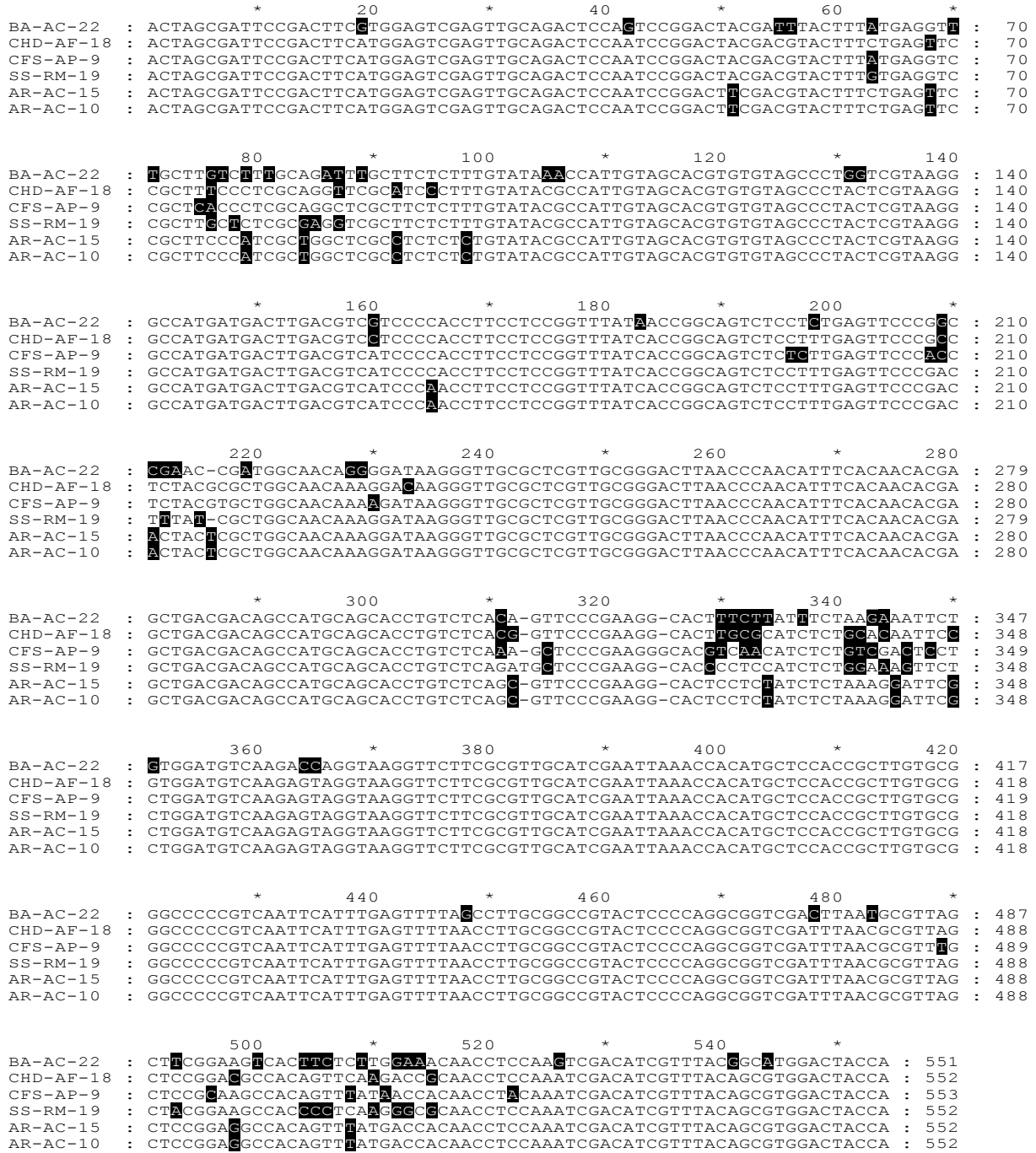
Şekil 1. Farklı yaprakbiti türleri üzerinde saptanan endosimbiontların filogenetik ilişkileri (BA: *Buchnera aphidicola*, AR: *Arsenophonus*, CHD: *Candidatus Hamiltonella defenza*, CFS: *Candidatus Fukatsuia symbiotica*, SS: *Serratia symbiotica*, AC: *Aphis craccivora*, AF: *Aphis fabae*, AP: *Aphis pomi*, RM: *Rhopalosiphum maidis* ve endosimbiontlara ait referans numaralarıyla verilmiş referans genler).

Figure 1. Filogenetic relationships of endosymbionts detected on different aphid species (BA: *Buchnera aphidicola*, AR: *Arsenophonus*, CHD: *Candidatus Hamiltonella defenza*, CFS: *Candidatus Fukatsuia symbiotica*, SS: *Serratia symbiotica*, AC: *Aphis craccivora*, AF: *Aphis fabae*, AP: *Aphis pomi*, RM: *Rhopalosiphum maidis* and Reference gene numbers).

yonca üzerindeki *A. craccivora*'lar da ise Hamiltonella'nın yaygın olduğu ve *A. craccivora*'ların bu bitkilere özelleşmiş muhtemel haplotiplerinin gelişiminde bu fakültatif simbiyontların etkili olduğu bildirilmiştir (Brady ve ark. 2013; Brady ve ark. 2014). Bu çalışmada da hem Çiftelhan hem de Balcalı'dan *Robinia pseudoacacia* üzerinde toplanan *A. craccivora*'larda fakültatif *Arsenophonus*'un saptanmış olması bu çalışmaları destekler niteliktedir. Çiftelhan 1000 m rakım, Balcalı 127 m rakımda olmasına rağmen iki farklı coğrafik bölgeden toplanan örneklerin nükleotid dizilimlerinde farklılık

saptanmamıştır (Şekil 2). Ancak Pozantı'dan aynı bitkiden toplanan örnekte *Arsenophonus* yerine *B. aphidicola* elde edilmiştir.

Çalışmada saptanan *B. aphidicola* ve *Arsenophonus* hariç diğer endosimbiyont türlerin hepsinin parazitoit ve predatörlere karşı yaprakbitlerinde savunma mekanizmasının çalışmasıyla ilişkili olduğu (Tsuchida ve ark. 2010; Vorburger ve ark. 2010; Telesnicki ve ark. 2012; Martine ve ark. 2013) düşünüldüğünde bu popülasyonlar üzerinde muhtemel bir doğal düşman



Şekil 2. Farklı yaprakbiti türlerinden elde edilmiş olan farklı endosimbiyont türlerin baz düzeyinde karşılaştırılması.

Figure 2. Comparison of different endosymbiont species obtained from different aphid species at the base level.

baskısı olduğu ve bu nedenle bu endosimbiontların miktarının fazla olmasından dolayı diğer örneklerle aynı anda yapılan PCR amplifikasyonlarından farklı endosimbiontların elde edildiği düşünülmektedir. *Ca. Hamiltonella defenza* ile infekteli *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) yaprakbiti parazitoitleri *Aphidius ervi* ve *Aphidius eadyi* (Hymenoptera: Braconidae)'ye karşı hayatta kalmada daha başarılı olduğu saptanmıştır (Degnan and Moran 2009). Benzer sonuçlar *A. pisum* üzerinde *Lysiphlebus fabarum*, *A. craccivora* üzerinde *Binodoxys communis*, *B. koreanus*, *Lysiphlebus orientalis* ve *Aphidius colemanii* Viereck için de saptanmıştır (Asplen ve ark. 2014). Çukurova bölgesinde de bu yaprakbiti türleri mevcut olup (Uygun ve ark. 2001) bu türler üzerinde yaygın olan *Aphidius* (*Aphidius colemani*, *A. ervi*), *Lysiphlebus* (*Lysiphlebus fabarum*, *L. confusus*), *Binodoxy* (*Binodoxy angelicae*, *B. acalaphae*) cinsine bağlı türlerin (Satar ve ark. 2014; Satar ve ark. 2019) salım çalışmaları ya da doğada destekleme çalışmaları yapılırken bu endosimbiontların varlığının tespiti önemli olacaktır. Böylece bölgede evrimsel süreçte parazitoitlere karşı yaprakbitlerinin geliştirdiği savunma mekanizmaları veya yaprakbiti-parazitoit-konukçu bitki arasında oluşan trofik ilişkilerin daha anlaşılır olmasına katkı sağlanabilir. Özellikle ticari olarak da üretilip satılan *A. colemani*'nin salındığı alanlarda başarısızlık durumlarında da problem endosimbiontlar ile ilişkilendirilebilir. Örneğin, Prado ve ark. (2015) serada yaprakbitlerinde endosimbiont varlığında yaprakbitlerinin *A. colemani*'ye dayanıklı olabileceklerini, ya da infekteli ve infektersiz konukçu yaprakbitlerini ayıramayan parazitoidin yumurtalarını ve enerjilerini boşa harcayabileceklerini belirtmiştir.

Candidatus Serratia symbiotica parazitoitlere karşı koruma sağlamanın yanı sıra ısı şokuna karşı bakteriyositlerdeki simbiyontları korur, ayrıca konukçu yaprakbiti için bazı aminoasitleri üreterek yaprakbitinin *Buchnera*'ya bağımlılığını azaltarak beslenmede rol oynamaktadır (Burke ve ark. 2009). Örneğin *Cinara cedri* (Lachnini)'de tryptophan biyosentezinde *S. symbiotica*'nın görev aldığı Pe'rez-Brocal ve ark. (2006) tarafından saptanmıştır. Bu çalışmada Adana'nın yayla kesiminde bulunan Feke ilçesinden *R. maidis* popülasyonunda *Ca. S. symbiotica* saptanmıştır. Özellikle küresel ısınmanın etkisini artırdığı günümüzde oluşabilecek ani sıcaklık değişimlerine karşı popülasyon içerisinde bu endosimbiont türünü barındıran bireylerin varlığı bakteriositler içerisinde bulunan ve yaprakbitlerinin beslenmesinde büyük rol oynayan *B. aphidicola*'yı koruyarak popülasyonun devamlılığının sağlanması için belki önemli olacaktır. *Arsenophonus*'un ise henüz yaprakbitlerine olan fenotipik etkisi kesin olarak çözülememiştir. Ancak yaprakbitlerinin konukçu bitkiye özelleşmesinde önemli olduğu düşünülmektedir (Brady ve ark. 2014; Tian ve ark. 2019). Diğer bir çalışmada da popülasyonun genişlemesinde ve yaprakbitinin zarar düzeyinin artmasında etkili olabileceği düşünülmektedir (Wulff ve White 2015).

Çalışmada elde edilen farklı endosimbiont türlerin birbirleriyle genetik ilişkileri incelendiğinde obligat *B. aphidicola* diğer sekonder endosimbiontlardan yüksek bir Bootstrap değeriyle ayrılmıştır. Sekonder endosimbiontlar ise 90'ın üzerinde bootstrap değerleriyle birbirlerinden ayrılmışlardır (Şekil 1). Patel ve ark. (2019) da bezelye afidi üzerinde *Ca. S. symbiotica*, *Ca. H. defenza*, *Ca. F. Symbiotica* türleriyle Maximum likelihood yöntemi kullanılarak oluşturdukları filogenetik ağaçta bu türlerin 99-100 gibi Bootstrap değerleriyle birbirlerinden ayrıldıklarını saptamışlardır. Çalışmada elde edilen endosimbiont türlerin nükleotid dizileri karşılaştırıldığında türler arası korunmuş

bölgeler olmasına rağmen, pek çok baz farklılığı da saptanmıştır (Şekil 2). Bu korunmuş bölgeler bir çift primerle farklı endosimbiontların elde edilebileceğini göstermektedir.

Kullanılan üniversal primer değerlendirildiğinde örneklerin büyük bir bölümünden obligat *B. aphidicola* elde edilmiş az sayıda fakültatif endosimbiont türleri elde edilmiştir. Literatürde bu primer çifti farklı yaprakbitlerinde *B. aphidicola*'yı saptamak için kullanılırken yaprakbitlerinde diğer endosimbiont türlerin saptandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, bu primer çiftiyle *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllida:)'de syncytium endosimbiont ve *Wolbachia* endosimbiontları belirlenmiştir (Marutani-Hert 2011). Başka bir çalışmada bu primer çiftinin *Bacillus thuringiensis* strainlerinde tüm 16S rDNA bölgesini elde etmede kullanıldığı görülmektedir (Shojaaddini ve ark. 2012). Bu nedenlerden dolayı farklı türler bu çalışmada elde edilmiş olabilir. *B. aphidicola* elde edilmeyen örneklerde bu türün olmadığı anlamına gelmemekte olup bu örneklerde ekolojik nedenlerle diğer endosimbiont türlerin daha fazla var olmasından dolayı öne çıktığı düşünülmektedir.

Yaprakbitlerinde bulunan endosimbiontlar, yaprakbiti-doğal düşman, yaprakbiti-konukçu bitki ve dış koşullara adaptasyona yönelik yapılan çalışmalarda göz ardı edilmemelidir. Yapılan son çalışmalar göstermiştir ki yaprakbitlerinin biyolojileri düşünüldüğünde daha fazla endosimbiontlarla ilişkilidir. Bu nedenle bir bölgede bir zararlıyı araştırırken ve mücadeleye karar verirken sadece zararlı değil ayrıca endosimbiontları da göz önünde bulundurmada yarar vardır.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi BAP birimi (Proje No: FBA-2017-8202) tarafından desteklenmiştir. Çalışmada yaprakbitlerinin morfolojik teşhislerini yapan Dr. Işıl ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Akman Gündüz E, Douglas AE (2008) Symbiotic bacteria enable insect to use a nutritionally inadequate diet. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276(1658): 987-991.
- Asplen MK, Bano N, Brady CM, Desneux N, Hopper KR, Malouines C, Oliver KM, White JA, Heimpel GE (2014) Specialisation of bacterial endosymbionts that protect aphids from parasitoids. *Ecological Entomology* 39(6): 736-739.
- Baldo I, Dunning Hotopp JC, Jolley KA, Bordenstein SR, Biber SA, Choudhury RR, Hayashi C, Maiden MC, Tet-Telin H, Werren JH (2006) Multilocus sequence typing system for the endosymbiont *Wolbachia pipientis*. *Applied and Environmental Microbiology* 72: 7098-7110.
- Baumann P, Baumann L, Lai CY, Rouhakhsh D, Moran NA, Clark MA (1995) Genetics, physiology, and evolutionary relationships of the genus *Buchnera*: intracellular symbionts of aphids. *Annual Review of Microbiology* 49: 55-94.
- Blackman RL, Eastop VF (2018) *Aphids on the World's Plants: An Online Identification and Information Guide*. Available from: <http://www.aphidsonworldsplants.info>. Erişim 19 Aralık 2019.
- Brady CM, White JA (2013) Cowpea aphid (*Aphis craccivora*) associated with different host plants has different facultative endosymbionts. *Ecological Entomology* 38(4): 433-437.
- Brady CM, Asplen MK, Desneux N, Heimpel GE, Hopper KR, Linnen CR, Oliver KM, Wulff JA, White JA (2014) Worldwide populations of the aphid *Aphis craccivora* are infected with diverse facultative bacterial symbionts. *Microbial Ecology* 67(1): 195-204.

- Burke GR, Normark BB, Favret C, Moran NA (2009) Evolution and diversity of facultative symbionts from the aphid subfamily Lachninae. *Applied Environmental Microbiology* 75(16): 5328-5335.
- Chen DQ, Montllor CB, Purcell AH (2000) Fitness effects of two facultative endosymbiotic bacteria on the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, and the blue alfalfa aphid, *A. kondoi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 95(3): 315-323.
- Chen CY, Lai CY, Kuo MH (2009) Temperature effect on the growth of *Buchnera* endosymbiont in *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae). *Symbiosis* 49: 53-59.
- Degnan PH, Yu Y, Sisneros N, Wing RA, Moran NA (2009) *Hamiltonella defensa*, genome evolution of protective bacterial endosymbiont from pathogenic ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(22): 9063-9068.
- Degnan, PH, Leonardo TE, Cass BN, Hurwitz B, Stern D, Gibbs RA, Richards S, Moran NA (2010) Dynamics of genome evolution in facultative symbionts of aphids. *Environmental Microbiology* 12(8): 2060-2069.
- Douglas AE (1998) Nutritional Interactions in Insect-Microbial Symbioses: Aphids and Their Symbiotic Bacteria *Buchnera*. *Annual Review of Entomology* 43: 17-37.
- Favret C (2018) Aphid Species File, Version 5.0/5.0. Available from: <http://Aphid.SpeciesFile.org>. Erişim 19 Kasım 2019.
- Felsenstein J (1985) Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- Fukatsu T (2001) Secondary Intracellular Symbiotic Bacteria in Aphids of the Genus *Yamatocallis* (Homoptera: Aphididae: Drepanosiphinae). *Applied Environmental Microbiology* 67: 5315-5320.
- Liu L, Huang X, Zhang R, Jiang L, Qiao G (2013) Phylogenetic congruence between *Mollitrichosiphum* (Aphididae: Greenideinae) and *Buchnera* indicates insect-bacteria parallel evolution. *Systematic Entomology* 38: 81-92.
- Martine AJ, Weldon SR, Oliver KM (2013) Effects of parasitism on aphid nutritional and protective symbioses. *Molecular Ecology* 23(6): 1594-1607.
- Marutani-Hert M, Hunter WB, Morgan JK (2011) Associated bacteria of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae: Diaphorina citri). *Southwestern Entomologist* 36(3): 323-331.
- Munson MA, Baumann P, Clark MA, Baumann L, Moran NA, Voegtlin DJ, Campbell BC (1991) Aphid-eubacterial endosymbiosis: Evidence for its establishment in an ancestor of four aphid families. *Journal of Bacteriology* 173: 6321-6324.
- Nei M, Kumar S (2000) *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Nikoh N, McCutcheon JP, Kudo T, Miyagishima SY, Moran NA, Nakabachi A (2010) Bacterial genes in the aphid genome: Absence of functional gene transfer from *Buchnera* to its host. *PLoS Genetic* 6: 18-21.
- Patel V, Chevignon G, Manzano-Marin A, Brandt JW, Strand MR, Russell JA, Oliver KM (2019) Cultivation-Assisted Genome of *Candidatus Fukatsua symbiotica*; the Enigmatic "X-Type" Symbiont of Aphids. *Genome Biology and Evolution* 11(12): 3510-3522.
- Peccoud J, Bonhomme J, Mahéo F, de la Huerta M, Cosson O, Simon JC (2013) Inheritance patterns of secondary symbionts during sexual reproduction of pea aphid biotypes. *Insect Science* 1-10.
- Pe´rez-Brocal V, Gil R, Ramos S, Lamelas A, Postigo M, Michelena JM, Silva FJ, Moya A, Latorre A (2006) A small microbial genome: The end of a long symbiotic relationship?. *Science* 314: 312-313.
- Prado S, Jandricic S, Frank S (2015) Ecological interactions affecting the efficacy of *Aphidius colemani* in greenhouse crops. *Insects* 6(2): 538-575.
- Russell JA, Moran NA (2006) Costs and benefits of symbiont infection in aphids: Variation among symbionts and across temperatures. *Proceedings: Biological Sciences* 273(1586): 603-610.
- Satar S, Satar G, Karacaođlu M, Uygun N, Kavallieratos NG, Starý P, Athanassiou CG (2014) Parasitoids and hyperparasitoids (Hymenoptera) on aphids (Hemiptera) infesting citrus in east Mediterranean region of Turkey. *Journal of Insect Science* 14: 178.
- Satar G (2019) Phylogenetic of *Buchnera aphidicola* Munson et al., 1991 based on 16S rRNA amplified from seven aphid species. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 43(2): 227-237.
- Satar G, Karacaođlu M, Uygun N, Satar S (2019) Some Demographic Parameters of *Lysiphlebus confusus*, *L. fabarum*, and *L. testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Journal of Economic Entomology* 112(3): 1105-1111.
- Shojaaddini M, López MJ, Moharramipour S, Khodabandeh M, Talebi AA, Vilanova C, Latorre A, Porcar M (2012) A *Bacillus thuringiensis* strain producing epizootics on *Plodia interpunctella*: a case study. *Journal of Stored Products Research* 48: 52-60.
- Simon JC, Boutin S, Tsuchida T, Koga R, Le Gallic J-F, Frantz A, Fukatsu T (2011) Facultative symbiont infections affect aphid reproduction. *PloS One* 6(7): 1-10.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725-2729.
- Telesnicki MC, Ghersa CM, Martínez-Ghersa MA, Arneodo JD (2012) Molecular identification of the secondary endosymbiont *Hamiltonella defensa* in the rose-grain aphid *Metopolophium dirhodum*. *Revista Argentina de Microbiología* 44(4): 255-258.
- Tian PP, Chang CY, Miao NH, Li MY, Liu XD (2019) Infections with *Arsenophonus* Facultative Endosymbionts Alter Performance of Aphids (*Aphis gossypii*) on an Amino-Acid-Deficient Diet. *Applied and Environmental Microbiology* 85(23).
- Tsuchida T, Koga R, Horikawa M, Tsunoda T, Maoka T, Matsumoto S, Simon JC, Fukatsu T (2010) Symbiotic bacterium modifies aphid body color. *Science* 330(6007): 1102-1104.
- Uygun N, Toros S, Ulusoy R, Satar S, Özdemir I (2001) Doğu Akdeniz Bölgesi Aphidoidea (Homoptera) türleri ile bunların parazitoid ve predatörlerinin saptanması. TUBİTAK, Proje no: 105-O-581.
- Vorburger C, Gehrler L, Rodriguez PA (2010) A strain of the bacterial symbiont *Regiella insecticola* protects aphids against parasitoids. *Biology Letters* 109-111.
- Wulff JA, White JA (2015) The endosymbiont *Arsenophonus* provides a general benefit to soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) regardless of host plant resistance (Rag). *Environmental Entomology* 44(3): 574-581.



Resistance reactions of onion landraces collected from Turkey to the stem and bulb nematode *Ditylenchus dipsaci*

Türkiye’den toplanan yerel soğan çeşitlerinin soğan sak nematodu *Ditylenchus dipsaci*’ye dayanıklılık reaksiyonları

Elif YAVUZASLANOĞLU¹, Volkan Soner OZSOY²

¹Department of Plant and Animal Production, Technical Sciences Vocational School, Karamanoglu Mehmetbey University, Karaman, Turkey

²Department of Finance, Banking, and Insurance, Ortakoy Vocational School, Aksaray University, Aksaray, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): E. Yavuzaslanoglu, e-mail (e-posta): eyavuzaslanoglu@kmu.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): volkansonerozsoy@aksaray.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 19 February 2020
Received in revised form 28 March 2020
Accepted 30 March 2020

Keywords:

Allium cepa
Growth chamber testing
Nematode reproduction
Plant parasitic nematode
Resistance

ABSTRACT

A total of 27 accessions of different onion landraces from Turkey were screened for their resistance to stem and bulb nematode. The study was carried out in a growth chamber at 20°C, with a 16/8 h (light/dark) photoperiod and at 70% relative humidity. The plants were grown in 7 X 8 cm diameter plastic pots filled with a mixture of 45% sand, 45% clay loam soil, 10% organic matter. Two hundred nematodes in 10 µl nematode suspension were inoculated to each plant at the 3-4 leaves stage. Plants were harvested six weeks after inoculation and number of nematodes was counted. Onion landraces that had low nematode reproduction were subjected to a second screening test. The landraces were classified from moderately resistant to highly susceptible according to their nematode reproduction in comparison to susceptible standard cultivar Betapanko. Accession 30 had the lowest number of nematodes in the both experiments and was classified moderately resistant and moderately susceptible in the first and second experiments, respectively. The accessions 23 and 25 had lower number of nematodes relative to standard cultivar and were classified as moderately susceptible in conclusion.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 19 Şubat 2018
Düzeltilme tarihi 28 Mart 2020
Kabul tarihi 30 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Allium cepa
Bitki paraziti nematod
Büyütme dolabı testlemesi
Dayanıklılık
Nematod üremesi

ÖZ

Türkiye’den toplanmış olan toplam olarak 27 farklı yerel soğan çeşidinin soğan sak nematoduna dayanıklılıkları taranmıştır. Çalışma 20°C’de %70 nem koşullarında 16/8 saat (aydınlık/ karanlık) periyodunda büyütme dolabında gerçekleştirilmiştir. Bitkiler 7 X 8 cm boyutlarında plastik saksılarda %45 kum, %45 killi milli toprak, %10 oranında organik madde karışımında yetiştirilmiştir. İki yüz nematod içeren 10µl nematod süspansiyonu 3-4 yaprak aşamasında bitkilere bulaştırılmıştır. Bitkiler nematod inokulasyonundan 6 hafta sonra hasat edilmiş ve bitkilerdeki nematodlar sayılmıştır. Düşük nematod üremesi görülen bitki çeşitleri ikinci kez *Ditylenchus dipsaci* ile inokule edilmiştir. Bitki çeşitlerinde nematod üremesine göre hassas standart çeşit Betapanko ile karşılaştırmalı olarak orta dayanıklıdan yüksek oranda hassas reaksiyona kadar gruplandırılmıştır. Otuz numaralı çeşit iki denemede de en düşük nematod üremesi göstermiştir ve birinci denemede orta dayanıklı, ikinci denemede ise orta hassas olarak gruplandırılmıştır. Yirmi üç ve 25 numaralı çeşitler hassas kontrole göre düşük sayıda nematod üremesine sahip olmuş ve nihai olarak orta hassas olarak gruplandırılmıştır.

1. Introduction

Ditylenchus dipsaci is one of the most important plant-parasitic nematodes affecting plant production in temperate climate regions (Sikora and Fernandez 2005). The nematode is a species complex which multiplies on more than 500 plant species and contains high intra specific variation. Thirty biological races within the species were identified according to their host preferences. One of the most devastating races of *D. dipsaci* is onion race. The onion race has a wide host spectrum

and the main hosts are onion, garlic and bulbous plants (Sturhan and Brzeski 1991). The economic damage threshold for *D. dipsaci* on onion is very low; 1 nematode in 100 g of soil (Seinhorst 1956). Onion yield losses caused by the *D. dipsaci* were reported up to 80% in Turkey and in the world (Sturhan and Brzeski 1991; Mennan and Ecevit 2002; Yavuzaslanoglu et al. 2015).

In earlier studies, synthetic nematicides were used to perform the effective control of *D. dipsaci* on host plants (Gray and Soh 1989; Andres and Lopez-Fando 1996). However, use of chemical nematicides is mostly restricted due to their adverse effects on the environment and human health (Devran et al. 2008; 2013; Moens et al. 2009).

Instead, application of more eco-friendly control mechanisms is needed for the control of nematodes. Therefore, cultural practices such as deep ploughing, rotation, use of the fallow system, and use of resistant and tolerant plant cultivars with biological control agents need to be used widely. There are no registered nematicides to *D. dipsaci* for onions in Turkey. Mennan (2005) studied the effect of alteration of the sowing time of the onion on *D. dipsaci* damage and showed that early sowing of onions decreased the nematode population level. Plant damage was decreased by dipping onion bulbs in hot water at 44-45°C for 3 h before sowing (Bridge and Hunt 1986). Control of *D. dipsaci* by rotation applications is limited due to the wide host range of the nematode species complex. There have been reports on resistant and tolerant oat, rye, beans, potato and clover cultivars which are host of *D. dipsaci* (Plowright et al. 2002; Mwaura et al. 2015). Previous studies reported commercial onion cultivars that provided low nematode reproduction and tolerance to *D. dipsaci*, under controlled and field conditions (Yavuzaslanoglu et al. 2015; Yavuzaslanoglu 2019).

Resistance and tolerance are useful control mechanisms for nematode damage. Resistance reduces the nematode population and prevents nematode penetration and/or multiplication on the plant while tolerance preserves plant yield in the presence of nematodes (Cook and Evans 1987).

Local onion varieties are advantageous for their adaptations to prevalent climatic conditions and provide higher yield and quality. Additionally, landraces possess high genetic variation. Therefore, potential of local varieties for resistance and/or tolerance to biotic stress agents is higher.

In the present study, Turkish onion landrace cultivars were tested for their resistance to stem and bulb nematode *D. dipsaci* under the growth chamber conditions.

2. Material and Methods

2.1. Plant material

A total of 27 accessions of onion landraces were tested for their resistance reactions to *Ditylenchus dipsaci* under the growth chamber conditions (Table 1). Twenty six accessions and one accession of onion landraces were provided by Pamukkale University Plant Genetics and Agricultural Biotechnology Application and Research Center (PAUBIYOM) and the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, Aegean Agricultural Research Institute, National Gene Bank (AARINGB), İzmir, Turkey, respectively. The standard cultivar Betapanko was provided by Atatürk Horticultural Central Research Institute (AHCRI), Yalova, Turkey and included as susceptible control for reference.

2.2. Nematode source

The stem and bulb nematode *D. dipsaci* was originally isolated from garlic grown in Karaman Province (N: 37.111592, E: 33.112628), Turkey. Pure culture from one nematode was

reared on sterile carrot discs. Nematodes extracted from carrot cultures were used for plant inoculations (Kühnhold et al. 2006).

2.3. Experimental design

The landrace onion were grown in 7 x 8 cm diameter plastic pots filled with a mixture of sterilized sand, clay loam field soil and organic matter (w: w: w; 45: 45: 10). The pots were arranged in a completely randomized design in a growth chamber, at 20°C, with a 16:8 h (light:dark) photoperiod and 70% relative humidity.

Nematode inoculum was applied between two onion leaves of seedlings at the 3-4 leaves stage. Ten seedlings (one per pot) of each accession were inoculated with an average of 200 nematodes (Pi) in 10 µl carboxymethylcellulose solution (1%) (Kühnhold et al. 2006). Six weeks after inoculation, nematodes were extracted from the plants overnight (Hallmann and Subbotin 2005) and then counted to determine the final nematode population density (Pf). The nematode reproduction factor (RF) was calculated as nematodes per plant (Pf) divided by initial inoculum density (Pi= 200). The cultivars had the low number of nematodes in the first experiment were tested in the second experiment. Experimental conditions were similar to those described for the first experiment.

2.4. Statistical analysis

Kolmogorov-Smirnov (KS) goodness-of-fit test was performed to test whether the data comes from the normal distribution. According to KS test, the data transformed to $\ln(x+1)$ values to provide normality. The homogeneity of the variables was tested using Levene's test. Analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD test were conducted to detect statistically significant differences among the number of nematodes of the cultivars at the end of experiments. Statistical analyses were performed using JMV package based on R Packages (The R Project for Statistical Computing 2019).

Reproduction factor (RF) and relative susceptibility (RS) was used for evaluation of the resistance of onion accessions. Relative susceptibility was calculated as the number of nematodes on the accession plant divided by the number of nematodes on a susceptible standard cultivar Betapanko times by 100. Accessions were designated into resistance groups according to their RF and RS values. The RF values lower than one was accepted as resistant, while higher than one was accepted as susceptible. Level of resistance and susceptibility was determined according to RS values of the accessions (Mwaura et al. 2015).

3. Results

3.1. Experiment 1

Transformed number of nematodes was significantly different among the landrace cultivars tested ($P < 0.001$). Reproduction factor of the two accessions (Accessions 25 and 30) were lower than one (0.80 and 0.50, respectively) and accepted resistant to *D. dipsaci*. Level of resistance of these accessions was designated as moderately resistant (MR) according to their RS values (35.46 and 22.24, respectively) (Table 1).

Table 1. Accession name, origin of onion landrace cultivars, $\ln(x+1)$ transformations \pm standard error of mean and statistical difference according to Tukey HSD test and non transformed means (NTM) of *Ditylenchus dipsaci* per plant, reproduction factor (RF), relative susceptibility (RS) values and resistance designation of the accessions in the first experiment.

Accession name	Source ¹	<i>D. dipsaci</i> plant ⁻¹		RF	RS	Resistance Designation	
		$\ln(x+1) \pm$ Std. Error	Statistical difference				NTM
1	PAUBIYOM	6.04 \pm 0.38	abc	506	2.53	111.45	S
2	PAUBIYOM	7.19 \pm 0.29	a	1.506	7.53	331.71	HS
3	PAUBIYOM	6.25 \pm 0.38	abc	856	4.28	188.54	HS
5	PAUBIYOM	6.17 \pm 0.38	abc	521	2.60	114.75	S
6	PAUBIYOM	6.32 \pm 0.31	abc	661	3.30	145.59	S
7	PAUBIYOM	6.11 \pm 0.38	abc	536	2.68	118.06	S
8	PAUBIYOM	6.10 \pm 0.27	abc	531	2.65	116.96	S
9	PAUBIYOM	6.10 \pm 0.44	abc	494	2.47	108.81	S
10	PAUBIYOM	6.61 \pm 0.31	ab	851	4.25	187.44	HS
11	PAUBIYOM	5.38 \pm 0.44	abc	321	1.60	70.70	MS
13	PAUBIYOM	6.53 \pm 0.31	ab	881	4.40	194.05	HS
14	PAUBIYOM	5.90 \pm 0.29	abc	438	2.19	96.47	S
15	PAUBIYOM	6.04 \pm 0.34	abc	473	2.36	104.18	S
16	PAUBIYOM	6.42 \pm 0.38	abc	766	3.83	168.72	HS
17	PAUBIYOM	5.68 \pm 0.38	abc	466	2.33	102.64	S
18	PAUBIYOM	6.67 \pm 0.34	ab	917	4.58	201.98	HS
19	PAUBIYOM	6.10 \pm 0.44	abc	561	2.80	123.56	S
20	PAUBIYOM	6.85 \pm 0.44	ab	961	4.80	211.67	HS
21	PAUBIYOM	6.30 \pm 0.44	abc	834	4.17	183.70	HS
22	PAUBIYOM	6.48 \pm 0.38	abc	866	4.33	190.74	HS
23	PAUBIYOM	5.67 \pm 0.44	abc	341	1.70	75.11	MS
25	PAUBIYOM	4.83 \pm 0.44	bc	161	0.80	35.46	MR
27	PAUBIYOM	7.09 \pm 0.34	a	1.389	6.94	305.94	HS
28	PAUBIYOM	6.96 \pm 0.34	ab	1.637	8.18	360.57	HS
29	PAUBIYOM	6.37 \pm 0.44	abc	654	3.27	144.05	S
30	PAUBIYOM	4.38 \pm 0.44	c	101	0.50	22.24	MR
Balikesir Landrace (TR79943)	AARINGB	7.18 \pm 0.38	a	1.336	6.68	294.27	HS
Betapanko	AHCRI	5.95 \pm 0.44	abc	454	2.27	100	S
F Probability		<0.001					

¹: PAUBIYOM: Pamukkale University Plant Genetics and Agricultural Biotechnology Application and Research Center, AHCRI: Atatürk Horticultural Central Research Institute, AARINGB: Aegean Agricultural Research Institute National Gene Bank.

Reproduction factor of other tested landraces was higher than one and accepted as susceptible to *D. dipsaci*. Susceptible cultivars were classified moderately susceptible (MS) to highly susceptible (HS) according to their RS to standard cultivar Betapanko.

Reproduction factor of accessions 11 and 23 were 1.60 and 1.70, respectively. They had RS values of 70.70 and 75.11, respectively and designated into MS group.

Eleven accessions (1, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 17, 19 and 29) was designated as susceptible (S) as with RS values from 96 to 145.59.

The 12 cultivars with RS values higher than 168.72 (2, 3, 10, 13, 16, 18, 20, 21, 22, 27, 28 and Balikesir Landrace TR79943) were designated into highly susceptible (HS) group (Table 1).

3.2. Experiment 2

Four accessions which had lower number of nematodes in the first experiment were tested secondly. Transformed number of nematodes of four accessions was not statistically different in

the second experiment. All of the tested accessions had reproduction factor of higher than one, it ranged from 9.62 to 49.83. Number of nematodes was greater in the second experiment (mean of 3.896 nematodes plant⁻¹) than that in the first experiment (mean of 757 nematodes plant⁻¹). However, accession 30 had 67% lower number of nematodes than standard cultivar Betapanko. Relative susceptibility rate of accession 30 was 32.77 and designated as MS in the second test. Similarly, accessions 23 and 25 were MS with about 50% lower number of nematodes than standard cv. Betapanko. The RS values were 50.24 and 50.36, respectively. Accession 11 had higher number of nematodes than standard cv. Betapanko and was HS with a 169.70 RS value in the second experiment (Table 2).

Table 2. Accession name, origin of onion landrace cultivars, $\ln(x+1)$ transformations \pm standard error of mean and statistical difference according to Tukey HSD test and non transformed means (NTM) of *Ditylenchus dipsaci* per plants, reproduction factor (RF), relative susceptibility (RS) values and resistance designation of the accessions in the second experiment.

Accession name	Source ¹	<i>D. dipsaci</i> plant ¹		RF	RS	Resistance Designation
		$\ln(x+1) \pm$ Std. Error	NTM			
11	PAUBIYOM	9.17 \pm 0.64 a	9.967	49.83	169.70	HS
23	PAUBIYOM	7.59 \pm 0.55 a	2.951	14.75	50.24	MS
25	PAUBIYOM	7.62 \pm 0.42 a	2.958	14.79	50.36	MS
30	PAUBIYOM	7.37 \pm 0.37 a	1.925	9.62	32.77	MS
Betapanko	AHCRI	7.99 \pm 0.49 a	5.873	29.36	100	S
F Probablity		1.578				

¹: PAUBIYOM: Pamukkale University Plant Genetics and Agricultural Biotechnology Application and Research Center, AHCRI: Atatürk Horticultural Central Research Institute.

4. Discussion and Conclusion

Resistance of Turkish onion landrace cultivars to *D. dipsaci* was investigated in the current study. Resistance in cross pollinated plants is defined as proportion of the resistant background in the heterogeneous plant populations since they contain both susceptible and resistant genetic background (Roberts 2002). Cross-pollinated onion plants require a strategy for nematode resistance breeding in which plants are selected that have less nematode damage and lower nematode multiplication. In the current study, number of nematodes in accession 30 was lower as a proportion of the standard cultivar in both experiments. Even the nematode numbers were much greater in the second experiment; accession 30 had 67% less nematodes than standard cv. Betapanko in the second experiment. Therefore, accession 30 is suggested as a good onion source for resistance to *D. dipsaci*.

The stem and bulb nematode causes stunning, swelling and deterioration of plant tissues (Sikora and Fernandez 2005). Hosting ability of different plant species to the stem and bulb nematode was determined using plant symptoms in many studies reviewed by Janssen (1994). Beside, nematode resistance was described as a plant genetic mechanism which does not allow nematode penetration or multiplication by Cook and Evans (1987). The plant symptoms arising from nematode multiplication need to be supported by nematode data for resistance evaluation.

Seedling screening of plants allow evaluation of large numbers of plant materials in a short time period for nematode resistance. Moreover, the seedling resistance reactions of red clover and lucerne to *D. dipsaci* were in agreement with mature hosting suitability data (Bingefors 1970; Lundin and Jonsson 1975).

Pang et al. (2009) identified resistant onion cultivars to *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla* among onions grown in Idaho. However, there are few studies focused on resistance of the onion to *D. dipsaci*. Yavuzaslanoglu et al. (2015, 2019) reported some commercial cultivars providing lower nematode multiplication and tolerance to *D. dipsaci*.

The current study is a preliminary survey of Turkish onion landraces for their resistance reactions to *D. dipsaci*. Future studies need to be focused on the field performance of the cultivars as well as with collaboration on onion breeding to improve market yield and quality.

Acknowledgements

This study was supported by Turkish Scientific and Technical Research Council (Project number: 111O222). Onion materials for the study provided by Pamukkale University Plant Genetics and Agricultural Biotechnology Application and Research Center (Denizli, Turkey), the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, Aegean Agricultural Research Institute, National Gene Bank (İzmir, Turkey) and Atatürk Horticultural Central Research Institute (Yalova, Turkey).

References

- Andres MF, Lopez-Fando S (1996) Effect of granular nematicide applications on the population density of *Ditylenchus dipsaci* in garlic. *Nematropica* 2: 167-170.
- Bingefors S (1970) Resistance against stem nematodes, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev. European and Mediterranean Plant Protection Organization Publication Series A No 54: 63-75.
- Bridge J, Hunt D (1986) Nematodes. Tropical Development and Research Institute and Office of Overseas Development Administration Pest Control in Tropical Onion. Tropical Development and Research Institute, London.
- Cook R, Evans K (1987) Resistance and Tolerance. In: Brown RH, Kerry BR (Eds.), Principles and Practice of Nematode Control in Crops. Academic Press, Sydney, pp. 179-231.
- Devran Z, Söğüt MA, Gözel U, Tör M, Elekcioglu IH (2008) Analysis of genetic variation between populations of *Meloidogyne* spp. from Turkey. *Russian Journal of Nematology* 16: 143-149.
- Devran Z, Başköylü B, Taner A, Doğan F (2013) Comparison of PCR-based molecular markers for identification of *Migene*. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science* 45: 395-402.
- Gray FA, Soh DH (1989) A Nematicide seed treatment to control *Ditylenchus dipsaci* on seedling Alfalfa. *Journal of Nematology* 21: 184-188.
- Hallmann J, Subbotin SA (2005) Methods for Extraction, Processing and Detection of Plant and Soil Nematodes. In: Luc M, Sikora RA, Bridge J (Eds.), Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CABI Publishing, London, pp. 87-119.
- Janssen GJW (1994) The relevance of races in *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, the stem nematode. *Fundamentals of Applied Nematology* 17: 469-473.
- Kühnhold V, Kiewnick S, Sikora R (2006) Development of an in vitro bioassay to identify sugar beet resistance to the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*. *Nematology* 8: 641-645.
- Lundin P, Jonsson HA (1975) Weibull's Vertus, a Lucerne variety with high resistance to stem nematodes and *Verticillium* wilt. *Agri Hortique Genetica* 33: 17-32.

- Mennan S, Ecevit O (2002) Investigations on effectiveness of different preparations on onion race of *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture 17: 20-24.
- Mennan S (2005) Influence of planting date and initial population density on damage to onion (*Allium cepa* L.) caused by stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae). Turkish Journal of Entomology 29: 215-224.
- Moens M, Perry RN, Starr JL (2009) *Meloidogyne* Species a Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites, 1-17". In: Root-Knot Nematodes (Eds. Perry RN, Moens M, Starr JL). CABI, London, pp. 488.
- Mwaura P, Niere B, Vidal S (2015) Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Annals of Applied Biology 166: 257-270.
- Pang W, Hafez SL, Sundararaj P (2009) Screening of onion cultivars for resistance and tolerance to *Prtylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. Nematropica 39: 47-55.
- Plowright RA, Caubel G, Mizen KA (2002) *Ditylenchus* species. In: Starr JL, Cook R, Bridge J (Eds.), Plant resistance to parasitic nematodes. CABI Publishing, Wallingford, pp. 107-139.
- Roberts PA (2002) Concepts and consequences of resistance, In: Starr JL, CookR, Bridge J (Eds.), Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CABI Publishing, Wallingford, pp. 23-41.
- Seinhorst JW (1956) Population studies on stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*). Nematologica 1: 159-164.
- Sikora AR, Fernandez E (2005) Nematode parasites of vegetables, In: Luc M, Sikora R, Bridge J (Eds.), Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CABI Publishing, UK, pp. 319-393.
- Sturhan D, Brzeski MW (1991) Stem and Bulb Nematodes, *Ditylenchus* spp., In: Nickle WR (ed.) Manual of Agricultural Nematology, Marcel Dekker Publications, New York, pp. 423-465.
- The R Project for Statistical Computing (2019) statistical analysis packages. <https://cran.r-project.org/web/packages>. Accessed 15 November 2019.
- Yavuzaslanoglu E, Dikici A, Elekcioğlu IH (2015) Effect of *Ditylenchus dipsaci* Kühn, 1857 (Tylenchida: Anguinidae) on onion yield in Karaman Province, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39: 227-233.
- Yavuzaslanoglu E (2019) Resistance and Tolerance of Commercial Onion Cultivars to Stem and Bulb Nematode, *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Agricultural Sciences 25: 409-416.



Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın elma bahçelerinde popülasyon değişimleri üzerinde araştırmalar

Studies on population development of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in apple orchards

Papatya TİFTİKÇİ^{id}

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çanakkale İl Müdürlüğü, 17100, Çanakkale

Sorumlu yazar (Corresponding author): P. Tiftikci, e-posta (e-mail): papatyademirezer@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 13 Mayıs 2020
Kabul tarihi 15 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

Akdeniz meyve sineği
Ceratitis capitata
Elma
Feromon
Popülasyon

ÖZ

Ceratitis capitata (Wiedemann), başta turuncgiller olmak üzere birçok meyve türünde önemli bir dış karantina zararlısıdır. Bu çalışma, 2016-2019 yılları arasında Çanakkale'de yürütülmüştür. Akdeniz meyve sineğinin popülasyon değişimlerini tespit etmek amacıyla elma bahçelerine Trimedlure içeren delta tipi feromon tuzaklar yerleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Akdeniz meyve sineğinin popülasyonunun 2016, 2018 ve 2019 yıllarında yüksek seviyelerde, 2017 yılında ise düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, Akdeniz meyve sineğinin 2016 yılında ekim-aralık aylarında, 2017 yılında kasım ayında, 2018 yılında ekim ve kasım aylarında, 2019 yılında ise eylül-aralık aylarında popülasyonu gözlenmiştir. Akdeniz meyve sineği, 10.10.2016 tarihinde tuzak başına 12 ergin, 14.11.2017 tarihinde tuzak başına 1 ergin, 31.10.2018 tarihinde tuzak başına 25 ergin, 21.11.2019 tarihinde ise tuzak başına 6 ergin ile tepe noktası oluşturmuştur.

ARTICLE INFO

Received 10 March 2020
Received in revised form 13 May 2020
Accepted 15 May 2020

Keywords:

Apple
Ceratitis capitata
Mediterranean fruit fly
Pheromone
Population

ABSTRACT

Ceratitis capitata (Wiedemann) is an important external quarantine pest in many species of fruits, especially citrus. This study was carried out in Çanakkale between 2016-2019 years. In order to determine the population changes of the Mediterranean fruit fly, pheromone traps containing Trimedlure have been placed in the apple orchards. As a result of the study, it was determined that the population of the Mediterranean fruit fly was at high levels in 2016, 2018 and 2019, and low in 2017. In the study, the population of the Mediterranean fruit fly was observed in october-december in 2016, in november in 2017, in october-november in 2018, and in september-december in 2019. The Mediterranean fruit fly has formed a peak with 12 adults per trap on 10.10.2016, 1 adult per trap on 14.11.2017, 25 adults per trap on 31.10.2018, and 6 adults per trap on 21.11.2019.

1. Giriş

Elma (*Malus domestica* L.) *Rosaceae* familyasına ait, çiçekleri yapraklarla birlikte açan bir meyve ağacıdır. Anavatanı Kuzey Anadolu, Kafkaslar, Rusya ve Orta Asya'dır. Türkiye, dünyada en fazla elma tüketen ülkeler arasındadır. Yıllık üretim ise 3.5 milyon ton'dur. Ülkemizde en fazla elma üreten il Isparta'dır (TÜİK 2019). Geniş alanlarda yetiştiriciliği yapılan, iç tüketim ve ihracatımız için önemli bir yere sahip olan elma ağaçlarında zarara sebep olan 39 zararlı tür bulunmaktadır (GTHB 2011). Bu zararlılar içerisinde *Ceratitis capitata* dış karantinaya tabi olması açısından önemlidir. *Ceratitis capitata*'nın ekonomik zararlı tür olmasında en büyük faktör polifag bir zararlı olmasıdır. Çanakkale'de yapılan çalışmada, yaz aylarında mandalina, şeftali, kayısı ve erikte yüksek popülasyon oluşturan *C. capitata*'nın, sonbaharda nektarin,

elma, ayva ve armut bahçelerine geçtiği bildirilmiştir (Tiftikci 2017). Yunanistan'da yapılan çalışmada, *C. capitata*'nın haziran ve temmuz aylarında kayısı ve şeftalide, eylül ayında elma ve armutta, ağustos ayında kiraz ve erikte saptandığı belirtilmiştir (Papadopoulos ve ark. 2003). Zararlı, tropik ve subtropik bölgelerde büyük epidemiler oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda zararlının ekonomik kayıplara sebep olduğu bildirilmiştir (Demirdere 1961; İleri 1961; Zümreoğlu 1979; Özkan 1993; Başpınar ve ark. 2009). Zararlı, Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde ekonomik zararlar meydana getirmektedir (Papadopoulos ve ark. 1998). Ülkemizde *C. capitata* ilk kez 1939 yılında Ankara'da şeftali ve kayısıda, 1958 yılında Kayseri'de armutta, 1960 yılında ise Ankara'da armutta saptanmıştır (Bodenheimer 1951; İleri 1961). Çanakkale'de

toplam 23 bin da alanda elma yetiştiriciliği yapılmaktadır (ÇKS 2019). Daha fazla ve kaliteli ürün elde etmek için elmada hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele önem arz etmektedir (GTHB 2011). Doğal ve doğal olmayan orman alanları, tarım alanları, meyve bahçeleri ve yerleşim alanlarında BioLure tuzakları ile yüksek yoğunlukta *C. capitata* yakalandığı, ancak bu tuzakların hedef dışı yararlı ve zararlı türleri de %20 oranında çektiği belirtilmiştir (Leblanc ve ark. 2010). *Ceratitis capitata*'nın popülasyon yoğunluğu parametrelerinin saptanmasının mücadelede başarı şansını arttırdığı önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Tiftikci 2017). Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada, elmada *C. capitata*'nın popülasyon dalgalanmalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2016-2019 yılları arasında Çanakkale'de yürütülmüştür. Akdeniz meyve sineğinin elmada popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla enlemi 40°05.114, boylamı 26°24.610 ve yükseklik değeri 38 m olan deneme parseline tuzaklar asılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü parselde, tuzak olarak delta tipi tuzaklar ve Trimedlure içeren feromon

kapsülleri kullanılmıştır. Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmasının takibi için tuzaklar 10 da elma bahçesinin orta kısmına zararlının yoğunluğuna göre dekara 1-5 adet tuzak olacak şekilde yerleştirilmiştir. Denemenin gerçekleştirildiği Granny Smith çeşidi elma ağaçları 10 yaşında olup, sıra arası 3 m ve sıra üzeri 1.5 m mesafededir. Haftalık kontroller esnasında, deneme parselinde bulunan tuzaklardaki Akdeniz meyve sineği erginleri sayılmış ve toplamı alınmıştır. Tuzaklarda haftalık olarak yakalanan toplam birey sayısı tuzak sayısına bölünerek ortalama tuzak başına ergin birey sayısı hesaplanmıştır. Delta tipi tuzaklar, ağaçların taçlanma yapıları dikkate alınarak ağaçların güney-doğu kısmına, hâkim rüzgâr yönünde yerden 1.5 m yükseklikte, taç iz düşümünün ¼'lük kısmına yerleştirilmiştir. Feromonlar 4 haftada bir yenileri ile değiştirilmiştir. Asılan tuzaklar ocak ayından başlayıp aralık ayının sonuna kadar her hafta kontrol edilmiştir. Ayrıca haftalık kontroller esnasında bahçeler rasgele çaprazlama dolaşarak ağaç üzerindeki vuruklu meyveler kontrol edilmiş, mücadelesinde Deltamethrin veya Malathion tercih edilmiştir. Çalışmalar süresince iklim verileri Çanakkale Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanmıştır (Çizelge 1, 2 ve 3).

Çizelge 1. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri.

Table 1. The average temperature values of Çanakkale province 2016, 2017, 2018 and 2019 years.

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	7	4	8	8
Şubat	11	8	9	7
Mart	11	11	12	11
Nisan	16	13	16	13
Mayıs	18	19	20	20
Haziran	25	24	23	26
Temmuz	27	27	27	27
Ağustos	27	27	27	28
Eylül	23	22	22	23
Ekim	17	16	17	19
Kasım	13	13	13	18
Aralık	5	11	8	11

Çizelge 2. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait ortalama nem değerleri.

Table 2. The average moisture values of Çanakkale province 2016, 2017, 2018 and 2019 years.

Aylar	Ortalama Nem (%)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	73	77	77	76
Şubat	78	75	81	76
Mart	74	74	77	69
Nisan	68	64	68	69
Mayıs	70	65	70	65
Haziran	62	64	64	59
Temmuz	55	56	60	52
Ağustos	59	54	57	53
Eylül	60	58	64	54
Ekim	66	67	73	68
Kasım	71	75	76	72
Aralık	69	73	78	72

Çizelge 3. Çanakkale ili 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait toplam yağış değerleri.

Table 3. The total rainfall values of Çanakkale province 2016, 2017, 2018 and 2019 years.

Aylar	Toplam Yağış (mm)			
	2016	2017	2018	2019
Ocak	110	156	87	94
Şubat	89	56	132	69
Mart	53	23	57	64
Nisan	15	15	17	86
Mayıs	27	20	32	5
Haziran	40	35	19	57
Temmuz	0	17	16	20
Ağustos	0	0	0	11
Eylül	2	10	72	1
Ekim	9	49	33	35
Kasım	209	118	93	19
Aralık	17	146	98	32

3. Bulgular ve Tartışma

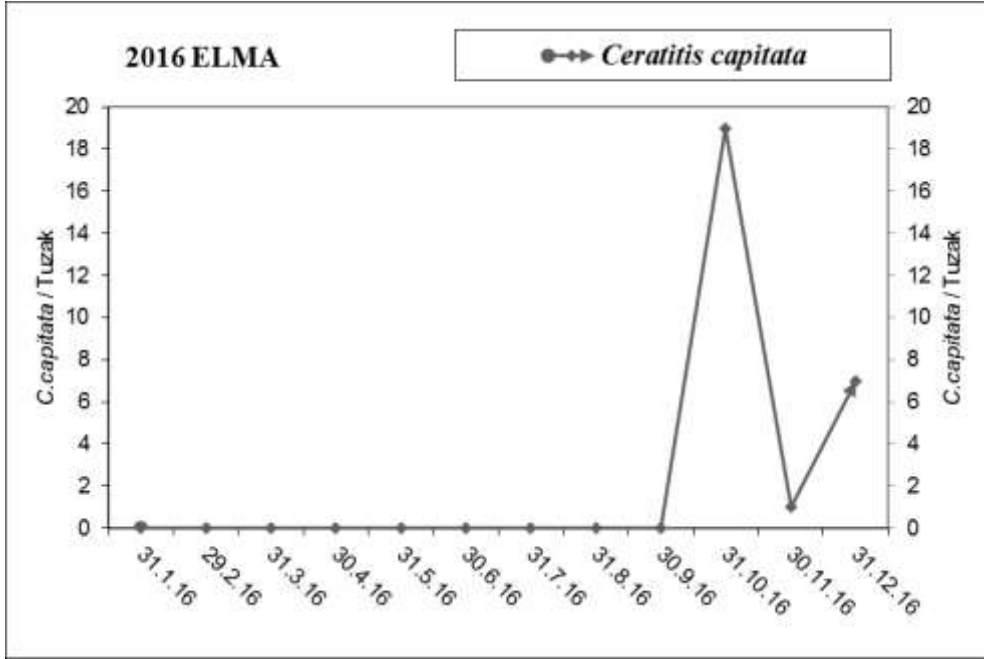
Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla 2016 yılında elma ağaçlarına asılan tuzaklarda ekim ayında tuzak başına ortalama 19 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı elma parselinde ekim ayında tuzak başına ortalama 19 ergin olmuştur. Ekim ayı ortalama sıcaklık değerleri 17°C, ortalama nem %66 ve yağış 9 mm'dir. Son erginler ise aralık ayında tuzak başına ortalama 7 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Aralık ayı ortalama sıcaklık değerleri 5°C, ortalama nem %69 ve yağış 17 mm'dir. Çalışmanın ikinci yılı olan 2017 yılında, elma ağaçlarına asılan tuzaklarda kasım ayında tuzak başına ortalama 1 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı elma parselinde kasım ayında tuzak başına ortalama 1 ergin olmuştur. Son erginler ise kasım ayında tuzak başına ortalama 1 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Kasım ayı ortalama sıcaklık değerleri 13°C, ortalama nem %75 ve yağış 118 mm'dir. Çalışmanın üçüncü yılı olan 2018 yılında, elma ağaçlarına asılan tuzaklarda ekim ayında tuzak başına ortalama 34 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı elma parselinde ekim ayında tuzak başına ortalama 34 ergin olmuştur. Ekim ayı ortalama sıcaklık değerleri 17°C, ortalama nem %73 ve yağış 33 mm'dir. Son erginler ise kasım ayında tuzak başına ortalama 3 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Kasım ayı ortalama sıcaklık değerleri 13°C, ortalama nem %76 ve yağış 93 mm'dir. Çalışmanın son yılı olan 2019 yılında, elma ağaçlarına asılan tuzaklarda eylül ayında tuzak başına ortalama 1 ergin *C. capitata* yakalanmıştır. Eylül ayı ortalama sıcaklık değerleri 23°C, ortalama nem %54 ve yağış 1 mm'dir. Çalışma süresince en yüksek birey sayısı elma parselinde kasım ayında tuzak başına ortalama 9 ergin olmuştur. Kasım ayı ortalama sıcaklık değerleri 18°C, ortalama nem %72 ve yağış 19 mm'dir. Son erginler ise aralık ayında tuzak başına ortalama 4 ergin olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Aralık ayı ortalama sıcaklık değerleri 11°C, ortalama nem %72 ve yağış 32 mm'dir.

Akdeniz meyve sineği, 2016 yılında ilk olarak ekim ayının ilk haftası tuzaklarda ortalama 1 ergin olarak saptanmıştır. Bir sonraki hafta popülasyon artmıştır. Ekim ayının ikinci haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 12 ergin

tespit edilmiştir. Birey sayısı sonraki haftalarda azalmıştır. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 1 ergin olarak aralık ayının üçüncü haftasında kaydedilmiştir. Akdeniz meyve sineği 2017 yılında, kasım ayının ikinci haftası tuzaklarda ortalama 1 ergin olarak saptanmıştır. Akdeniz meyve sineği 2018 yılında, ekim ayının ilk haftası tuzaklarda ortalama 2 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon sabit değerlerde değişim göstermiştir. Ekim ayının son haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 25 ergin tespit edilmiştir. Birey sayısı bir sonraki hafta azalmıştır. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 3 ergin olarak kasım ayının ilk haftasında belirlenmiştir. Akdeniz meyve sineği 2019 yılında, eylül ayının ilk haftası tuzaklarda ortalama 1 ergin olarak saptanmıştır. Sonraki haftalarda popülasyon artan ve azalan değerlerde değişim göstermiştir. Kasım ayının üçüncü haftasında en yüksek değer olan tuzak başına ortalama 6 ergin tespit edilmiştir. Tuzaklarda yakalanan son sinekler ortalama 1 ergin olarak aralık ayının ikinci haftasında kaydedilmiştir.

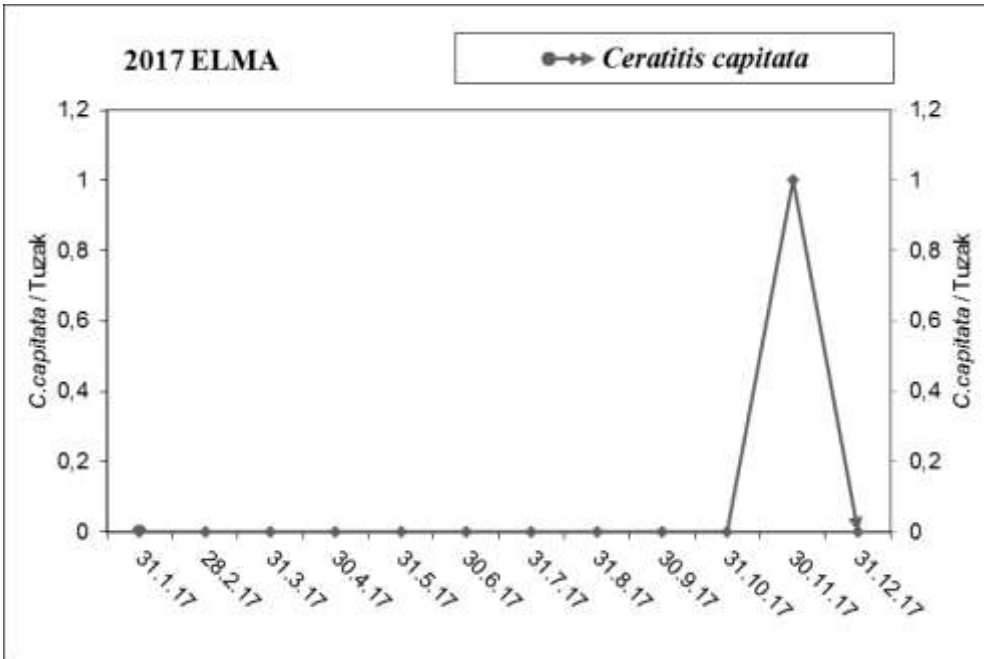
4. Sonuç

Çanakkale'de elma ağaçlarında 2016-2019 yıllarında Akdeniz meyve sineğinin popülasyon dalgalanmalarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmanın sonuçlarına göre, 2016, 2018 ve 2019 yıllarında popülasyon yoğunluğu yüksek, 2017 yılında ise popülasyon yoğunluğu düşük değerlerde saptanmıştır. Çalışmaların birinci yılında, Akdeniz meyve sineği ekim ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, aralık ayının sonuna kadar popülasyonu gözlenmiştir. İkinci yıl çalışmalarında, Akdeniz meyve sineği kasım ayında popülasyon oluşturmuştur. Üçüncü yıl çalışmalarında, ekim ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, kasım ayının ilk haftasına kadar popülasyonu gözlenmiştir. Çalışmaların dördüncü yılında, Akdeniz meyve sineği eylül ayında popülasyon oluşturmaya başlamış, aralık ayının ikinci haftasına kadar popülasyonu gözlenmiştir. Tuzaklarda yakalanan toplam birey sayısı 2016 yılında ortalama 27 birey, 2017 yılında ortalama 1 birey, 2018 yılında ortalama 37 birey, 2019 yılında ortalama 16 birey olmuştur. Akdeniz meyve sineği feromon tuzaklarda yüksek seviyelere ulaşmasına karşın ağaçlarda yapılan kontrollerde vuruklu meyveye rastlanılmamıştır.



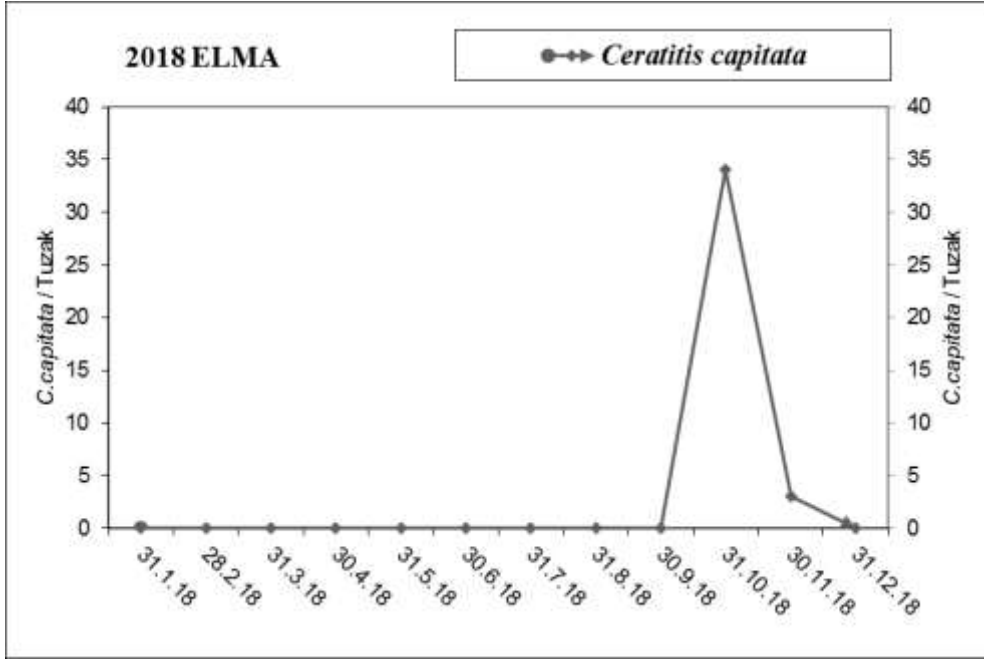
Şekil 1. Çanakkale’de elmada 2016 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları.

Figure 1. The population development of *C. capitata* in 2016 year in the apple.



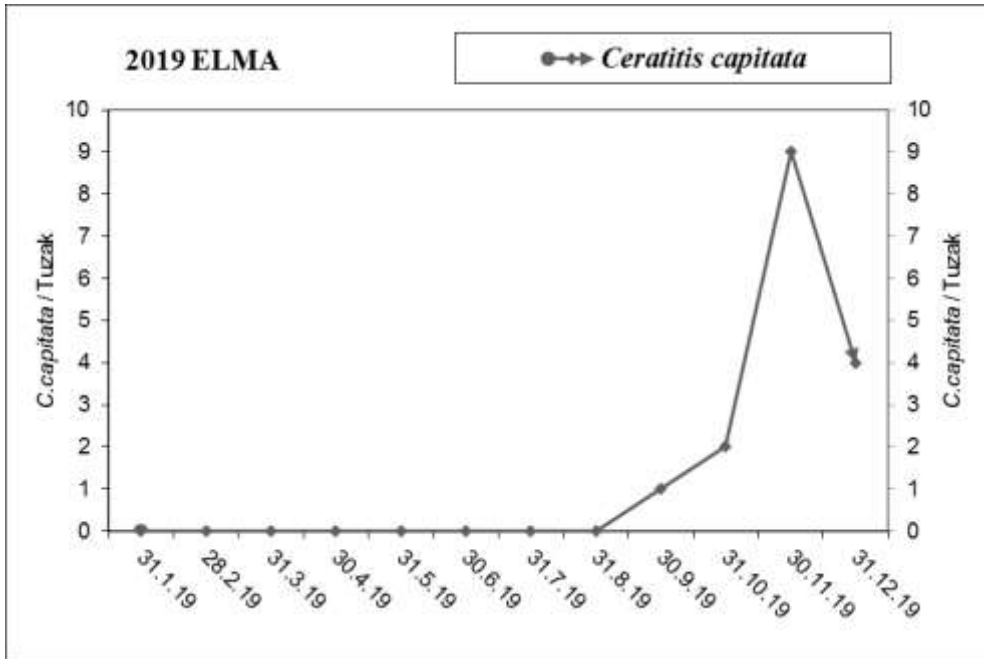
Şekil 2. Çanakkale’de elmada 2017 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları.

Figure 2. The population development of *C. capitata* in 2017 year in the apple.



Şekil 3. Çanakkale’de elmada 2018 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları.

Figure 3. The population development of *C. capitata* in 2018 year in the apple.



Şekil 4. Çanakkale’de elmada 2019 yılında *C. capitata*’nın popülasyon dalgalanmaları.

Figure 4. The population development of *C. capitata* in 2019 year in the apple.

Teşekkür

Feromon tuzakları temin eden Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü’ne teşekkür ederim.

Kaynaklar

Başpınar H, Çakmak İ, Koçlu T, Başpınar N (2009) Aydın ili meyve bahçelerinde Akdeniz meyve sineği *Ceratitıs capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)’nin biyo-ekolojisi, zararı,

yayıışı ve turunçgil bahçeleri üzerindeki çalışmaları. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Isparta, s. 48.

Bodenheimer FS (1951) Citrus entomology in the Middle East. Den Haag.

ÇKS (2019) İl Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi verileri, Çanakkale.

Demirdere A (1961) Çukurova Bölgesinde Akdeniz meyve sineği (*Ceratitıs capitata* Wied.)’nin biyolojisi ve mücadelesi üzerinde çalışmalar. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Müdürlüğü, Ankara, s. 118.

- GTHB (2011) Elma entegre mücadele teknik talimatı. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- İleri M (1961) Türkiye'de Akdeniz meyve sineği (*Ceratitıs capitata* Wied.) durumu ve mücadelesi. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 38.
- Leblanc L, Vargas RI, Rubinoff D (2010) Captures of pest fruit flies (Diptera: Tephritidae) and non-target insects in biolure and torula yeast traps in Hawaii. *Environmental Entomology* 32: 1626-1630.
- Özkan C (1993) Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Akdeniz meyve sineği, *Ceratitıs capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nın konukçu değişimi üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 54.
- Papadopoulos NT, Katsoyannos BI, Carey JR (1998) Temporal changes in the composition of the overwintering larval population of the Mediterranean fruit flies (Dipt., Tephritidae) in Northern Greece. *Entomological Society of America* 91(4): 430-434.
- Papadopoulos NT, Katsoyannos BI, Nestle D (2003) Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitıs capitata* (Diptera: Tephritidae) adult population in a mixed deciduous fruit orchard in Northern Greece. *Environmental Entomology* 32(2): 319-326.
- Tiftikci P (2017) Çanakkale'de Akdeniz meyve sineği *Ceratitıs capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)'nın genel durumunun değerlendirilmesi. II. Çanakkale Tarımı Sempozyumu Bildirileri, Çanakkale, s. 108.
- TÜİK (2019) Türkiye İstatistik Kurumu verileri, Ankara.
- Zümreoğlu A (1979) Sterile-Male tekniğini mücadelede uygulamak gayesiyle suni ortamlarda Akdeniz meyve sineği *Ceratitıs capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)'nın yetiştirme metotları üzerinde araştırmalar. Zirai Mücadele Müdürlüğü, Ankara, s. 84.



Yerel, yabani ve ticari kabakgillerde külleme hastalık etmenlerinin belirlenmesi, tanılanması ve dayanıklılığın araştırılması

Determination and identification of powdery mildews on domestic, wild and commercial cucurbits

Mustafa YÜCESON , Mümin İbrahim TEK , Özer ÇALIŞ

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): yucesonmustafa@gmail.com, 3mibrahimtek1@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 08 Haziran 2020
Kabul tarihi 10 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Kabakgiller
Külleme hastalıkları
Podosphaera xanthii
Golovinomyces cichoracearum
Dayanıklılık

ÖZ

Kabakgiller Türkiye’de ve dünyada yoğun üretimi yapılan bir sebze grubudur. Külleme hastalıkları, kabakgil üretiminde ekonomik kayıplara neden olan hastalıkların başında gelmektedir. Günümüzde kabakgil külleme etmenleri; *Podosphaera xanthii* ve *Golovinomyces cichoracearum* türlerine karşı dayanıklı çeşitler konusunda yapılmış çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Batı Akdeniz ile Doğu Akdeniz arasında yetişen yerel, yabani ve ticari su kabağı, acur, kavun, karpuz, hıyar, sakız kabağı, bal kabağı gibi çeşitli kabakgillerin genetik dayanıklılığını ortaya koymaktır. Çalışmada kabakgillerde verim kaybına neden olan, külleme hastalık etmenleri *Podosphaera xanthii* ve *Golovinomyces cichoracearum* türleri hassas hıyar çeşidi (Baccara) üzerinde kültüre alınmıştır. Kültüre alınan külleme etmeni üzerinde yapılan morfolojik, mikroskopik ve moleküler çalışmalar sonucunda patojen *Podosphaera xanthii* olarak tanımlanmıştır. Hastalık etmeni *P. xanthii* ile inokule edilen toplam 34 yerel, yabani ve ticari kabakgil çeşidi inokulasyondan sonraki ilk 3 gün boyunca mikroskopta trypan blue, diamino benzidine ve 3,3'-dihexyloxacarboynin iodide (DiOC6) boyama yöntemleriyle incelenmiştir. Sonraki 7., 14. ve 21. günlerde bitkiler üzerindeki hastalık gelişimleri skorlanarak dayanıklı ve hassas kabakgiller bulunmuştur. Yapılan patojeniste testleri sonucunda VT18, Meltem F1, Poyraz F1 ve 348 ticari hıyar çeşitleri ile Adana kabak, Kaledran hıyar 1 ve Kaledran hıyar 2 yerel çeşitleri en dayanıklı kabakgiller olarak bulunmuştur. Çalışmada Kaledran kavun 2 yerel çeşidi *P. xanthii*’ye karşı en hassas bitki olarak belirlenmiştir. Çalışmalarda, külleme etmeni *P. xanthii*’ye karşı dayanıklı olarak bulunan yerel, yabani ve ticari genotipler gelecekteki ıslah çalışmalarını için dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabilir.

ARTICLE INFO

Received 30 March 2020
Received in revised form 08 June 2020
Accepted 10 June 2020

Keywords:

Cucurbits
Powdery mildew diseases
Podosphaera xanthii
Golovinomyces cichoracearum
Resistance

ABSTRACT

Cucurbits are crucial vegetable groups significantly produce in Turkey and world-wide. Powdery mildew (PM) pathogens cause economic losses in cucurbits production areas. There are not studies on resistant cucurbit varieties against to PM disease caused by *Podosphaera xanthii* and *Golovinomyces cichoracearum*. The aim of this study is to identify genetically resistant plants from landraces, wild and commercial cucurbits such as pumpkin, melon, watermelon, cucumber collected between West and East Mediterranean regions of Turkey. The PM agents were maintained on susceptible cucumber variety, Baccara. The maintained PM pathogen is identified as *Podosphaera xanthii* in microscopic, morphological and molecular studies. A total of 34 local, wild and commercial cucurbit species were inoculated with *P. xanthii*. The inoculated cucurbit plants were examined by trypan blue, diamino benzidine and 3,3'-dihexyloxacarboynin iodide (DiOC6) staining methods during first 3 days post inoculation (dpi). On the other 7th, 14th and 21st dpi, disease developments were scored according disease scale, susceptible and resistant cucurbits’ genotypes were found. The pathogenicity test results revealed that VT18, Meltem F1, Poyraz F1 and 348 commercial cucumber varieties and Adana courgette, Kaledran cucumber 1 and Kaledran cucumber 2 landraces were the most resistant cucurbit genotypes. However, these pathogenicity tests have also resulted Kaledran melon 2 was the most susceptible landrace genotype against *P. xanthii*. In future studies, these resistant local, wild, and commercial genotypes will be able to use against destructive PM pathogens as sources of resistance.

1. Giriş

Cucurbitaceae familyası Amerika'dan Arjantin'e doğal bir yayılım gösteren, ılıman, tropikal ve subtropikal bölgelerde ekonomik olarak önemli olan kabakgilleri kapsamaktadır. Kabakgiller, dünya çapında yetiştiriciliği yapılan *Cucurbitaceae* familyasına ait 119 cins ve 825 türden oluşmaktadır (Jeffrey 2005). Bu familyada yer alan *Cucurbita* cinsi içinde en fazla kültürü yapılan türler kabaklardır. 2018 yılında toplam kabak üretimi dünyada 2763932 tona ulaşmıştır (FAO 2018).

Kabakgil familyası bitkilerinde fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmenleri son derece yıkıcı sonuçlara neden olmaktadır. Bunlar içerisinde fungal hastalıklarından olan külemeler kabakgillerin oldukça yıkıcı hastalıklarından bir tanesidir (Robinson ve Decker-Walters 1997). Külemeler, bitki hastalıkları içerisinde en yaygın olan grubu oluşturmaktadır. Küleme hastalıkları 650 monokotiledon ve 9000 dikotiledon türünde hastalık oluşturmaktadır (Shulze-Lefert ve Vogel 2000).

Cucurbitaceae ailesinde, küleme hastalığına iki ana tür sebep olmaktadır; *Golovinomyces cichoracearum* var. *cichoracearum* (D.C.) V.P. Heluta (synth *Erysiphe cichoracearum* D.C.) ve *Podospaera xanthii* (Castagne) U. Braun ve N. Shishkoff (önceden *Sphaeroteca fusca* Blumer olarak bilinen *synpha Sphaerotheca fuliginea*) (Sitterly 1978; Miazzi ve ark. 2011).

Semptomlar beyazımsı, pudra benzeri yapılar şeklinde olup yaprak yüzeyi, yaprak sapı ve gövde üzerinde, nadiren de meyvede küleme gelişimi gözlenmektedir (Zitter ve ark. 1996). Küleme hastalığından sorumlu olan iki farklı etmeden biri olan *Podospaera xanthii* daha yaygındır (Braun 2001) ve diğer etmene göre daha saldırgandır. Bu hastalık etmeni sıcak ve nemli havalarda ortaya çıkmaktadır. Tarla şartlarında her iki etmene de rastlamak mümkündür. *Golovinomyces cichoracearum* hastalık etmeni serin bahar ve erken yaz aylarında ortaya çıktığından dolayı, daha düşük sıcaklık isteğine sahiptir (Blancard ve ark. 1989). Enfeksiyon için optimum sıcaklık 20-27°C'dir. Etmenin inkübasyon süresi 3-7 gündür. Etmenin yayılış gösterdiği alanlarda iki farklı tür, *Podospaera xanthii* ve *Golovinomyces cichoracearum* tespit edilmiştir. Avrupa'da ilk olarak *P. xanthii* yayılış göstermiş iken daha sonra her iki türünde görüldüğü rapor edilmiştir (Epinat ve ark. 1993; Kristkova ve ark. 2004; Sowell 1982; Cohen ve ark. 1993; McCreight ve ark. 1987). Tarla koşullarında enfeksiyonun gelişimi 38°C'nin üzerinde durmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örnek toplama ve sörvey çalışmaları

Projede kullanılan yerel ve yabancı kabakgiller toplanırken, Antalya ve Hatay arasında kalan bölgede üreticiler ile bizzat görüşülmüştür. Ticari hiyar çeşitleri VATAN Tohum A.Ş. (Antalya, Türkiye) den temin edilmiştir. Temin edilen tüm tohumlar Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde bulunan laboratuvarımıza getirilerek tek tek etiketlenmiştir. Etiketlenen tohumlar +4°C'deki buzdolabına yerleştirilmiş ve ihtiyaç duyuldukça buradan çıkarılarak ekilmişlerdir. Çalışmada kullanılan yerli ve ticari tohumlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada hastalık içermeyen yerel, yabancı ve ticari çeşitler kullanılmıştır. Çalışmalarda külemeye hassas çeşit olarak Baccara hiyar çeşidi, Nunhems Tohumculuk A.Ş. (Serik, Antalya) den temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan küleme izolatu Nisan ayında Antalya ili Gazipaşa ilçesindeki kabakgil üretiminin yapıldığı seralardan temin edilmiştir. Külemeler obligat patojen olduğu için yapay besi ortamına alınmamaktadır. Bu sebepten hastalık etmeninin kültüre alınabilmesi için, hassas Baccara (Nunhems: Bayer Group, Antalya) çeşidi kullanılmıştır (Şekil 1). Bitki yapraklarına küleme inokulasyondan önce 1/30 oranında seyreltilen Civa II klorür (Sigma, Almanya) ile yüzey sterilizasyonu kotiledon yapraklar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Steril edilen kotiledon yaprakları üzerine bir kaş kılı yardımı ile steril küleme kolonisinden alınan tek bir spor bırakılmıştır. Böylelikle steril bitki üzerinde tek spordan üretilmiş saf küleme kolonisi üretilmiştir.

Kabakgillere steril olarak çoğaltılan sporlar samur fırça yardımıyla rüzgar almayan bir alanda yeşil aksama yayılmıştır. İnokulasyonun birinci, ikinci ve üçüncü günlerinde diamino benzidine ve trypan blue boyama yöntemleri ile hücre reaksiyonları ve konidia spor oluşumları incelenmiştir. İnokulasyondan sonra 7., 14. ve 21. günlerde bitkilerin sağlık durumlarına göre Adam ve Somerville (1996) 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir.

Bu skalaya göre 0; Hiç ya da çok sınırlı sporulasyon, fungus ve konidiospor çıplak gözle görülemez ve genellikle nekrotik lezyonlarla (HR) ile birlikte görülmektedir. 1; Düşük sporulasyon ile birlikte çok az miktarda küleme yaprak kenarında görülebilir. Bazen de HR gözlenebilir. 2; Orta derece ya da gecikmiş sporulasyon, yaprak yüzeyinin %10-30 u küleme ile kaplanmıştır. HR görülmez. 3; Yoğun sporulasyon ile birlikte yaprak yüzeyinin %30 dan fazlası küleme ile kaplanmıştır. HR yoktur. 4; Neredeyse tüm yaprak yüzeyi küleme ile kaplanmıştır. Bitkiler aşırı hassaslık göstermektedir. Bu hastalık durum skalasına göre bitkilerin sağlık durum sonuçlarının ortalaması alınmıştır (Çizelge 1).

2.2. Mikroskopik çalışmalar

2.2.1. Trypan blue boyama

Fungal spor ve yapılarını görüntüleyebilmek için Thordal-Christensen ve ark. (1997) yöntemine göre işlemler yapılmıştır. Bunun için 250 µg ml⁻¹ trypan blue tartılarak laktik asit: gliserol: su (1 volüm (v): 1 v: 1 v) içeren solüsyonda çözümüştür. Bitki yapraklardan klorofili temizleyebilmek için %96 lık etanol kullanılmıştır. Cam bir zemin üzerine yerleştirilen Whatman kağıtları temizleme solüsyonuna daldırılmış ve temizleme solüsyonunun, Whatman kağıdı üzerinden yapraklara nüfuz etmesi sağlanmıştır. Bu kağıtlar üzerine yerleştirilen yaprak örneklerindeki klorofil, kimyasal solüsyon tarafından alınarak yapraklar saydam hale getirilmiştir. Klorofilden temizlenen yaprak örnekleri üzerine trypan blue damlatılarak 3 dakika (d) bekletildikten sonra faz kontrast ışık mikroskopunda incelenmiştir (Şekil 2).

2.2.2. Diamino benzidin (DAB) boyama

Bitki hücrelerinde oluşan süperoksit kararsız bileşiklerini *in vivo* ortamında görüntüleyebilmek için bir başka kararsız bileşik olan DAB metodu ile Thordal-Christensen ve ark. (1997) tarafından belirtildiği gibi boyama yapılmıştır. Trypan blue boyama ile fungus sporlarını ve fungal yapıları boyarken, bitki hücresi ve içeriği DAB ile boyandığı için penetre olan spor ile bitki hücresinde oluşan süperoksit oluşumları birlikte kombine edilerek ortaya konmuştur (Şekil 3). DAB solüsyonu hazırlanırken 0.1 gram 3',3' Diamino benzidine tetrahydrochloride hydrate (Sigma-Aldrich, Almanya) tartılarak

Çizelge 1. Külleme hastalık gelişimi skalasına göre kabakgillerin genotiplerin skorlanması.

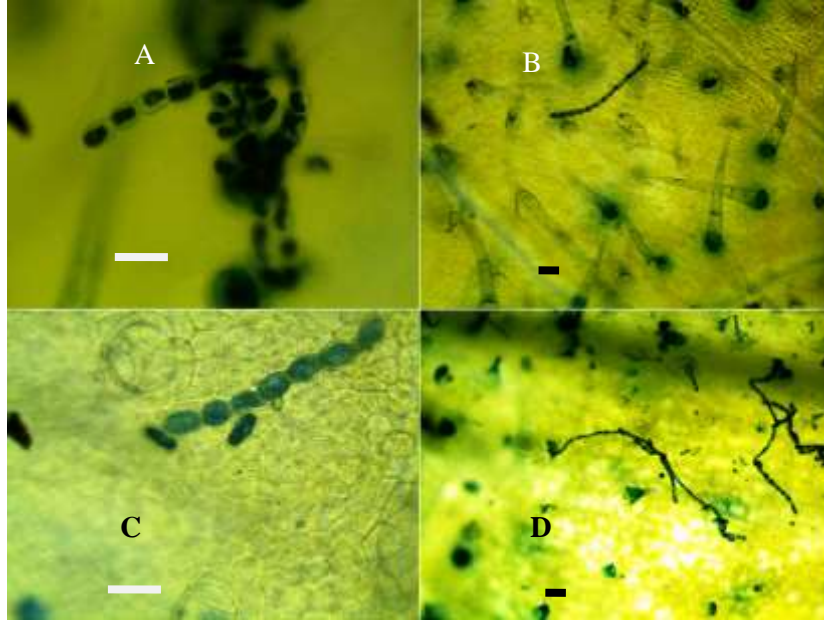
Table 1. Scoring cucurbits's genotypes according to powdery mildew disease development scale.

Adı	7. Gün	14. Gün	21. Gün	Ortalaması
VT 18	0.75	1	1.25	1
Meltem F1	0.66	0.66	0.66	0.66
Çamlıca Kavun	2	0.66	1.33	1.33
Adana Hıyar	1.66	1.5	2.5	1.86
Adana Karpuz	2	3	3	2.66
Kaledran Karpuz	1.66	2	2	1.88
Kaledran Kavun 2	2.5	3	4	3.16
K. Kara Karpuz	2	0.75	1.5	1.41
Kaledran Karpuz 1	2.75	1.25	2	2
VT80	2.75	0.75	1.75	1.75
Çamlıca Bal Kabağı	2.25	2.5	2.75	2.5
Ç. Göden Kavun	2	1.25	1.5	1.58
Çamlıca Balkabağı 2	2	1.25	1.5	1.58
Şahin	2	0.25	1.25	1.16
Bahar	1.25	1.5	1.75	1.5
Adana Karpuz2	2.5	0.5	2	1.66
Kaledran Kavun	1.75	1.75	2	1.83
Adana Kavun	1.75	2.25	2.5	2.16
Ç. Göden Kabak	2	0.5	1.5	1.33
Yerli Acur	1.25	2	1.75	1.66
Ankara Kavun	1.75	1.25	2	1.66
Eskişehir Kavun	1.75	2	2.25	2
303	0	1.5	1.5	1
Poyraz F1	0.75	0.75	1	0.83
Süs Kabağı	1	1.5	2	1.5
Adana Kabak	1	0.5	1	0.83
348	0.75	0.5	1	0.75
K. Dilimli Kavun	3	2.75	3	2.91
Kaledran hıyar1	0.75	0.5	0.75	0.66
Kaledran hıyar2	0.5	0.75	1	0.75
Çamlıca Hıyar	3	2.25	3	2.75
Ç. Sakız Kabağı	1.66	2	2.66	2.11
Adana Karpuz 3	1	1	3	1.66
248	1.33	1.33	2	1.55



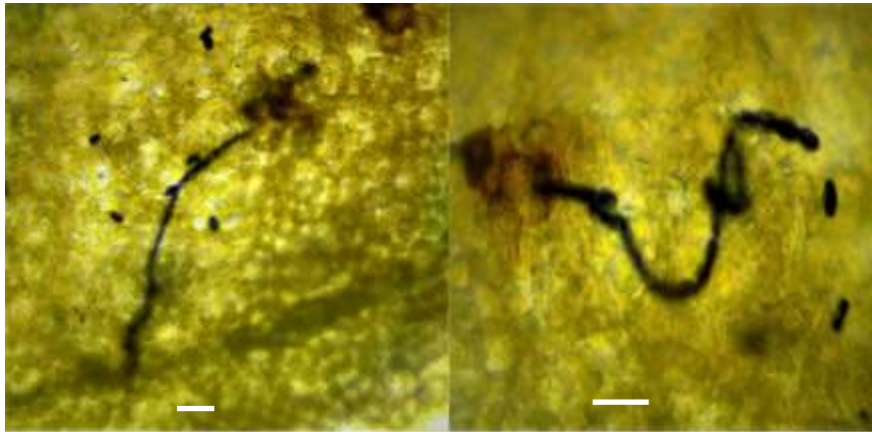
Şekil 1. Hassas hıyar çeşidi Baccara'da *Podosphaera xanthii*'nin gelişimi.

Figure 1. Development of *Podosphaera xanthii* on susceptible Baccara variety.



Şekil 2. Trypan blue ile boyanmış *Podosphaera xanthii* konidiosporları (Bar 20 µm).

Figure 2. *Podosphaera xanthii* conidiospores were stained with trypan blue (Bar 20 µm).



Şekil 3. DAB boyası ve trypan blue ile boyanmış süperoksit oluşturan bitki hücreleri ve üzerinde mavi renkli görülen *Podosphaera xanthii* konidiosporları. Her iki örnek VT 18 bitkisinde inokulasyondan sonra 3. günde çekilmiştir. Bar: 20 µm.

Figure 3. Superoxide produced plant cells associated with blue stained conidiospores of *Podosphaera xanthii* were dyed with DAB and trypan blue staining respectively. Both samples were taken from VT18 plants at 3 days post inoculation. Bar: 20 µm.

100 ml dsH₂O içerisinde çözülmüş ve pH: 3.0-3.5 olacak şekilde çözelti hazırlanmıştır (Thordal-Christensen ve ark. 1997).

2.2.3. Floresan boyama

3,3'- Dihexyloxacarboxycynin iodide (DiOC6) %96'lık saf etil alkol (Merck, Almanya) içinde 0.5 mg ml⁻¹ olacak şekilde stok solüsyonu hazırlandı. Duckett ve Read (1991) tarafından belirtildiği gibi hazırlanan bu stok -20°C'de saklanmıştır. Stok solüsyonu dsH₂O içerisinde 10 defa seyreltilerek hazırlanan çalışma konsantrasyonunda örnekler 1-2 dakika bekletilmiştir (Duckett ve Read 1991). Mikroskopta incelenmek üzere enfekteli yapraklardan preparat hazırlandı. Fungal hüfler ve konidiosporlar parlak sarı renkte görünürken, örnek preparatlar DiOC6 çözeltisiyle maruz kalma süresine bağlı olarak, parlak yeşil ve sarı renklere görülmektedir. Sağlıklı bitki hücreleri kloroplastların otofloresansı nedeniyle derin kırmızı bir renk

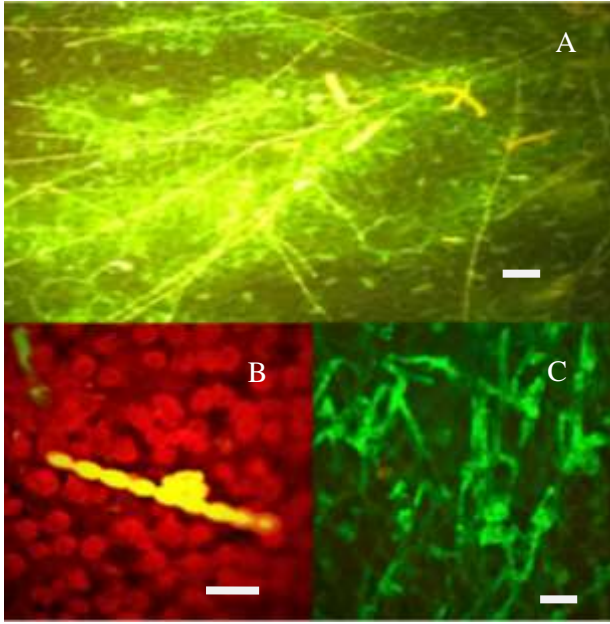
sergilerken, hipersensitif hücre ölümü gösteren bitki hücrelerinin tamamen koyu siyah renkte ışığa göstermedikleri görülmektedir (Şekil 4). Faz kontrast mikroskopa ilâştirilmiş ultraviyole ışık kaynağına bağlı B2A (450-490 nm excitation filtresi) ve 520 nm bariyer filtreler ile epifloresan mikroskopi çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Thordal-Christensen ve ark. 1997).

2.3. Moleküler çalışmalar

Kültüre alınan külleme etmeni hem klasik mikroskopi hem de moleküler olarak tanılanmıştır. Bunun için külleme etmenlerinin ribozom alt ünitelerindeki korunmuş DNA bilgileri ve bunlar arasında her bir türe göre değişkenlik gösteren Internal Transcribed Sequence (ITS) bölgeleri olan ITS1 ve ITS2 DNA sıralamalarını ortaya koyan ITS1 (5' TCCGTAGGTTGAACCTGCGG 3') /ITS4 (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3') ve IT2 (5'

CCTCCGCTTATTGATATGCTTAGG 3') /ITS5 (5' CTTGGTCATTAGAGGA 3' primer setleri (White 1990) kullanılmıştır. Bu primer kullanılarak polimeraz zincir reaksiyonunda (Polymerase Chain Reaction: PCR) hedef dizilimler çoğaltılmıştır.

Tek spordan Baccara hıyar çeşidi üzerinde çok miktarda üretilen külleme sporları bir samur fırça yardımı ile 1.5 ml'lik tüpün içerisine toplanmıştır. Yaklaşık 0.4-0.5 ml kadar toplanan spor ve misellerden DNA izolasyonu modifiye edilen Doyle ve Doyle (1990)'e göre uygulanmıştır.



Şekil 4. 3,3'- Dihexyloxycarbocynin iodide (DiOC6) ile boyanmış çimlenmiş külleme sporlarının UV ışık altındaki görüntüleri. Konidiosporlar sarı, yeşil ve bu renkler arası tonda (A ve C) görülürken sağlıklı klorofil içeren bitki hücreleri kırmızı renkte (B) görülmektedir. Bar: 20 µm.

Figure 4. Germinated powdery mildew spores were stained 3,3'-Dihexyloxycarbocynin iodide (DiOC6) dye under in UV light microscope. Conidiospores seen in yellow, green and between these colors (A and C), while plant cells containing healthy chlorophyll, therefore, seen as red (B). Bar: 20 µm.

3. Bulgular

3.1. Simptomatolojik bulgular

Çalışmalarda *Podosphaera xanthi* olarak teşhis edilen külleme etmeninin Baccara hassas çeşidinde kitle üretimi sonucunda toplanan yerel, yabancı ve kültür kabakgillerine inokulasyonu yapılmıştır. Çalışmada toplanan 14 hıyar, 8 kavun, 4 karpuz, 3 su kabağı ve 1 sakız kabağından oluşan kabakgil bitkilerinin kotiledon ve gerçek yapraklarına konidiosporlar ile inokulasyonlar yapılmıştır. İnokulasyondan sonraki ilk 3 gün içerisinde hastalık etmenin gelişimini ve hücresel seviyede oluşan reaksiyonları gözlemleyebilmek için diaminobenzidine (DAB), trypan blue ve epifluoresan boya DIOC6 ile boyamalar yapılarak incelenmiştir. İnokulasyondan sonraki 7., 14. ve 21. günlerde hastalık gelişimi fenolojik olarak 0 ile 4 skalasına göre değerlendirilmiştir.

Çalışmada patojenisite testleri yerel ve yabancı çeşitler arasında en dayanıklı bitkinin "Kaledran Hıyar 1" olarak adlandırılan hıyar çeşidi, en hassas çeşidin ise "Kaledran Kavun

2" olduğunu ortaya koymuştur. Genel olarak kavunların diğer kabakgillerden külleme etmenine daha hassas olduğu sonucu bulunmuştur. Karpuz ve kabakların ise kavuna göre nispeten küllmelere karşı daha yüksek toleransa sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

3.2. Moleküler bulgular

PCR işleminde Külleme sporlarının ribozomal DNA (rDNA) nın alt birimleri arasında olan Internal Transcribed Spaces (ITS) bölgelerine bağlanan ITS1-ITS4 ve ITS2-ITS5 primerleri kullanıldı.

Elde edilen PCR ürünleri %1.5'lik agaroz jelde yürütüldükten sonra UV ışık altında görüntüledi. ITS1-ITS4 primer seti 550 bp büyüklüğünde, ITS2-ITS5 primer seti 300 bp büyüklükte bir ampikon üreterek bantlar vermiştir (Şekil 5).

Primerler ile çoğaltılan ve içerisinde ribozomal DNA alt ünitesini (5.8 S) içeren ITS bölgelerinin büyüklüğü elde edilen PCR ürünleriyle aynı bulunmuştur. PCR ile çoğaltılan ITS1 ve ITS2 bölgelerindeki nükleik asit dizilimleri külleme türleri arasında farklılık gösterir iken bu ribozomal alt ünitelerdeki nükleik asit sıralamaları korunmuştur. Dolayısıyla PCR ile elde edilen bu bantlardaki nükleik asit sıralarını bulabilmek için elde edilen PCR ürünleri aynı ITS1-ITS4 ve ITS2-ITS5 primerleri ile birlikte DNA dizileme analizi yapılmıştır. DNA dizileme analiz sonuçları tüm canlıların genetik bilgilerinin depolandığı National Center for Biotechnology Information (NCBI) sistemi içerisindeki diğer organizmaların nükleik asit sıralarıyla karşılaştırılmıştır. Bu nükleik asit sıralarının NCBI veri sistemindeki karşılaştırılması sonucunda izole edilen külleme fungusunun ITS DNA dizisi %99 oranında *Podosphaera xanthi* olarak bulunmuştur.

Külleme izolatının ITS bölgelerini içeren DNA'sının NCBI sistemindeki mevcut olan diğer külleme DNA sıralamalarıyla karşılaştırılması (NCBI BLAST- Global Align) sonucunda projemizde izole edilen külleme etmeni ile NCBI sisteminde tanımlanmış olan külleme DNA (540 bp'lik bölgedeki nükleotid) sıralaması arasında sadece 3 nükleoitidin farklı olduğu bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Kabakgillerde çok büyük verim kayıplarına neden olan külleme hastalık etmenleri *Podosphaera xanthii* (=Sphaerotheca fuliginea Pollachi) ve *Golovinomyces cichoracearum* (=Erysiphe cichoracearum D.C) bu çalışmada ele alınmış, trypan blue boyama ve diaminobenzidin (DAB) boyama yöntemleri ile morfolojik olarak dayanıklılık testlemesi yapılmıştır.

Mikroskobik çalışmalar sonucu külleme etmeninin *Podosphaera xanthii* olduğu bulunmuştur. Bulunan külleme etmeninin NCBI da BLAST ile analizleriyle diğer organizmalar içerisinde %99 oranında *Podosphaera xanthii* olduğunun bulunması sonuçlarımızın güvenilirliğini artırmıştır.

Testlemeler sonucunda ticari kabakgillerin yerel ve yabancı türlere kıyasla daha dayanıklı oldukları ortaya konmuştur. Projede patojenisite testlerinin sonuçları incelendiğinde 9 ticari çeşidin yerel ve yabancı kabakgillere kıyasla küllmelere karşı daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Bu dayanıklılığın nedeni tohum firmalarının ıslah programlarında küllmeye karşı dayanıklı genotiplere yer vermelerinden kaynaklanmıştır.

Bitki hastalıkları ile mücadelede ilk adım dayanıklı bitkilerin tercih edilmesidir. Dayanıklılık mekanizmasında süper oksitlerin oluşumu sonrasında hücre içerisinde patojenite ile ilgili genlerin (*Pathogenesis Related genes*) oluşumu ve hipersensitif hücre ölümleri sonucunda bitki hücresi ölmekte dolayısıyla ölü bitki hücrelerinde beslenemeyen külleme etmeninin gelişimi de sonlanmaktadır (Xiao ve ark. 2001). Ancak bu dayanıklılık mekanizmaları model bitki olan *Arabidopsis thaliana* (Fare kulağı Teresi) üzerinde yapılan çalışmalar da külleme etmenlerine dayanıklılığın olduğunu ortaya koymuştur (Adam ve Somerville 1996; Xiao ve ark. 1997; Adam ve ark. 1999). Kabakgiller üzerinde yapılacak daha detaylı çalışmalar gelecekte külleme hastalıklarının kontrolünü sağlayan genlerin bulunmasını yardımcı olacaktır. Bu çalışma ile yerel, yabani ve bazı ticari kabakgillerdeki dayanıklılık durumları izole ettiğimiz *P. xanthii* patojenine karşı

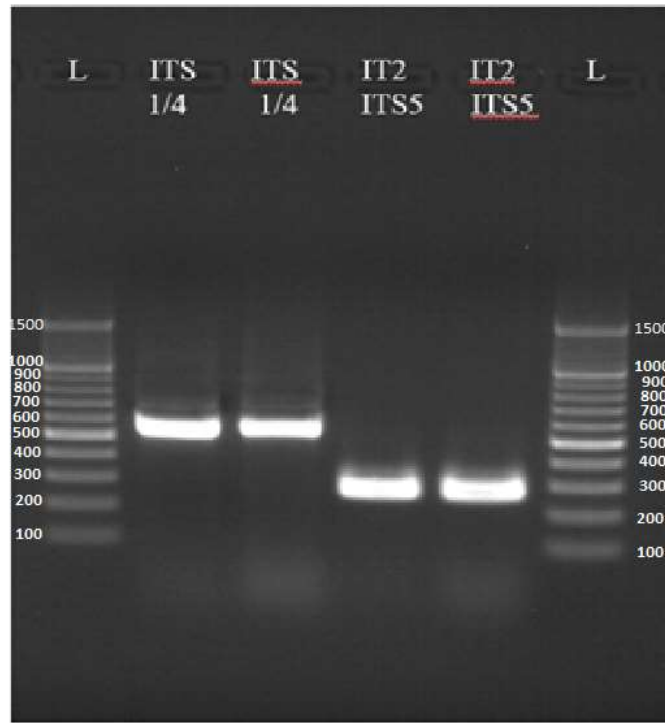
tanımlanmıştır. Böylece hastalık etmenine karşı kullanılacak tolerant ve hassas bitkiler belirlenmiştir (Çizelge 2). Ancak hıyar bitkilerinde külleme hastalık etmenlerine karşı dayanıklılık sağlayan genler tam anlamıyla aydınlatılmamıştır. Külleme karşı dayanıklılık hıyarda poligenik karakterde olup çevre şartlarından etkilenmektedir. Bu da dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesini ve kullanılmasını kısıtlamaktadır.

Dayanıklılık genlerinin sağladığı dayanıklılığa alternatif olarak hassaslık genleri tanımlanmıştır. Çoğu patojen konukçunun içindeki uyumluluk faktörlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu faktörler proteinlerdir ve patojenin konukçuyu tanımlaması için gereklidir. Başarılı bir enfeksiyonun temel gerekliliği budur. Özellikle sadece canlı hücre ile beslenebilen patojenlerde örneğin külleme, mildiyöler, bu ilişkiler büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple bazı konukçu genlerinin ifade

Çizelge 2. Diaminobenzidine ve trypan blue boyama yöntemleri kullanılarak *P. xanthii* inokule edilmiş bitkilerde hücre reaksiyonları ve konidia sporların durumları. (D: Dayanıklı, H: Hassas).

Table 2. *Podosphaera xanthii* inoculated plants' cell reactions and conidiospores situations within diaminobenzidine and trypan blue staining. (D: Resistant, H: Susceptible).

Adı	1. Gün		2. Gün		3. Gün		Duyarlılık Durumu
	Çimlenen Spor	Süperoksit Oluşumu	Çimlenen Spor	Süperoksit Oluşumu	Çimlenen Spor	Süperoksit Oluşumu	
VT 18	Yok	Yok	Var	Var	Var	Var	D
Meltem F1	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Çamlıca Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Hıyar	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Karpuz	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran Karpuz	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran Kavun 2	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
K. Kara Karpuz	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran Karpuz 1	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
VT80	Var	Yok	Var	Var	Var	Var	D
Çamlıca Bal Kabağı	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Ç. Göden Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Çamlıca Balkabağı 2	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Şahin	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Bahar	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Karpuz2	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Ç. Göden Kabak	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Yerli Acur	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Ankara Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Eskişehir Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
303	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Poyraz F1	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Süs Kabağı	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Kabak	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
348	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
K. Dilimli Kavun	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran hıyar1	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Kaledran hıyar2	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Çamlıca Hıyar	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Ç. Sakız Kabağı	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
Adana Karpuz 3	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H
248	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	H



Şekil 5. *Podosphaera xanthii*'ye ait ITS bölgesinin ITS1/ITS4 ve ITS5/IT2 primerleri ile çoğaltılması ve jelde görüntülenmesi.

Figure 5. A gel image of *Podosphaera xanthii*'s ITS regions produced with ITS1/ ITS4 and ITS5/ IT2 primer sets and imaging in gel.

edilmesi patojen için oldukça önemlidir. Bu genler *hassaslık* (*S*) genleri olarak tanımlanır ve konukçunun patojen tarafından tanınması, penetrasyonun gerçekleşmesine, dayanıklılığın negatif yönde düzenlenmesine, patojenin ihtiyaç duyduğu metabolitlerin sentezlenmesine neden olmaktadır (Van Schie Chris ve ark. 2014).

Hassaslık genlerinin fonksiyonunun kaybetmesine neden olan mutasyonlar geniş spektrumlu, uzun süreli ve çekinik karakterde dayanıklılık sağlayabilir. Buna en iyi örnek ise arpada bulunan *mlo* (mildew locus) genlerinin mutasyona uğratılması ile külemeye karşı geniş spektrumlu dayanıklılığın oluşturulmasıdır. Hala daha birkaç izolat hariç bu dayanıklılığın devam etmesi, *S* genleri mutasyonu sayesinde oluşturulan dayanıklılığın ne kadar uzun süreli olduğunun en önemli kanıtıdır (Pavan ve ark. 2010).

İlk olarak arpada külemeye karşı dayanıklılığı sağlayan *mlo* genlerinin keşfedilmesinden sonra bu genin diğer monokotiledon ve dikotiledon bitki türlerinde varlığı bulunmuştur. Hıyar bitkisinde 14 adet *MLO* geni bulunmakta olup bunlardan üç tanesi (*CsaMLO1*, *CsaMLO8* ve *CsaMLO11*) külemeye karşı dayanıklılık ve hassaslık sağladığı ortaya konmuştur (Zhou ve ark. 2013). Moleküler olarak bu genler üzerinde yapılacak spesifik birer mutasyon ile hıyar bitkilerinde genetik olarak külemelere dayanıklı bitkilerin üretimi mümkün olabilecektir. Yeni nesil genom düzenleme tekniklerinden birisi olan CRISPR/Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) biyoteknoloji yöntemi sayesinde hedef gen bölgesine spesifik nokta mutasyonları meydana getirilerek bu genlerin fonksiyonları engellenebilecektir. Bu teknik ile hıyar bitkilerindeki *CsaMLO1*, *CsaMLO8*, *CsaMLO11* genleri üzerinde mutasyonlar meydana getirilerek külemeye karşı uzun süreli, geniş spektrumlu dayanıklılık kazandırılabilir ve genetiği değiştirilmemiş bitkiler elde edilebilecektir.

Kaynaklar

- Adam L, Somerville SC (1996) Genetic characterization of five powdery mildew disease resistance loci in *Arabidopsis thaliana*. The Plant Journal 9: 341-356.
- Adam L, Ellwood S, Wilson I, Saenz G, Xiao S, Oliver RP, Turner JG, Somerville S (1999) Comparison of *Erysiphe cichoracearum* and *E. cruciferarum* and a survey of 360 *Arabidopsis thaliana* accessions for resistance to these two powdery mildew pathogens. Molecular Plant-Microbe Interactions 12: 1031-1043.
- Blancard D, Pitrat M, Jourdain F (1989) Etude de la sporulation de *Pseudoperonospora cubensis* (Berk, et Curt.) Rost, sur cotylédons de melon; application à la recherche de variétés résistantes. Phytopathologia Mediterranea 28: 169-175.
- Braun U, Shishkoff N, Takamatsu S (2001) Phylogeny of *Podosphaera* sect. *Sphaerotheca* subsect *Magnicellulatae* (*Sphaerotheca fuliginea* auct. s.lat.) inferred from rDNA ITS sequences a taxonomic interpretation. Schlechtendalia 7: 45-52.
- Cohen RA (1993) A leaf disk assay for detection of resistance of melons to *Sphaerotheca fuliginea* race 1. Phytopathology 54: 587-591.
- Doyle JJ, Doyle JL (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15.
- Duckett JG, Read DJ (1991) The use of the fluorescent dye 3,3'-dihydroxyloxycarbocyanin iodide for selective staining of ascomycete fungi associated with liverwort rhizoids and ericoid mycorrhizal roots. New Phytologist 118: 250-272.
- Epinat C, Pitrat M, Bertrand F (1993) Genetic analysis of resistance of five melon lines to powdery mildews. Euphytica 65: 135-144.
- FAO (2018) Food and Agricultural organization of the United Nations <http://www.fao.org/statistics/en/>. Accessed 08 June 2020.
- Jeffrey C (2005) A new system of *Cucurbitaceae*. Botanicheskii Zhurnal 90: 332-335.

- Kristkova C, Leveda A, Sedlakova B (2004) Virulence of Czech cucurbit powdery mildew isolates on *Cucumis melo* genotypes MR-1 and PI 124112. *Scientia Horticulturae* 99: 257-265.
- McCreight JD, Pitrat M, Thomas CE, Kishaba AN, Bohn GW (1987) Powdery mildew resistance genes in muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112: 156-160.
- Miazzi M, Laguardia C, Faretra F (2011) Variation in *Podosphaera xanthii* on Cucurbits in Southern Italy. *Journal of Phytopathology* 159: 538-545.
- Pavan S, Jacobsen, E, Visser RGF, Bai Y (2010) Loss of susceptibility as a novel breeding strategy for durable and broad-spectrum resistance. *Molecular Breeding* 25: 1-12.
- Robinson RW, Decker-Walters DS (1997) Cucurbits. Wallingford: CAB International, New York.
- Shulze-Lefert P, Vogel J (2000) Closing the ranks to attack by powdery mildew. *Trends in Plant Science* 5: 343-347.
- Sitterly WR (1978) Powdery Mildews of Cucurbits. In: Spencer, DM, ed The Powdery Mildews, Academic Press, London.
- Sowell GJr (1982) Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112: 156-160.
- Thordal-Christensen H, Zhang H, Wei ZY, Collinge DB (1997) Subcellular localization of H₂O₂ in plants: H₂O₂ accumulation in papillae and hypersensitive response during the barley powdery mildew interaction. *The Plant Journal* 11: 1187-1194.
- Van Schie C, Takken FL (2014) Susceptibility genes 101: How to be a good host. *Annual Review of Phytopathology* 52: 551-81.
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor JW (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp. 315-322 In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, eds. Innis, M.A., D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, and T.J. White. Academic Press, Inc., New York.
- Xiao S, Ellwood S, Findlay K, Oliver RP, Turner JG (1997) Characterisation of three loci controlling resistance of *Arabidopsis thaliana* accession Ms-0 to two powdery mildew diseases. *The Plant Journal* 12: 757-768.
- Xiao S, Ellwood S, Calis O, Patrick E, Li T, Coleman M, Turner JG (2001) Broad-spectrum mildew resistance in *Arabidopsis thaliana* mediated by *RPW8*. *Science* 291: 118-120.
- Zhou SJ, Jing Z, Shi JL (2013) Genome-wide identification, characterization, and expression analysis of the MLO gene family in *Cucumis sativus*. *Genetics and Molecular Research* 12: 6565-6578.
- Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE (1996) *Compendium of cucurbit diseases*. APS Press, St. Paul.



Kırmızı ve mor sebzelerle hazırlanan kombucha çaylarının kalite özelliklerinin belirlenmesi

Determination of quality properties of kombucha teas prepared with red and purple vegetables

Gökhan AKARCA¹, Oktay TOMAR²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

²Kocaeli Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Arslanbey Kampüsü, 41285, Kocaeli, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): G. Akarca, e-posta (e-mail): gakarca@aku.edu.tr

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 27 Ocak 2020
Düzeltilme tarihi 09 Nisan 2020
Kabul tarihi 09 Nisan 2020

Anahtar Kelimeler:

Kombucha
Kırmızı havuç
Kırmızı pancar
Mor lahanaya
Fermantasyon

ÖZ

Bu çalışmada, kırmızı havuç (*Daucus carota* L. var. *atrorubens* Alef.), kırmızı pancar (*Beta vulgaris* var. *cruenta* Alef.) ve mor lahanaya (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) sebzeleri ile üretilen kombucha çaylarının fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal parametreleri araştırılmıştır. 21 günlük fermantasyon süresince örneklerin; pH, briks, su aktivitesi (a_w), viskozite, toplam antioksidan kapasite ve fenolik madde miktarı değerlerinin azaldığı ($P<0.05$), pelikül ağırlığı (biyokütle ağırlığı) değerinin ise arttığı ($P<0.05$) belirlenmiştir. Üç haftalık fermantasyon sonunda, en düşük pH ve su aktivitesi değerleri sırasıyla; 3.1 ve 0.899 ile kırmızı havuçtan üretilen örneklerde, en yüksek briks ve viskozite (100 rpm) değerleri ise; 9.59 ve 79 cP ile kırmızı pancardan üretilen kombucha çay örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon süresince toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve maya/küf sayıları ile *Lactococcus/Streptococcus* türü bakteri sayılarının azaldığı, buna karşın ozmofilik maya, asetik ve laktik asit bakteri sayılarının ise arttığı saptanmıştır ($P<0.05$). Fermantasyon süresince a^* değerlerinin arttığı, buna karşın L^* ve b^* değerinin ise azaldığı ($P<0.05$) sonucuna varılmıştır. Duyusal analizler sonucunda ise, tüm duyuşal kriterler açısından en çok tercih edilen örneğin 8.85 genel beğeni puanı ile kırmızı pancar, en az tercih edilen örneğin ise; 4.03 genel beğeni puanı ile mor lahanaya ile üretilen örnekler olduğu belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 27 January 2020
Received in revised form 09 April 2020
Accepted 09 April 2020

Keywords:

Kombucha
Red carrot
Red beet
Purple cabbage
Fermentation

ABSTRACT

In this study investigated the chemical, microbiological, color and sensory parameters of kombucha teas produced with red carrot (*Daucus carota* L. var. *atrorubens* Alef.), red beet (*Beta vulgaris* var. *cruenta* Alef.) and purple cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*). During the 21-day fermentation, it was determined that pH, brix, water activity (a_w), viscosity, total antioxidant and phenolic content values decreased ($P<0.05$) whereas pellicle weight value increased ($P<0.05$). At the end of the three-week fermentation, the lowest pH and water activity values were 3.1 and 0.899, respectively, determined in samples produced from red carrots whereas the highest brix and viscosity values (100 rpm) were found in Kombucha tea samples produced from red beet, as 9.59% and 79 cp, respectively. During the fermentation, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) and yeast / mold and *Lactococcus / Streptococcus* species bacteria counts decreased, whereas osmophilic yeast, acetic and lactic acid bacteria count increased ($P<0.05$). It was concluded that a^* values increased during fermentation whereas L^* and b^* values decreased ($P<0.05$). As a result of the sensory analysis, the most preferred sample in terms of all sensory criteria was the tea produced using red beet with 8.85 overall rating score whereas the least preferred sample was the tea sample produced with using cabbage with an overall rating of 4.03.

1. Giriş

Kombucha çayı Dünya çapında tüketilen hafif tatlı, hafif asitli, ferahlatıcı ve düşük oranda karbondioksit içeriğine sahip bir içecektir. Kombucha çayı, çay yapraklarından elde edilen infüzyona, bakteri ve mayaların simbiyotik birlikteliğinden oluşan çay mantarı ilave edilerek fermentasyonu ile elde edilmektedir (Chen ve Liu 2000). Çin kökenli olan çay, 2000 yıldan fazla zamandır Asya'da geleneksel olarak tüketilmektedir. Bununla birlikte Rusya, Almanya ve Kuzey Avrupa ülkelerinde de sevilmektedir (Akarca ve Tomar 2018). Köpüklü elma suyuna andıran hafif asitli, karbonatlı ve tatlı bir tada sahip olan çay ticari kültür karışımları ya da mevcut kombucha kültürü kullanılarak üretilmektedir. Çoğunlukla ev ortamında hazırlanarak tüketilmekte olup, ticari boyutta üretim sınırlıdır (Jayabalan ve ark. 2014). Kombucha; şekerli çayda gelişen, zoogleal yapıda, asetik asit bakterileri ile ozmofilik maya türlerinin simbiyotik gelişmesi sonucunda meydana gelen yapıya verilen ortak addır. Pelikül adı da verilen bu yapıdan *Acetobacter xylinum* gibi karakteristik bakteri türleri ve *Pichia* cinsine bağlı olarak çeşitli maya türleri ile *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces* cinsi mayalar izole edilebilir (Jayabalan ve ark. 2014). Ayrıca *Gluconacetobacter* ve *Lactobacillus* cinslerine ait bakteriler de izole edilebilmektedir (Trovatti ve ark. 2011). Orijinali siyah çaydan üretilen kombucha çayının tadının yumuşatılması, aromasının farklılaştırılması, fonksiyonellik değerini ve besleyiciliğini zenginleştirmek amacıyla diğer bitkisel materyallerde de (nane, adaçayı, ıhlamur, karadut, kuşburnu, kekik, çilek vb.) üretimi gerçekleştirilmektedir (Jayabalan ve ark. 2014).

Bu çalışmada, çeşitli kırmızı ve mor sebzeler (kırmızı havuç, kırmızı pancar ve mor lahanası) ile hazırlanan kombucha çaylarının fermentasyon süresi boyunca (0, 7, 14 ve 21. gün) fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan sebzeler (kırmızı havuç, kırmızı pancar ve mor lahanası) Afyonkarahisar/Türkiye ilindeki yerel pazarlardan temin edilerek, gerekli alt tür ve varyete düzeyinde teşhisi Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyeleri tarafından yapıldıktan sonra, Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir.

2.2. Kombucha çaylarının hazırlanması

Kombucha çaylarının üretimi Akarca ve Tomar (2018)'in belirtilen koşullar modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kırmızı havuç (*Daucus carota* L. var. *atrorubens* Alef.), kırmızı pancar (*Beta vulgaris* var. *cruenta* Alef.) ve mor lahanası (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) numunelerinin önce rende ile küçük parçalara ayrılması sağlanmıştır. Ardından her sebzededen 100'er g, alınarak, üzerine 1000 ml içme suyu ve 100 g l⁻¹ oranında sakkaroz ilave edilerek tamamen eriyene kadar karıştırılmıştır. Ardından, 95°C'de 15 dk süre ile ısı işlem uygulanmıştır. Isıl işlemin ardından örnekler 20 dk süreyle demlenmeye bırakılmıştır. Süre bitiminde karışımlar steril süzme kağıdından (Whatman, Grade 54, Diameter 55 mm) süzülerek, ağzı kapalı kavanozlar içerisinde 121°C'de 20 dk süre ile otoklavda (Nüve-OT 90L, Türkiye) sterilize edilmiştir.

Örnekler 25°C'ye kadar soğutulduktan sonra, içlerine daha önceden üretilen siyah kombucha çayının sıvı fazından 150 ml ve pelikül fazından (Bakteri ve Mayaların Simbiyotik Kültürü) ortalama 15 g l⁻¹ olacak şekilde ilave edilmiş ve 21 gün boyunca 24±1°C'de karanlık bir ortamda fermentasyona bırakılmıştır.

2.3. Fiziksel ve kimyasal analizler

Fermentasyon süresi boyunca haftalık olarak örneklerin pH değeri Hanna (HI 2215, Almanya) pH metre ve briks (% çözümlü kuru madde içeriği) el refraktometresi (Atago Refractometer N-1E, Japonya) kullanılarak Budak (2015)'te belirtildiği şekilde ölçülmüştür. Viskozite (50 ve 100 rpm) (Brookfield, Middleboro, MA, ABD) 2 numaralı spindle kullanılarak oda sıcaklığında (Ryan 2019), mantar ağırlığı hassas terazide (Radwag PS-1000 R2, Polonya), su aktivitesi (a_w) su aktivitesi ölçüm cihazında (Novasina, LabTouch, İsviçre), renk değerleri ise kolorimetre (Konika Minolta Krom Metre CR-400) kullanılarak Akarca ve ark. (2015)'e göre ölçülmüştür. Toplam antioksidan kapasite (% inhibisyon) ve toplam fenolik madde miktarı (mg GAE l⁻¹) analizleri ise DPPH ve Folin-Ciocalteu yöntemlerine göre Bekir ve ark. (2013)'te belirtildiği şekilde yapılmıştır. Toplam antioksidan kapasite (% inhibisyon) hesaplanması ise aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\% \text{İnhibisyon} = 100 (A_{(k\ddot{o}r)} - A_{(\ddot{o}rnek)}) / A_{(k\ddot{o}r)}$$

A: 520 nm'de absorban değeri.

2.4. Mikrobiyolojik analizler

Kombucha çaylarının mikrobiyolojik analizleri yayma plak metoduna göre yapılmıştır. Buna çay örneklerinden hazırlanan dilüsyonlardan 0.1'er ml steril bir otomatik pipet (Research Plus, Eppendorf, Almanya) yardımıyla alınarak uygun besiyerlerine inokule edildikten sonra steril drigalski spatülü (Fıratpen, Türkiye) yardımıyla yüzeye homojen bir şekilde yayılmıştır. Toplam aerobik mezofilik Bakteri (TAMB) sayısı analizi; Plate Count Agar (PCA) (Merck 1.05463, Almanya) ile, 30°C aerobik koşullarda 48/72 saat (ISO 2013), Maya/Küf sayısı analizi; Rose Bengal Chloramphenicol Agar (Merck 1.00467) ile aerobik koşullarda 22°C'de 3/5 gün (ISO 2008a), Ozmofilik maya sayısı analizi; DG-18 Agar (Merck 1.04092, Almanya) ile, aerobik koşullarda 30°C'de 5-7 gün (ISO 2008b), laktik asit bakteri sayısı analizi; Man Rogosa and Sharpe (MRS) Agar (Merck 1.10661, Almanya) ile 30°C'de anaerobik koşullarda 24/48 saat (Tomar ve ark. 2018), *Lactococcus/Streptococcus* türü bakteri sayısı analizi; M-17 Agar (Merck, 1.15108, Almanya) ile 30°C'de aerobik koşullarda, 24/48 saat (Halkman 2005) ve asetik asit bakteri sayısı analizi Yeast Extract Calcium Carbonate Glucose (YCG) Agar (Himedia M1182, India) ile 30°C'de aerobik koşullarda 5/10 gün sürede (De Vero ve ark. 2006) yapılmıştır. İnkubasyon sonunda tüm paralellere ait sonuçların ortalamaları alınmış, tespit edilen değer 10 ile çarpılarak örneklerin ml'sinde bulunan mikroorganizma sayıları hesaplanmıştır.

2.5. Duyusal analiz

Örneklerin duyuşal değerlendirilmesi, fermentasyonun 21. gününde Akarca ve ark. (2015)'de belirtilen duyuşal test parametreleri modifiye edilerek oluşturulan puan kartları kullanılarak yapılmıştır. Analizler, Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ile doktora

öğrencilerinden oluşan yirmi panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Numuneler tat, yapı, görünüş, koku ve genel beğeni alanlarında 1-10 arasında hedonik skala ile değerlendirilmiştir.

2.6. İstatistiksel analizler

Araştırmada analizler çift tekerrür ve çift paralel olarak yapılmış olup, istatistiksel sonuçlar SPSS V 23.0.0.0 istatistik programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Üç haftalık fermentasyon süresince örneklerin tamamında pH değeri azalmıştır ($P<0.05$; Çizelge 1). pH değeri üzerine, örnek çeşidi, depolama süresi ve örnek çeşidi x depolama süresi ($P<0.0001$) etkileşiminin çok önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Fermentasyon sonunda, en düşük pH değerleri 3.10 ile kırmızı pancar, en yüksek ise; 4.15 ile mor lahana örneklerinde olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 1). Mor lahana örneğinin pH değerinin daha yüksek kalmasının, bileşiminde bulunan fermente olabilir şekerler miktarının diğer iki sebzeyle kıyasla daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alejandra ve ark. (2019) araştırmasında kombucha çaylarının fermentasyon süresi boyunca pH değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlar bu çalışma bulgularıyla paraleldir. Fermentasyon süresince pH değerinde meydana gelen azalma; başta asetik ve laktik asit olmak üzere fermentasyon süresince oluşan organik asitlerin konsantrasyonundaki artıştan kaynaklanmaktadır (Chen ve Liu 2000).

Bütün örneklerin pelikül ağırlığı fermentasyon sonucunda artmıştır ($P<0.05$; Çizelge 1). Pelikül miktarının artışı üzerinde, örnek çeşidi, fermentasyon süresi ve örnek çeşidi x fermentasyon süresi ($P<0.0001$) etkileşiminin çok önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Fermentasyon süresince en fazla artışın 22.84 g ile kırmızı pancar örneğinde, en az artış ise 2.04 g ile mor lahana örneğinde olduğu belirlenmiştir. Pelikül miktarında meydana gelen artışın fermentasyon süresince gelişen, başta ekstra polisakkarit sentezleyen asetik asit bakterilerinin gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mor lahana örneğinde pelikül miktarının diğer iki sebzeyle kıyasla çok düşük oranda artış göstermesinin bu sebzeyle fermente olabilir şeker miktarının çok daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Susilowati ve ark. (2017) çalışmalarında fermentasyon süresince pelikül biyokütlesinin ağırlığının artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Fermentasyon süresince tüm örneklerin briks değerlerinde azalış gözlenmiştir ($P<0.05$). Fermentasyon süresi boyunca meydana gelen en fazla azalmanın mor lahana örneğinde (%5.44) olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$; Çizelge 1). Briks değeri üzerinde örnek çeşidi, fermentasyon süresi ve örnek çeşidi x fermentasyon süresinin çok anlamlı olduğu ($P<0.0001$) tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Abuduaibifu ve Tamer (2019) yaptıkları çalışmalarında kombucha çaylarının briks değerlerinin fermentasyon süresince azalış gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından tespit edilen değerler ile araştırma sonuçlarımız paralellik göstermektedir. Briks değerindeki azalış, fermentasyon sırasında mayaların sakkarozu, glikoz ve fruktoza hidrolize etmesi ve asetik asit bakterilerinin de glikoz ve fruktozu glikoliz yoluyla etanole dönüştürmesinden kaynaklanmıştır.

Kombucha çay örneklerinin su aktivitesi (a_w) değerleri fermentasyon süresince azalış göstermiştir ($P<0.05$; Çizelge 1). Fermentasyon sonunda en düşük su aktivitesi değeri 0.899 ile kırmızı havuç örneğinde, en yüksek su aktivitesi değeri ise 0.942 ile mor lahana örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Su aktivitesi değerlerinde meydana gelen azalmanın mikroorganizma gelişmesine bağlı oluşan metabolit varlığının artışı ile ortamdaki serbest su miktarının azalmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Örneklerin tamamında iki ayrı hızda (50 ve 100 rpm) ölçülen viskozite değerleri fermentasyon süresi boyunca azalmıştır ($P<0.05$; Çizelge 1). Ayrıca her iki hızda da viskozite değeri üzerinde örnek çeşidi ve fermentasyon süresinin ($P<0.0001$) çok fazla anlamlı, 100 rpm hızda yapılan ölçümlerde ise örnek çeşidi x fermentasyon süresi etkileşiminin anlamlı ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Fermentasyon süresi boyunca en fazla azalmanın (her iki hızda yapılan ölçümlerde) mor lahana örneğinde (17 ve 21 cP) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Şekerlerin mikroorganizma faaliyeti sonucunda parçalanmasına bağlı olarak oluşan, suda çözünen kuru madde miktarındaki azalmanın, fermentasyon süresince örneklerin viskozite değerlerinin düşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Watawana ve ark. (2016) çalışmalarında; hindistan cevizi suyundan yapılan kombucha çayının fermentasyona bağlı olarak viskozitesinin arttığını bildirmişlerdir. Çalışmalar arasında tespit edilen bu farklılığın üretim, hammadde ve fermentasyon koşullarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fermentasyon süresi boyunca toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite azalmıştır ($P<0.05$; Çizelge 1). Üç haftalık fermentasyon süresi sonunda en düşük toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değerleri sırasıyla 49.29 mg GAE l⁻¹ ve %33.77 olarak mor lahana örneklerinde belirlenmiştir ($P<0.05$; Çizelge 1). Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite üzerinde örnek çeşidi ve fermentasyon süresi etkileşimlerinin $P<0.0001$ düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Fermentasyon süresince toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitedeki azalmalar üzerinde asidik koşullar altında hidroliz, izomerizasyon ve polimerizasyon gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Chu ve Chen (2006) ile Yıkılmış ve Tuğgüm (2019) çalışmalarında, kombucha çaylarında fermentasyon süresince toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasitesi değerlerinin düşüş gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacıların bildirdiği sonuçlar ile yapılan bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir.

Örneklerin L*, a* ve b* değerleri üzerinde, örnek çeşidi ($P<0.0001$), fermentasyon süresi ($P<0.0001$) ve örnek çeşidi x fermentasyon süresi ($P<0.0001$) (L* hariç) etkileşimlerinin çok fazla anlamlı olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 2). Fermentasyon süresi boyunca örneklerin tamamının L* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$; Şekil 1). Fermentasyon süresince en fazla azalma (19.88 değer azalma ile) kırmızı pancar örneğinde, buna karşın en az azalma ise (8.29 değerlik azalma ile) mor lahana örneğinde meydana gelmiştir. 21 günlük fermentasyon boyunca kırmızı pancar örneklerinin a* değerlerinde azalış gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Mor lahana örneklerinde ise 0., 7. ve 14. günlerde artış gözlemlenirken, 21. günde azalma gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Fermentasyonun son gününde en yüksek a* değeri kırmızı pancar örneğinde (24.45), buna karşın en düşük değer ise mor lahana örneğinde (16.13) olduğu ortaya konulmuştur ($P<0.05$; Şekil 2). Tüm örneklerin b* değerleri fermentasyon süresi

Çizelge 1. Örneklerin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Table 1. Physical and chemical analysis results of samples.

Kriter	pH	Pelikül Ağırlığı (g)	Briks (g 100 g ⁻¹)	Su Aktivitesi (a _w)	Viskozite 50 rpm (cP)	Viskozite 100 rpm (cP)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE L ⁻¹)	Toplam Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)
Örnek Çeşidi (Ö)								
KH	3.82±0.53 ^c	24.18±7.32 ^b	10.36±1.66 ^b	0.919±0.01	57.19±4.16 ^b	59.19±6.01 ^b	206.12±24.24 ^b	67.02±6.73 ^b
KP	4.21±0.32 ^b	28.66±9.19 ^a	11.59±1.42 ^a	0.935±0.01	72.50±4.00 ^a	85.50±5.55 ^a	241.19±25.64 ^a	85.73±8.69 ^a
ML	4.38±0.23 ^a	16.90±3.90 ^c	8.91±2.12 ^c	0.833±0.07	42.38±7.05 ^c	41.63±8.80 ^c	70.23±21.31 ^c	42.39±7.67 ^c
P Value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.547	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fermentasyon Zamanı (FZ)								
0	4.55±0.10 ^a	16.69±4.30 ^d	12.36±0.75 ^a	0.947±0.01	63.50±12.53 ^a	70.67±18.59 ^a	201.85±80.67 ^a	73.90±19.14 ^a
7	4.37±0.21 ^b	19.74±5.80 ^c	11.01±1.13 ^b	0.941±0.01	59.08±11.88 ^b	64.67±18.17 ^b	180.27±82.93 ^b	68.69±20.62 ^b
14	4.04±0.20 ^c	26.66±7.53 ^b	9.82±1.37 ^c	0.776±0.01	55.50±14.15 ^c	59.08±20.90 ^c	164.01±85.96 ^c	62.32±19.74 ^c
21	3.63±0.43 ^d	29.88±9.67 ^a	7.96±1.57 ^d	0.920±0.01	51.33±15.73 ^d	54.00±21.55 ^d	143.93±74.31 ^d	55.26±18.43 ^d
P Value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.409	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Ö x FZ								
KH x 0	4.54±0.01 ^b	17.96±1.20 ^{ef}	12.35±0.35 ^b	0.933±0.001 ^{fg}	62.00±2.83 ^c	67.00±1.41 ^c	237.03±6.32 ^b	74.48±3.82 ^c
KP x 0	4.45±0.03 ^c	16.18±0.11 ^{ef}	13.18±0.04 ^a	0.946±0.001 ^{cd}	78.00±2.82 ^a	93.00±1.41 ^a	268.97±7.71 ^a	94.81±2.96 ^a
ML x 0	4.66±0.01 ^a	15.96±0.28 ^g	11.54±0.15 ^c	0.960±0.002 ^a	50.50±2.12 ^f	52.00±1.77 ^f	99.54±4.51 ^f	52.41±2.20 ^e
KH x 7	4.43±0.02 ^c	17.04±0.24 ^{ef}	11.11±0.03 ^d	0.928±0.003 ^g	58.75±1.06 ^{cd}	61.00±1.41 ^d	214.25±14.01 ^c	70.23±1.48 ^{cd}
KP x 7	4.11±0.01 ^e	25.90±0.23 ^d	12.22±0.04 ^b	0.938±0.004 ^{ef}	72.50±0.71 ^b	86.50±1.41 ^b	250.90±3.44 ^b	90.81±3.59 ^a
ML x 7	4.57±0.01 ^b	16.29±0.45 ^{ef}	9.71±0.11 ^e	0.956±0.002 ^{ab}	46.00±1.41 ^g	46.50±2.12 ^g	75.65±2.16 ^g	45.05±3.36 ^f
KH x 14	4.11±0.02 ^c	29.09±0.15 ^c	9.79±0.24 ^e	0.916±0.002 ^h	56.00±1.42 ^{de}	56.75±0.71 ^e	195.15±3.30 ^d	64.91±2.52 ^d
KP x 14	3.79±0.01 ^f	33.54±1.54 ^b	11.36±0.11 ^{cd}	0.935±0.001 ^f	71.00±1.41 ^b	83.50±1.41 ^b	240.43±8.08 ^b	82.93±2.91 ^b
ML x 14	4.23±0.01 ^d	17.35±1.09 ^{ef}	8.31±0.05 ^f	0.951±0.001 ^{bc}	39.50±2.12 ^h	37.00±1.41 ^h	56.45±10.84 ^h	39.16±2.69 ^{fg}
KH x 21	3.76±0.01 ^f	32.65±1.68 ^b	8.19±0.06 ^f	0.899±0.004 ⁱ	52.00±1.41 ^{ef}	52.00±2.12 ^f	178.04±2.01 ^e	58.48±2.26 ^e
KP x 21	3.10±0.02 ^g	39.02±0.15 ^a	9.59±0.09 ^e	0.919±0.003 ^b	68.50±2.13 ^b	79.00±1.41 ^c	204.47±5.86 ^{cd}	74.37±1.66 ^c
ML x 21	4.15±0.01 ^e	17.99±0.31 ^e	6.11±0.04 ^g	0.942±0.002 ^{de}	33.50±2.11 ⁱ	31.00±1.41 ⁱ	49.29±1.23 ^h	33.77±3.59 ^g
P Value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

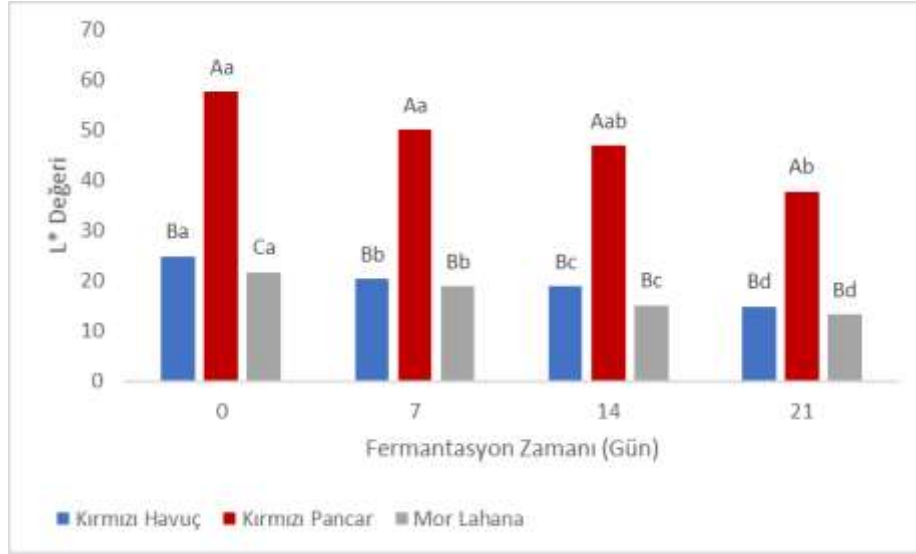
0: Fermentasyon başlangıcı, 7: Fermentasyonun 7. günü, 14: Fermentasyonun 14. günü, 21: Fermentasyonun 21. günü, a-i(j) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). KH: Kırmızı Havuç, KP: Kırmızı Pancar, ML: Mor Lahana, ort±std sapma.

Çizelge 2. Kombucha çay örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları (F değerleri).

Table 2. Variance analysis results (F values) of chemical analysis results of Kombucha tea samples.

Faktör	pH	Pelikül Ağırlığı	Briks	Su Aktivitesi (a _w)	Viskozite (50 rpm)	Viskozite (100 rpm) (cP)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE L ⁻¹)	Toplam Antioksidan Kapasite (% inhibisyon)	L*	a*	b*
Örnek (Ö)	2272.536***	436.374***	686.272***	1.043	499.309***	1635.384***	1382.587***	506.756***	383.861***	47.417***	1645.137***
Zaman (Z)	1296.157***	610.750***	1003.044***	0.634	44.259***	129.663***	76.720***	52.817***	27.831***	2068.414***	3679.215***
Ö x Z	124.575***	36.375***	16.050***	1.007	2.500	3.780*	1.647	0.485	2.242	99.637***	178.290***

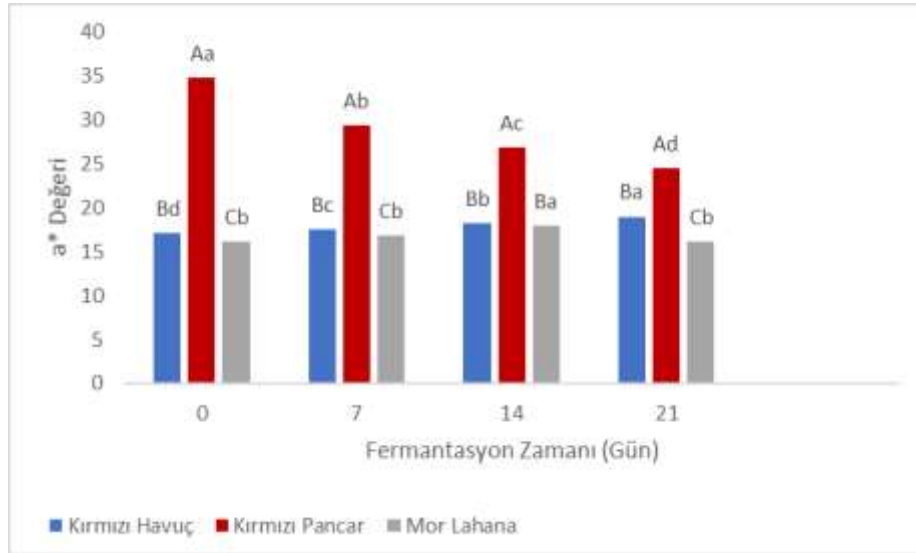
***: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı ($P<0.0001$), **: İstatistiksel olarak fazla anlamlı ($P<0.01$), *: İstatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$).



Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Şekil 1. Fermentasyon süresince örneklerin L* değerindeki değişimler.

Figure 1. Changes in L* value of samples during fermentation.



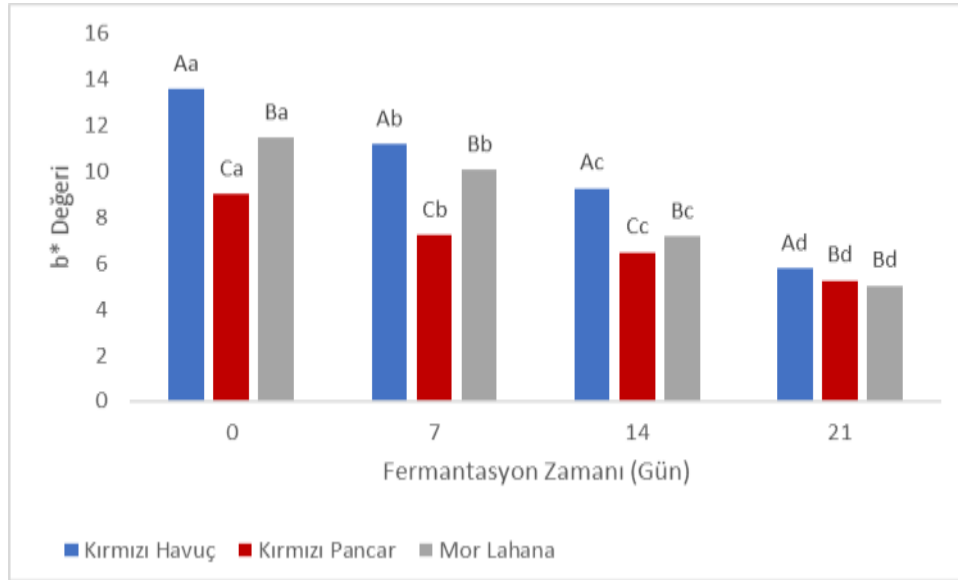
Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

Şekil 2. Fermentasyon süresince örneklerin a* değerindeki değişimler.

Figure 2. Changes in a* value of samples during fermentation.

boyunca azalmıştır ($P<0.05$). Fermentasyonun 21. gününde b* değerleri sırasıyla kırmızı havuç (5.80), kırmızı pancar (5.25) ve mor lahana (5.04) olarak belirlenmiştir ($P<0.05$; Şekil 3). Fermentasyon süresince en fazla azalışın kırmızı havuç örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Kombucha çayı örneklerinde, a* değerinin değişimleri ile L* ve b* değerlerinin azalmasının nedenlerinin; fermentasyona bağlı olarak pH'nın azalması ve mikroorganizma gelişmesi sonucunda renk pigmentlerinin ve polifenolik bileşenlerin parçalanmasından (Watawana ve ark. 2016) kaynaklandığı düşünülmektedir. Abuduaibifu ve Tamer (2019) kombucha çaylarında, renk değerlerinin (L*, a*, b*) 21 günlük fermentasyon boyunca artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışma ile bulgularımız arasındaki farklılığın en önemli nedeninin; kullanılan hammaddeler ve özelliklerinin aynı olamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örneklerin tamamında TAMB ve maya/küf sayılarının fermentasyon süresince azaldığı saptanmıştır ($P<0.05$). Süre sonunda en düşük TAMB ve maya/küf sayıları sırasıyla 2.11 ve 4.01 Log kob ml⁻¹ ile kırmızı pancar örneklerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Örnekler arasında en az düşüş, mor lahana ile üretilen örneklerde, sırasıyla; 0.11 ve 0.26 Log kob ml⁻¹, olarak saptanmıştır. TAMB ve maya/küf sayılarının azalması üzerinde; fermentasyon süresi boyunca asetik ve laktik asit bakterisi sayılarındaki artış ile ortamdaki organik asitlerin konsantrasyonlarındaki yükselişin etkili olduğu düşünülmektedir. Yıkılmış ve Tuğgüm (2019) araştırma sonuçlarımıza paralel şekilde, tüm kombucha örneklerinin TAMB ve maya/küf sayılarının, Rahmani ve ark. (2019) maya/küf sayılarının fermentasyon süresince azaldığını belirtmişlerdir.



Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 3. Fermentasyon süresince örneklerin b* değerindeki değişimler.

Figure 3. Changes in b* value of samples during fermentation.

Çizelge 3. Örneklerin mikrobiyolojik analiz sonuçları (Log kob ml⁻¹).

Table 3. Microbiological analysis results of samples (Log cfu ml⁻¹).

Kriter	TAMB Sayısı	Maya/Küf Sayısı	Ozmofilik Maya Sayısı	Laktik Asit Bakterisi Sayısı	Lactococcus/ Streptococcus Türü Bakteri Sayısı	Asetik Asit Bakterisi Sayısı
Örnek Çeşidi (Ö)						
KH	2.74±0.33 ^a	4.89±0.20 ^c	2.95±0.28 ^b	3.98±0.53 ^a	3.75±0.41 ^a	5.25±1.35 ^b
KP	2.58±0.42 ^a	5.53±0.37 ^a	2.57±0.38 ^c	3.86±0.77 ^a	3.80±0.52 ^a	5.70±1.59 ^a
ML	5.68±0.05 ^a	5.16±0.11 ^b	3.34±0.25 ^a	3.45±0.06 ^b	3.16±0.34 ^b	3.92±0.67 ^c
P Value	0.540	0.583	P<0.0001	P<0.0001	P<0.0001	P<0.0001
Fermentasyon Zamanı (FZ)						
0	3.22±0.14 ^a	5.14±0.18 ^a	2.60±0.46 ^d	3.22±0.19 ^d	3.16±0.07 ^c	3.35±0.22 ^d
7	3.01±0.32 ^a	4.93±0.23 ^b	2.83±0.33 ^c	3.57±0.20 ^c	3.58±0.19 ^b	4.64±0.84 ^c
14	2.74±0.48 ^a	4.80±0.28 ^c	3.05±0.32 ^b	3.92±0.36 ^b	3.85±0.71 ^a	5.41±0.99 ^b
21	5.70±0.55 ^a	4.57±0.47 ^d	3.34±0.31 ^a	4.33±0.67 ^a	3.49±0.74 ^b	6.41±1.34 ^a
P Value	0.820	0.824	P<0.0001	P<0.0001	P<0.0001	P<0.0001
Ö x FZ						
KH x 0	3.11±0.04 ^b	5.19±0.06 ^{ab}	2.62±0.08 ^g	3.29±0.08 ^e	3.17±0.08 ^{fg}	3.43±0.15 ^h
KP x 0	3.15±0.03 ^b	4.93±0.07 ^{cd}	2.07±0.09 ^h	2.99±0.06 ^f	3.11±0.09 ^{gh}	3.55±0.16 ^h
ML x 0	3.40±0.04 ^a	5.30±0.03 ^a	3.10±0.09 ^{cd}	3.38±0.05 ^e	3.21±0.08 ^{fg}	3.10±0.17 ⁱ
KH x 7	2.96±0.12 ^c	4.91±0.09 ^{cd}	2.84±0.10 ^{ef}	3.81±0.13 ^d	3.75±0.08 ^{de}	5.15±0.10 ^e
KP x 7	2.70±0.02 ^d	4.69±0.04 ^e	2.47±0.06 ^g	3.48±0.04 ^e	3.63±0.13 ^e	5.21±0.09 ^{de}
ML x 7	3.39±0.03 ^a	5.19±0.03 ^{ab}	3.19±0.07 ^{bcd}	3.43±0.06 ^e	3.37±0.13 ^f	3.57±0.16 ^h
KH x 14	2.49±0.06 ^e	4.81±0.05 ^{de}	3.08±0.06 ^{cd}	4.18±0.08 ^c	4.21±0.11 ^{ab}	5.45±0.10 ^d
KP x 14	2.38±0.05 ^e	4.49±0.03 ^f	2.69±0.11 ^{fg}	4.10±0.19 ^c	4.41±0.11 ^a	6.50±0.13 ^c
ML x 14	3.35±0.01 ^a	5.11±0.02 ^b	3.38±0.08 ^b	3.48±0.08 ^e	2.95±0.05 ^h	4.28±0.06 ^g
KH x 21	2.40±0.08 ^e	4.69±0.05 ^e	3.29±0.09 ^{bc}	4.62±0.07 ^b	3.89±0.06 ^{cd}	6.99±0.12 ^b
KP x 21	2.11±0.03 ^f	4.01±0.13 ^g	3.03±0.17 ^{de}	4.89±0.20 ^a	4.04±0.13 ^{bc}	7.54±0.16 ^a
ML x 21	3.29±0.04 ^a	5.04±0.03 ^{bc}	3.69±0.11 ^a	3.50±0.02 ^e	2.55±0.10 ⁱ	4.72±0.13 ^f
P Value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

0: Fermentasyon başlangıcı, 7: Fermentasyonun 7. günü, 14: Fermentasyonun 14. günü, 21: Fermentasyonun 21. günü, a-i(l) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). KH: Kirmızı Havuç, KP: Kirmızı Pancar, ML: Mor Lahana, ort±std sapma.

Örnek çeşidi, fermentasyon süresi ve örnek çeşidi x fermentasyon süresi etkileşimlerinin (ozmofilik maya sayısı hariç) laktik, asetik asit bakterisi *Lactococcus/Streptococcus* türü bakteri ve ozmofilik maya sayıları üzerinde çok fazla anlamlı ($P<0.0001$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışmada fermentasyon süresi boyunca ozmofilik maya, asetik asit ve laktik asit bakterisi sayılarında artış görülmüştür ($P<0.05$; Çizelge 3). Ayed ve ark. (2017) çalışmalarında farklı sıcaklıklarda fermentasyon süresi boyunca tüm örneklerin ozmofilik maya, asetik asit ve laktik asit bakterisi sayılarının arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen veriler ile araştırmamız bulguları paralellik göstermektedir. Mikroorganizma sayılarında meydana gelen bu artışın, ortamdaki fermente olabilir karbonhidrat miktarının yeterli olması ve ortam koşullarının bu mikroorganizmaların gelişmesine elverişli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. *Lactococcus/Streptococcus* türü bakteri sayıları ise; fermentasyonun 14. gününe kadar bir artış göstermesine karşın (mor lahanada 7. günden sonra), kalan sürede ise azalmıştır ($P<0.05$; Çizelge 3). Bu azalışın, ortam asitliğinin ve diğer fermentatif mikroorganizmaların sayısının artmasına bağlı olarak *Lactococcus/Streptococcus* türü bakterilerin gelişmesini baskılamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Duyusal analiz sonuçları, tüm duyusal kriterler (tat, yapı, görünüş, koku ve genel beğeni) açısından değerlendirildiğinde; en fazla beğenilen örneğin kırmızı pancar, buna karşın en az beğenilen örneğin mor lahanadan üretilen çay örnekleri olduğu ortaya konulmuştur. Kırmızı pancardan üretilen kombucha çay örneğinin tat, yapı, görünüş, koku ve genel beğeni puanları

sırasıyla; 8.44, 8.54, 9.46, 7.14, 8.44 olarak, buna karşın kırmızı lahanaya üretilen örneğin ise; 4.05, 6.47, 7.26, 3.58 ve 4.05 olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$; Şekil 4).

4. Sonuç

Bu çalışmada, üç farklı kırmızı ve mor sebze ile üretilen kombucha çay örneklerinin; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda özellikle kırmızı pancar ve kırmızı havucun kombucha çayı üretiminde kullanılabileceği, buna karşın mor lahananın kombucha çayı üretimine uygun olmadığı ortaya konulmuştur. Kombucha çayı, vücut tarafından sindirilen, emilen ve metabolize edilen ve etkilerini hücre düzeyinde uygulayan çok çeşitli biyoaktif bileşenlerin kaynağıdır. Kombucha çayının sağlığa faydalı yönleriyle, son zamanlarda popülerliği artmaktadır. Farklı sebzelerin kombucha çaylarında substrat olarak kullanılmasının lezzet, aroma ve fonksiyonel özellikleri açısından daha fazla tercih edilebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, Kombucha çayı, sağlığa yararları ve terapötik özelliklere sahip olması nedeniyle gazlı içecek tüketiminin yerine alternatif olabileceği düşünülmektedir.

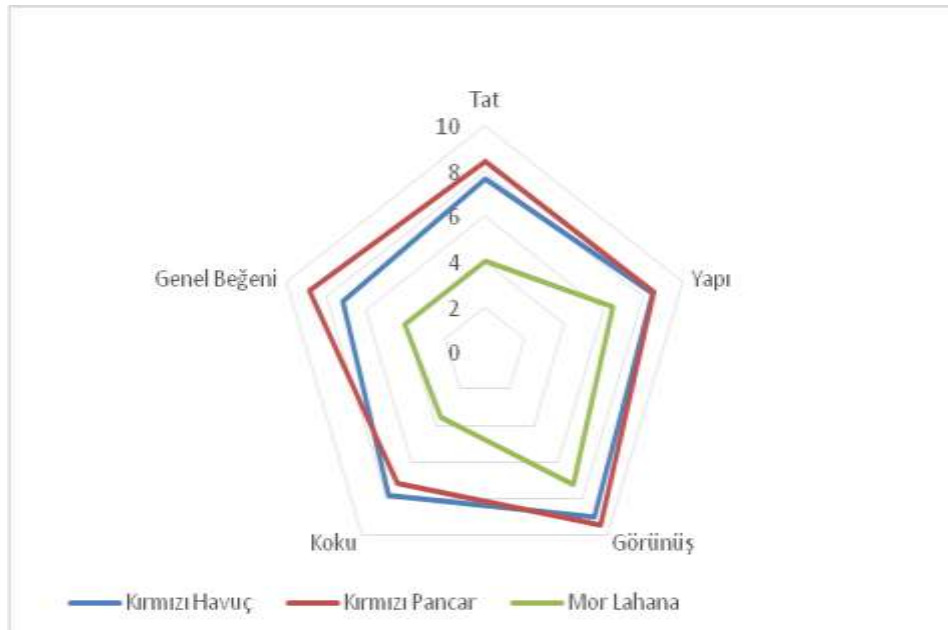
Sonuçlar, antosiyanin bakımından zengin hammaddelerin kombucha içeceğinin besinsel değerine, fonksiyonel ve duyusal özelliklerine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ancak Kombucha'nın fermentasyon süreci ile biyolojik aktiviteleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve fonksiyonel bir içecek olarak kullanımı için kapsamlı bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.

Çizelge 4. Kombucha çay örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları (F değerleri).

Table 4. Results of variance analysis (F values) of microbiological analysis of Kombucha tea samples.

Faktör	TAMB	Maya/Küf	Ozmofilik Maya	Laktik Asit Bakterisi	<i>Lactococcus/Streptococcus</i>	Asetik Asit Bakterisi
Çeşit	0.646	0.562	127.480***	57.706***	175.357***	389.686***
Depo	0.307	0.301	43.417***	126.742***	56.155***	564.423***
Çeşit x Depo	0.478	0.468	1.691	29.001***	43.630***	35.809***

***: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı ($P<0.0001$), **: İstatistiksel olarak fazla anlamlı ($P<0.01$), *: İstatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$).



Şekil 4. Kombucha çay örneklerinin duyusal analiz sonuçları.

Figure 4. Sensory analysis results of Kombucha tea samples.

Kaynaklar

- Abuduaibifu A, Tamer CE (2019) Evaluation of physicochemical and bio accessibility properties of goji berry kombucha. *Journal of Food Processing and Preservation* 43: 14077.
- Akarca G, Tomar O, Gök V (2015) Effect of different packaging methods on the quality of stuffed and sliced mozzarella cheese during storage. *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6): 2912-2918.
- Akarca G, Tomar O (2018) Antimicrobial and antioxidative properties of kombucha teas produced with black and green tea. *European Journal of Science and Technology* 14: 96-101.
- Alejandra S, Soto V, Beauforta S, Bouajilaa J, Soucharda JP, Renardc T, Rollanc S, Taillandier P (2019) Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts. *Bress Biochemistry* 83: 44-54.
- Ayed L, Ben Abid S, Hamdi M (2017) Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology* 67(1): 111-121.
- Bekir J, Mars M, Souchard JP, Bouajila J (2013) Assessment of antioxidant, anti-inflammatory, anti-cholinesterase and cytotoxic activities of pomegranate (*Punica granatum*) leaves. *Food and Chemical Toxicology* 55: 470-475.
- Budak N (2015) Total antioxidant activity and phenolic contents with advanced analytical techniques in the mulberry vinegar formation process. *Fruit Science* 2(2): 27-31.
- Chen C, Liu BY (2000) Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology* 89: 834-839.
- Chu SC, Chen C (2006) Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry* 98: 502-507.
- De Vero L, Gala E, Gullo M, Solieri L, Landi S, Giudici P (2006) Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) analysis to evaluate acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar. *Food Microbiology* 23: 809-813.
- Halkman K (2005) Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. 1. Baskı. Başak Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara.
- ISO (2008a) International Standard Organization, ISO 21527-1:2008 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds – Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95.
- ISO (2008b) International Standard Organization, ISO 21527-2:2008 Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds – Part 2: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95.
- ISO (2013) International Standard Organization, 4833-1:2013 Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of micro-organisms – Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique.
- Jayabalan R, Malbasa RV, Loncar ES, Vitas JS, Sathishkumar M (2014) A review on Kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13: 538-550.
- Rahmani R, Beaufort S, Villarreal-Sotob SA, Taillandier P, Bouajilab J, Debouba M (2019) Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: Chemical composition and bioactivity. *Food Bioscience* 30: 100414.
- Ryan J, Hutchings SC, Fang Z, Bandara N, Gamlath S, Ajlouni S, Ranadheera CS (2019) Microbial, physico-chemical and sensory characteristics of mango juice-enriched probiotic dairy drinks. *International Journal of Dairy Technology* 70: 1-9.
- Susilowati A, Iskandar JM, Melanie H, Maryati Y, Lotulung PD (2017) Characteristic of fermented spinach (*Amaranthus* spp.) polyphenol by kombucha culture for antioxidant compound. *AIP Conference Proceedings* 183(1): 02018.
- Tomar O, Akarca G, Beykaya M, Çağlar A (2018) Some characteristics of Erzincan Tulum cheese produced using different probiotic cultures and packaging material. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Kafkas University* 24(5): 647-658.
- Trovatti E, Serafim LS, Freire CSR, Silvestre AJD, Neto CP (2011) *Gluconacetobacter sacchari*: An efficient bacterial cellulose cell-factory. *Carbohydrate Polymers* 86: 1417-1420.
- Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY (2016) Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha 'tea fungus. *International Journal of Food Science & Technology* 51(2): 490-498.
- Yıkılmış S, Tuğgüm S (2019) Evaluation of microbiological, physicochemical and sensorial properties of purple basil kombucha beverage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 7(9): 1321-1327.



Axinella damicornis süngerinden izole edilen sucul bakterilerin proteaz üretkenliklerinin araştırılması ve üretilen proteaz enziminin kısmi karakterizasyonu

Investigation of protease productivity of marine bacteria isolated from *Axinella damicornis* sponge and partial characterization of produced protease

Hasan Buğra ÇOBAN^{1,2}

¹İzmir Uluslararası Biyotıp ve Genom Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Kampüsü, İzmir, Türkiye

²DEÜ Bioİzmir Uluslararası Sağlık Teknolojileri, Geliştirici ve Hızlandırıcı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi, İzmir, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. B. Çoban, e-posta (e-mail): bugra.coban@deu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 14 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 13 Mart 2020
Kabul tarihi 16 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Proteaz
Sucul bakteri
Enzim üretimi
Enzim karakterizasyonu

ÖZ

Proteolitik enzim grubundan proteazlar ticari enzim pazarında önemli bir yere sahiptirler. Kullanım alanlarına göre farklı karakteristik özelliklere sahip olmaları istenilen proteazların üstün özellikte olanlarının endüstriye kazandırılması önem teşkil etmektedir. Bu yüzden yeni mikrobiyal türlerin izolasyonu ve bu türlerden üretimlerin yapılması önemli bir çalışma konusudur. Bu çalışmada Kaş, Antalya, Türkiye'den izole edilen 81 sucul bakteriyel izolatın proteaz üretkenlikleri taranmıştır. En üretken izolatın *Microbacterium* genusuna ait olduğu belirlenmiş ve bu izolat ile çalkalamalı flask üretimlerde 166 U ml⁻¹ aktivitesinde proteaz üretilmiştir. Ayrıca üretilen proteazın optimum sıcaklık ve pH değerlerinin 35°C ve pH 8 olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında enzim aktivitesinin 10 mM MnCl₂ etkisinde arttığı ve enzimin uzun süreli depolanmasında 4°C'nin -20°C ve 25°C koşullarına göre daha avantajlı olduğu gösterilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 14 February 2020
Received in revised form 13 March 2020
Accepted 16 March 2020

Keywords:

Protease
Marine bacteria
Enzyme production
Enzyme characterization

ABSTRACT

Proteases from the proteolytic enzyme group have an important position in the commercial enzyme market. It is crucial to bring the superior properties of the proteases, which are desired to have different characteristics according to their usage, to the industry. Therefore, isolation of new microbial species and enzyme productions from those is a critical study subject. In this study, protease productivity of the 81 bacteria were screened which were isolated from Kaş, Antalya, Turkey. It was determined that the most productive strain belongs to the *Microbacterium* genus, and this strain produced 166 U ml⁻¹ protease activity in shaking flask productions. In addition, the optimum temperature and pH values of the produced protease were determined to be 35°C and pH 8. Also, protease enzyme activity increase under the influence of 10 mM MnCl₂ and 4°C condition is more advantageous than of -20°C and 25°C in long-term storage of the enzyme.

1. Giriş

Protein moleküllerinin peptit ve amino asitlere hidrolizini katalizleyen proteaz enzimleri, toplam endüstriyel enzim marketinin yaklaşık %60'ını kapsamaktadırlar. Proteaz enzimleri gıda, sağlık, deri, ipek, deterjan ve atık su gibi birçok endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Fulzele ve ark. 2011; Sharma ve ark. 2017). Bitki ve hayvan kökenli üretilere nazaran, mikrobiyal proteaz enzimleri üretim ortamlarında daha kısa sürede, daha ucuz şekilde ve büyük miktarlarda elde edilebilmeleri gibi avantajlara sahiptirler

(Sharma ve ark. 2017). Bilimsel çalışmalarda bakteri, maya ve küf sınıfından birçok mikroorganizma proteaz üretimi için kullanılmış olsalar da *Bacillus* türleri endüstriyel proteaz üretimlerinde en çok kullanılan türlerdir (Razzaq ve ark. 2019). Örneğin, Novozymes, Solvay Enzymes GmbH ve Amano Pharmaceuticals gibi firmalar *Bacillus licheniformis* türü başta olmak üzere çeşitli *Bacillus* türlerinden proteazların üretimini gerçekleştirmektedirler. Üretilen bu proteazlar karakteristik özelliklerine bağlı olarak farklı alanlarda kullanılmaktadırlar.

İlerleyen biyoteknoloji ile proteaz enzimlerine ve çeşitliklerine olan ihtiyaç ve ilgi giderek artmaktadır. Bu yüzden, doğal ortamlarından izole edilen mikroorganizmalar üzerinde araştırmalar hız kazanmış olup, özel karakterlere sahip enzimlerin keşfedilmesi önemli hale gelmiştir (Fulzele ve ark. 2011). Bu perspektiften bakılınca, sucul ortam mikroorganizmaları önemlilik taşımaktadır. Su altı sedimentlerinde bulunan proteince zengin organik maddeleri parçalayarak hücre içi alımına uygun hale getirecek enzimleri sentezleyen bazı mikroorganizmalar yakın zamanda bilimsel çalışmalarda sıkça araştırılmaya başlanmışlardır (Zhang ve ark. 2015).

Bu makalede, Antalya'nın Kaş ilçesinde 24 metre derinlikteki *Axinella damicornis* süngeri üzerinden izole edilen 81 sucul bakterinin proteaz üretkenliklerinin taranması ve en üretken türden elde edilen proteaz enziminin kısmi karakterizasyonunu gerçekleştirmek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bakteri izolatları

Daha önce tamamlanan bir TÜBİTAK projesi (SBAG 109S361) kapsamında izole edilen ve saflaştırılarak -20°C'de stoklanan bakteriler çalışmada kullanılmıştır.

2.2. Hızlı plaka tarama

İzole edilen mikroorganizmaların proteaz üretkenliklerinin taranması için hazırlanan hızlı plaka tarama ortam kompozisyonu, litrede 1 g glikoz, 2 g KH₂PO₄, 3 g et ekstraktı, 10 g pepton, 10 g kazein, 10 g NaCl ve 15 g agar içerecek şekilde hazırlandı. Karışımın pH değeri derişik NaOH çözeltisi ile 8'e ayarlanıp 121°C'de 15 dakika otoklavlandı. Besi agar ortamı, steril petri kaplarına dökülerek soğumaya bırakıldı. İzole edilmiş ve dondurularak saklanan 81 adet izolat, buz içerisinde yavaşça çözdürüldükten sonra petri kaplarının yüzeylerine 2 µl hacminde nokta inokulasyonu yapıldı. İnoküle edilmiş petripler 30°C'de 24 saat inkübe edildi. Kültivasyon sonrası enzimatik aktiviteden dolayı oluşan proteolitik zon çapı ve mikrobiyal koloni çapı ölçülerek en yüksek proteolitik kapasiteli izolat daha sonraki çalışmalarda kullanıldı.

2.3. İzolatın tanımlanması

En yüksek proteolitik aktivite gösteren izolatın inokulum hazırlama koşullarında kültivasyonu yapıldı. Ardından, Qiagen genomic DNA izolasyon kiti prosedürüne uygun şekilde çoğaltılan hücrelerden genomic DNA elde edildi. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) basamağında 27F (AGAGTTTGATCMTGGCTCAG) ve 1492R (TACGGYTACCTTGTACGAG) universal primerleri, 16S rRNA dizisini kodlayan gen bölgesini çoğaltmak için kullanıldı. PZR karışımı 10X Taq buffer, 0.2 mM dNTP, 0.75 mM MgCl₂, 1.25 U Taq polimeraz, 0.4 pmol µl⁻¹ primer ve 150 ng DNA içerecek şekilde toplam 50 µl hacimde gerçekleştirildi. Kullanılan PZR programında ön denatürasyon 94°C'de 30 saniye, ardından 30 döngü 94°C'de 30 saniye, 50°C'de 30 saniye ve 72°C'de 45 saniye olacak şekilde ayarlandı. PZR ürününün 5 µl'si %1'lik agaroz jelde yürütülerek kalitesi ve miktarı kontrol edildi. PZR sonrası elde edilen ürünlerin dizileme ve 1000 bootstrap değerli filogenetik ağaç çizimi işlemleri hizmet alımı şeklinde RefGen Biyoteknoloji firmasında yapıldı. Ayrıca, National Center for Biotechnology Information (NCBI) web sayfasında

(http://blast.ncbi.nlm.nih.gov) nükleotid dizi veri bankası kullanılarak Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) analizi yapıldı ve dizi sisteme kayıtları.

2.4. İnokulum hazırlanması

İnokulum ortamının kompozisyonu, hızlı plaka tarama yönteminde kullanılan besiyeri ile aynı fakat agarsız ve glikoz miktarı 5 g l⁻¹ olacak şekilde hazırlandı. Derişik NaOH çözeltisi ile pH değeri 8'e ayarlandıktan sonra 250 ml'lik çalkalamalı flaskta 50 ml hacminde olacak şekilde doldurularak, 121°C'de 15 dakika otoklavlandı. Oda sıcaklığına geldikten sonra, agar ortamında büyütülmüş aktif izolattan 10 µl'lik öze ile alınan miktar inokulum flaskına transfer edildi. İnokulum flaskı 30°C ve 180 rpm koşullarında 24 saat büyütüldü.

2.5. Mikrobiyal kültürleme koşulları

Üretim ortamının kompozisyonu, inokulum ortamı ile aynı tutularak ancak azot:karbon oranını artırmak için glikoz miktarı tekrar 1 g l⁻¹ olacak şekilde hazırlandı. Derişik NaOH çözeltisi ile pH değeri 8'e ayarlandıktan sonra 250 ml'lik çalkalamalı flaskta 50 ml hacminde, 121°C'de 15 dakika otoklavlandı. Oda sıcaklığına gelen üretim ortamlarına, inokulum flaskından hacimce %1 oranında transfer yapılarak başlangıç hücre konsantrasyonu 10⁶ hücre ml⁻¹ olacak şekilde standardize edildi. Üretim flaskları, 30°C ve 180 rpm koşullarında 48 saat kültürlendi. Günde iki kez pH, hücresel büyüme ve proteaz aktivitesini ölçmek için örnekler alındı.

2.6. Mikrobiyal büyüme ölçümü

Üretim ortamından alınan örneklerin absorbans değerleri, spektrofotometrik olarak 600 nm dalga boyunda, inokulasyon yapılmamış taze üretim ortamı kör olarak kullanılarak ölçüldü. Ölçülen absorbans değerleri, mikroskop altında yapılan hücre sayımından elde edilerek oluşturulmuş absorbans-hücre sayısı eşitliği kullanılarak hücre sayısı ml⁻¹ birimine çevrildi.

2.7. Proteaz aktivite ölçümü

Proteaz aktivite ölçümü Pilanee ve ark. (2008) referansı kısmen modifiye edilerek uygulandı. Üretim ortamından alınan örnekler pH ve bakteriyal büyüme ölçümleri yapıldıktan sonra dakikada 5500 devir hızında 10 dakika santrifüj edildi. Üstteki sıvı kısımdan alınan 0.5 ml örnek, 2.5 ml ağırlıkça %0.6'lık kazein içeren fosfat tamponu (50 mM, pH: 8.0) ile karıştırılarak 35°C'de 20 dakika inkübe edildi. Karışımlara 2.5 ml 0.44 M trikloroasetik asit eklenerek reaksiyon durduruldu ve örnekler oda sıcaklığında 10 dakika bekletildi. Daha sonra örnekler dakikada 5500 devir hızında 10 dakika santrifüj edildi. Sıvı kısımdan alınan 0.25 ml örnek, 1.25 ml 0.5 M Na₂CO₃ ve 0.25 ml Folin-Ciocalteu's fenol sıvısı ile karıştırılarak 30 dakika boyunca oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletildi. Absorbans değerleri 600 nm dalga boyunda ölçülüp, tirozin standardından elde edilen değerler baz alınarak enzimatik aktivite değeri hesaplandı. Bir enzim birimi (U), dakikada ve 35°C'de 1 µmol tirozin ortaya çıkmasını sağlayacak enzim miktarı olarak tanımlandı.

2.8. Üretilen proteaz enziminin kısmi karakterizasyonu

Üretilen proteaz enzimi 5-10 pH ve 4-70°C sıcaklıkları arasında aktivite ölçümüne tabi tutularak optimum değerler belirlendi. Ayrıca çeşitli kimyasalların (EDTA, MgSO₄, MnCl₂, CaCl₂, ZnSO₄, FeSO₄) 10 mM konsantrasyonlarının enzim aktivitesi üzerine etkileri incelendi. Son olarak, optimum

koşullarda üretilen proteaz enzimi -20, 4°C ve oda sıcaklıklarında bekletilerek aktivite değişim değerleri ölçüldü.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada izole edilen 81 sucül izolatın proteaz aktiviteleri hızlı plaka tarama yöntemiyle belirlendikten sonra en üretken izolattan üretimler yaparak, enzimin kısmi karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

3.1. Hızlı plaka tarama sonucu

Nokta inokulasyonu ile ekilen izolatların 30°C'de 24 saat kültürlenmesi sonucu oluşan proteolitik zon çapı ve mikrobiyal koloni çapı ölçülerek oranlandı. Taranan izolatlar arasından 17

mm proteolitik zon çapı ve 3 mm mikrobiyal koloni çapı ile en yüksek proteolitik aktivite oranı (5.67) gösteren 6.20.3 kodlu izolat ile çalışmalara devam edildi (Şekil 1).

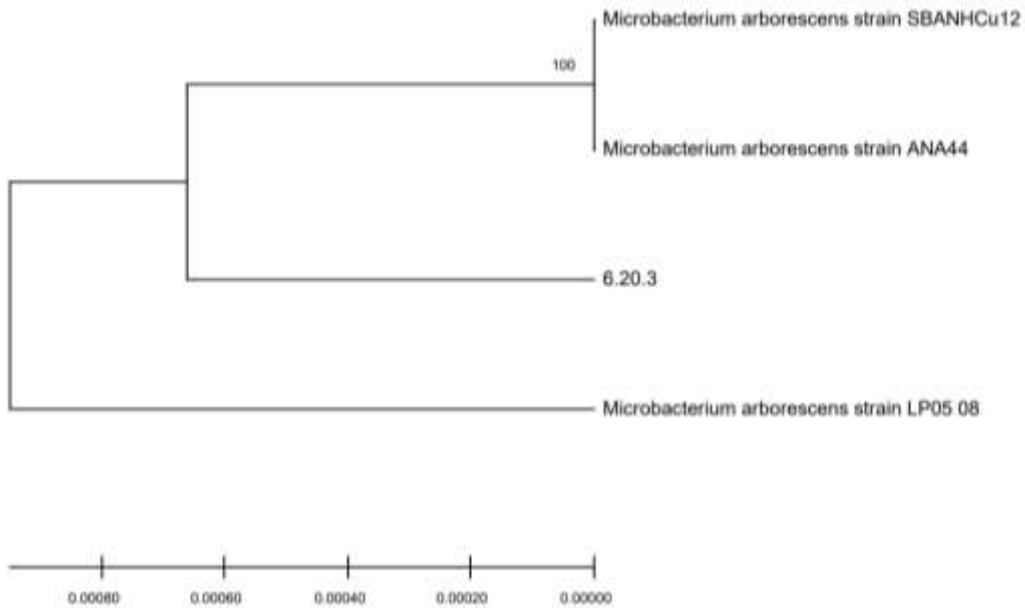
3.2. Mikrobiyal türün belirlenmesi

En yüksek proteolitik aktivite gösteren izolat, inokulum hazırlama koşullarında kültürlenerek büyütüldü. Genomik izolasyon, dizi analizi ve sonuçların işlenmesi basamaklarından sonra elde edilen 1000 bootstrap değerli filogenetik ağaçta izolatın *Microbacterium* genusuna ait olduğu belirlendi (Şekil 2). Ayrıca elde edilen 16S rDNA dizisi NCBI nükleotid veri bankasına MT013395 numarası ile kaydedildi.



Şekil 1. En yüksek proteolitik aktivite oranı gösteren izolatın petrideki görüntüsü.

Figure 1. The highest proteolytic activity ratio shown specie on petri dish.



Şekil 2. Seçilen yüksek proteolitik aktivite gösteren izolatın 1000 bootstrap değerli filogenetik ağaç çizelgesi.

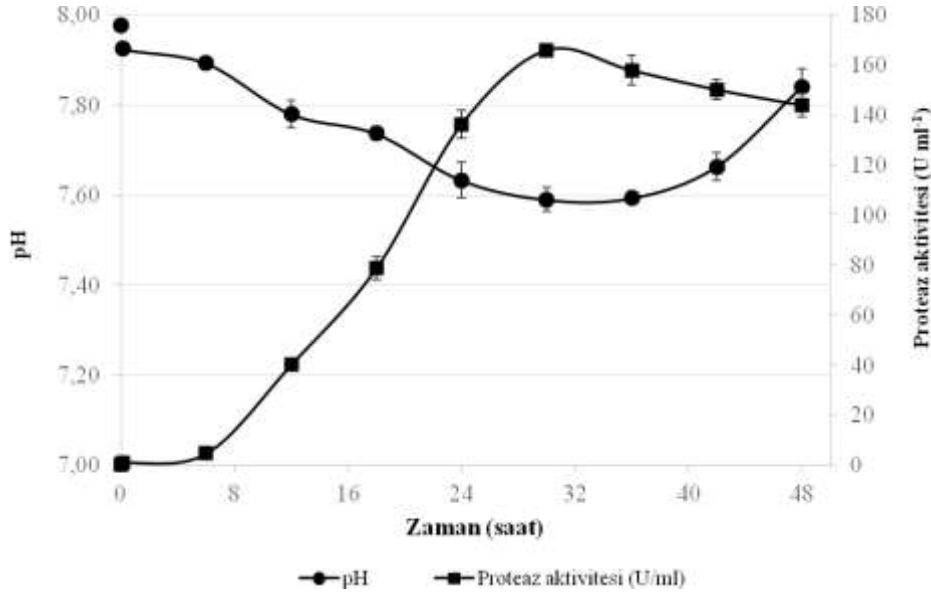
Figure 2. 1000 bootstrap philogenetic tree of the highest proteolytic activity shown specie.

3.3. Çalkalamalı flask üretimi ve üretim kinetiği

Şekil 3'te görüldüğü üzere 48 saatlik üretim boyunca pH değeri 8 ile yaklaşık 7.60 arasında değişiklik gösterdi. Üretimin 30. saatinde pH değeri gözlemlenen en küçük değer olan 7.6 civarında ölçüldü ve 36. saatte de benzer bir değer okundu. Ancak ilerleyen saatlerde pH değerinin artarak 48. saatte 7.84'e kadar ulaştığı gözlemlendi. Bu verilerden üretimin yaklaşık 30. saatine doğru temel karbon kaynağının mikroorganizma tarafından tüketildiği ve devamında ortamda oluşmuş asitlerin karbon kaynağı olarak kullanılmasıyla pH değerinin tekrar yükselmeye başladığı söylenebilir (Blommel ve ark. 2007). Proteaz aktivitesi üretimin ise ilk zamanlarından itibaren hızla yükselerek 30. saatte en yüksek değeri olan 166 U ml⁻¹ ulaştı. Devam eden 18 saatlik üretimle beraber proteaz aktivitesinin %12 azaldığı ölçüldü.

Hücre konsantrasyonu inokulasyon sonrası kısa bir adaptasyon süresinden sonra hızla artarak 36. saatte en yüksek

değer 2.27.10⁸ hücre ml⁻¹ konsantrasyonuna ulaştı. Anlık hücresel özgül büyüme hızına (μ) bakıldığında hücreler üretimin ilk aşamalarında daha hızlı bir şekilde büyümekteyken, bu değer zamanla azalarak 30. saatten itibaren neredeyse sıfır değerine ve 42. saatte de negatif değere ulaştı. Bu değerler yine temel karbon ve enerji kaynağı olan glikozun bitişe geçtiği tahmin edilen sürenin doğruluğunu teyit etmektedir. Birim hücre başına üretim verimi değerine ($Y_p \times^{-1}$) bakılınca üretimin 12. saatindeki hücrelerin en yüksek üretkenlikte olduğu gözlemlendi. Bu hem hücrelerin aktif şekilde bölündüğü hem de ortamda önceden az miktarda proteaz enzimi bulunmasından dolayı hızlı bir artış değerinin hesaplanmasında bağlanabilir. Ayrıca, proteaz üretim verimliliği açısından en yüksek değer olan 9.59 U ml⁻¹ s⁻¹ üretimin 24. saatinde ölçüldü. Çizelge 1'den öngörüleceği üzere üretimin, kesikli besleme ve sürekli üretim biyoreaktör dizaynlarına taşınması durumunda kullanılması gereken μ değerleri hesaplanabilecektir.



Şekil 3. Mikrobiyal proteaz üretimi sırasındaki pH ve enzim aktivitesi değişimi.

Figure 3. pH and enzyme activity changes during microbial protease production.

Çizelge 1. Mikrobiyal üretimde elde edilen kısmi kinetik parametreler.

Table 1. Partial kinetic parameters obtain from microbial production.

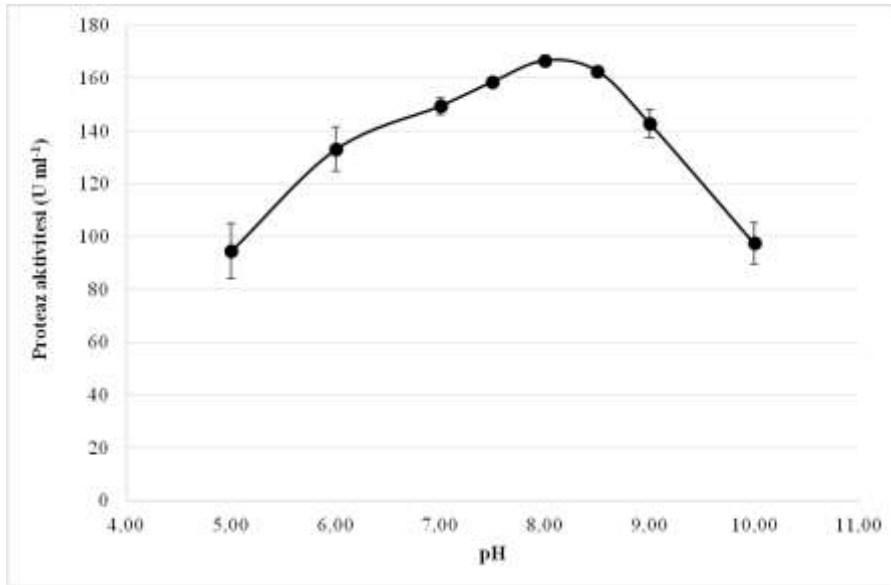
Kültürleme süresi (saat)	Hücre konsantrasyonu (hücre 10 ⁶ ml ⁻¹)	Anlık hücresel özgül büyüme hızı (1 saat ⁻¹)	Birim hücre başına üretim verimi ($Y_p \times^{-1}$) (U ml ⁻¹ hücre ⁻¹ 10 ⁻⁶)	Proteaz üretim verimliliği (U ml ⁻¹ saat ⁻¹)
0	0.0	-	-	-
0.1	1.6	-	-	-
6	16.6	0.396	0.221	0.62
12	62.1	0.220	0.573	5.93
18	144.3	0.141	0.267	6.42
24	213.1	0.065	0.270	9.59
30	222.6	0.007	0.133	4.95
36	227.0	0.003	Negatif değer	Negatif değer
42	225.8	Negatif değer	Negatif değer	Negatif değer
48	211.6	Negatif değer	Negatif değer	Negatif değer

3.4. Üretilen proteaz enziminin kısmi karakterizasyonu

Üretilen proteaz enzimi 5 ile 10 pH değerleri arasında enzim aktivite ölçümüne tabi tutuldu. Enzimatik aktivite ölçümünde kullanılan substrat, kazeinin izoelektrik noktası 4.6 civarında olduğu için en düşük pH 5 değeri incelendi. Şekil 4'te de görüldüğü üzere incelenen aralıkta en yüksek proteaz aktivitesi pH 8'de elde edildi. Enzimin maksimum aktivite değerinin pH 5 ve 10 koşullarında sırasıyla % 43 ve % 41 azaldığı gözlemlendi. Bu iki uç değer arasında kalan pH 6 ve 9 arasındaki değerlerde, enzimin aktivitesini büyük ölçüde koruyabildiği sonucu kaydedildi. Asidik proteazlar (optimum pH 3.8-5.6) çoğunlukla küflerden elde edilmekte olup soya sosu içeriği, protein hidrozolati hazırlama, bira ve meyve suyu berraklaştırma gibi işlemlerde kullanılmaktadırlar. Nötral (optimum pH 5-8) proteazlar ise yine genellikle gıda ve alkol endüstrisinde

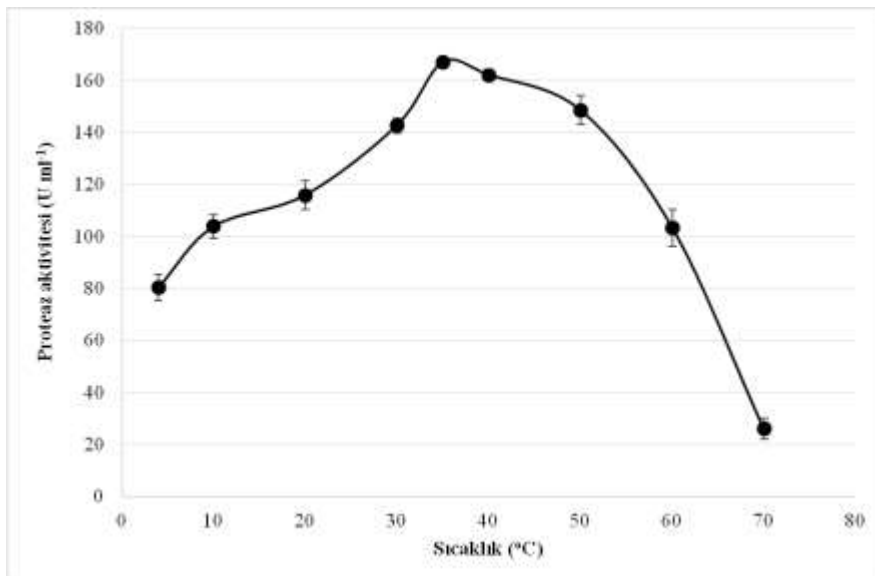
kullanılmaktadır. Alkalın (optimum pH 9-11) proteazlar ise çoğunlukla bakteriyel türlerden elde edilmekte ve deterjan, deri endüstrilerinde kullanılmaları tercih edilmektedir (Razzaq ve ark. 2019). Optimum pH değeri 8 olarak ölçülen proteaz enzimin zayıf alkali koşulu sevmesi, hem gıda hem de deterjan ve deri endüstrisinde kullanımını uygun kılmaktadır.

Üretilen proteaz enzimi 4-70°C arasında aktivite ölçümüne tabi tutuldu. Enzimin 4°C'de maksimum aktivitesinin %51'ini gösterebildiği ölçüldü. Artan sıcaklık değeri ile beraber enzim aktivitesi de artarak 35°C'de en yüksek değer elde edildi. Enzim, aktivitesini 40 ve 50°C'de koruyarak sırasıyla %2 ve %10 kayıp gösterdi. Ancak 60 ve 70°C'de aktivite kayıpları %38 ve %84 olarak kaydedildi (Şekil 5). Yine bu sonuçlardan enzimin 10-60°C aralığında aktivitesinin 100 U ml⁻¹'den fazla olduğu görülmektedir. Bu geniş sıcaklık aralığında



Şekil 4. Proteaz aktivitesinin pH ile değişimi.

Figure 4. Protease activity changes by pH.



Şekil 5. Proteaz aktivitesinin sıcaklık ile değişimi.

Figure 5. Protease activity changes by temperature.

çalışabilmesinden dolayı üretilen proteaz enziminin deterjan endüstrisinde kullanılabilir bir aday olduğu söylenebilir. Literatürdeki çalışmalarda sucul ortamlardan elde edilmiş izolatlardan üretilmiş proteaz enzimlerinin oldukça farklı optimum sıcaklık ve pH değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların birinde, Etiyopya'nın Arenguadie alkali soda gölünden izole edilen *Microbacterium* genusuna ait bir türün ürettiği proteaz enziminin optimum sıcaklık değerinin 60°C ve pH değerinin de 9.5-11.5 arasında olduğu belirlenmiştir (Gessesse ve Gashe 1997). Başka bir çalışmada ise *Marinobacter* genusundan bir türe ait proteazın optimum pH ve sıcaklık değerleri sırasıyla 7 ve 40°C olarak bulunmuştur (Fulzele ve ark. 2011). Bir diğer çalışmada da Geziwo Qinhuangdao denizinden izole edilen bir bakteri türünün ürettiği proteaz enziminin optimum çalışma sıcaklığı 60°C ve pH değeri ise 10 olarak belirlenmiştir (Cui ve ark. 2015). Hint Okyanusu'ndan izole edilen *Microbacterium* genusuna ait bir türden elde edilen proteaz enziminin optimum pH ve sıcaklık değerleri ise sırasıyla 12 ve 60°C olarak ölçülmüştür (Saggu ve ark. 2019).

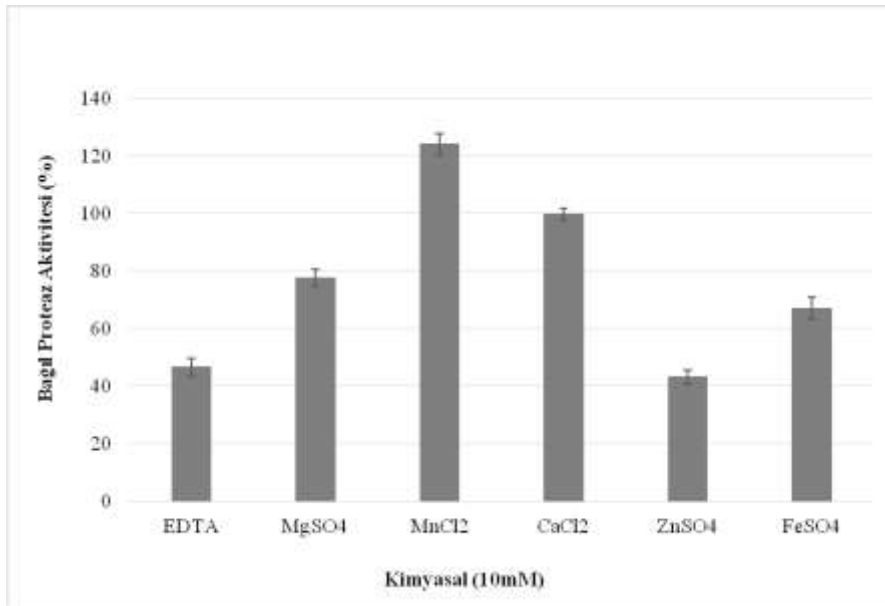
Farklı metal iyonları ve enzim inhibitörlerinin enzim aktivitesi üzerine etkisi Şekil 6'da gösterilmiştir. Denenen kimyasalların çoğu üretilen proteaz enziminin aktivitesi üzerine negatif etki göstermiştir. Özellikle EDTA ve Zn, enzimin bağlı aktivitesini %40 civarlarına kadar düşürmüştür. Ca iyonunun ise enzim aktivitesine pozitif veya negatif bir etki göstermediği ölçüldü. Bunun yanında Mn iyonunun 10mM konsantrasyonda üretilen proteaz aktivitesini yaklaşık %24 olarak artırdığı gözlemlendi (Şekil 6). Literatürdeki bazı çalışmalarda da Mn iyonunun proteaz aktivitesini artırıcı etkisinden bahsedilmiştir (Manachini ve ark. 1988; Rahman ve ark. 1994; Ul Qader ve ark. 2017; Kannikan ve ark. 2018). Aksine, *Microbacterium* ile üretilmiş proteazın 5 mM MnCl₂ etkisi altında aktivitesinin %38 azaldığı ölçülmüştür (Thys ve Brandelli 2006).

Şekil 7'de de görüldüğü üzere -20°C'de bekletilen enzimin, ilk ölçümden itibaren çok büyük miktarda (%72) aktivite

kaybına uğradığı gözlemlendi. Bu sonucun muhtemel sebebi, donma işlemi sırasında oluşan buz kristallerinin enzim yapısına ve dolayısıyla aktivitesine zarar vermiş olmasıdır (Cao ve ark. 2003). Bu zararın minimize edilmesi için gliserol gibi kriyoprotektanlar kullanılması uygun olacaktır Bunun yanında 4 ve 25°C'de bekletilen enzimler ise büyük ölçüde aktivitesini korudular. Depolama süresinin ilk 1. haftasında 4 ve 25°C'de bekletilen örneklerle yapılan ölçümlerde enzim aktivitesinin %98 oranında korunduğu gözlemlendi. Daha sonraki süreçlerde enzim aktivitesindeki düşüş 4°C'deki örneklerde daha yavaş olduğu görüldü. Bu nedenle sıvı formdaki enzimin 1 haftadan daha kısa süreli depolanması durumunda maliyetin azaltılması yönünden 25°C koşulunun tercih edilebileceği kaydedildi. Depolanmanın 6. haftasında -20, 4 ve 25°C'de bekletilen örneklerin bağlı aktiviteyi sırasıyla %27, %92 ve %73 olarak ölçüldü. Literatürde de, tuzlu ortamlardan izole edilen mikroorganizmalarca üretilmiş enzimlerin oda sıcaklığında uzun süre stabil olduğu belirtilmiştir (Fulzele ve ark. 2011).

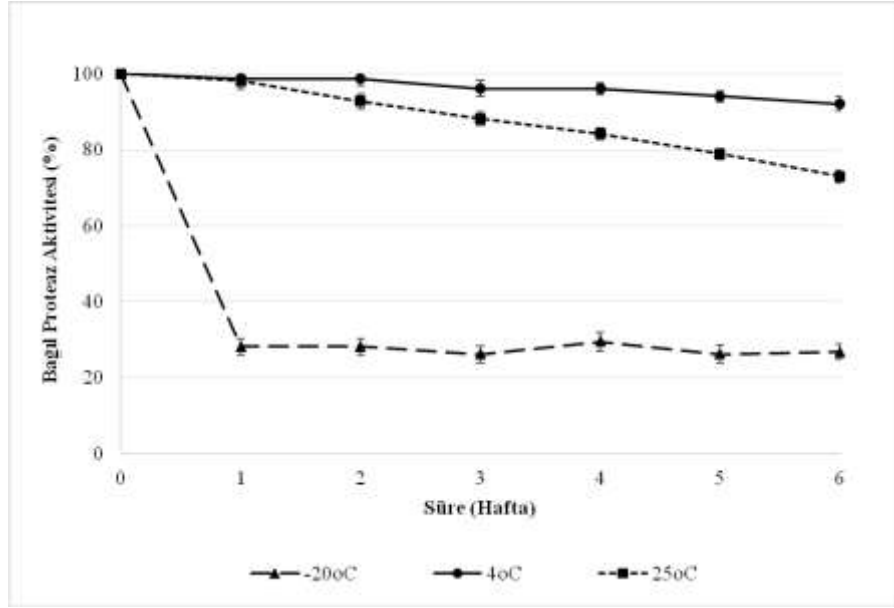
4. Sonuç

Yapılan çalışmada, sucul ortamdan izole edilen mikroorganizmaların aynı örnekten izole edilseler dahi farklı değerlikte proteaz üretkenliklerine sahip oldukları gösterildi. En üretken izolat ile yapılan çalkalamalı flask üretimlerinde en yüksek enzim aktivitesi 166 U ml⁻¹, enzimin optimum pH ve sıcaklık değerleri ise sırasıyla 8 ve 35°C olarak ölçüldü. Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırıldığında da sucul mikroorganizmalarla üretilen proteazların optimum pH ve sıcaklık değerlerinin birbirlerinden çok farklı olduğu ve metalik iyonların varlığında enzim aktivitesinin büyük farklıklar gösterdiği kaydedildi. Bu yüzden yapılan bu çalışmanın farklı ortamlardan izole edilen mikroorganizmalar için de denenerik, kullanım amaçlarına ve ortam koşullarına uygun olan proteazların keşfedilmesinin önemi vurgulanmıştır.



Şekil 6. Seçilmiş kimyasalların proteaz aktivitesine etkileri.

Figure 6. Effect of selected chemicals on protease activity.



Şekil 7. Depolama sıcaklığının proteaz aktivitesine etkisi.

Figure 7. Effect of storage temperature on protease activity.

Teşekkür

Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Elif Esin Tuna'ya çalışmada kullanılan mikroorganizmaları ve laboratuvar imkânlarını sağladığı için kendisine ve öğrencilerine teşekkür ederim. Ayrıca Prof. Dr. Gaye Öngen Özgen, Doç. Dr. Sait Sargın ve öğrencilerine de destek ve yardımları için teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Blommel PG, Becker KJ, Duvnjak P, Fo BG (2007) Enhanced bacterial protein expression during auto-induction obtained by alteration of lac repressor dosage and medium composition. *Biotechnology Progress* 23(3): 585-598.
- Cao EH, Chen YH, Cui ZF, Foster PR (2003) Effect of freezing and thawing rates on denaturation of proteins in aqueous solutions. *Biotechnology and Bioengineering* 82(6): 684-690.
- Cui HX, Wang LP, Yu Y (2015) Production and characterization of alkaline protease from a high yielding and moderately halophilic strain of SD11 marine bacteria. *Journal of Chemistry* Doi: 10.1155/2015/798304.
- Fulzele R, DeSa E, Yadav A, Shouche Y, Bhadekar R (2011) Characterization of novel extracellular protease produced by marine bacterial isolate from the Indian Ocean. *Brazilian Journal of Microbiology* 42(4): 1364-1373.
- Gessesse A, Gashe BA (1997) Production of alkaline protease by an alkaliphilic bacteria isolated from an alkaline soda lake. *Biotechnology Letters* 19(5): 479-481.
- Kannikan V, Arumugam P, Rebecca J (2018) Optimization of protease enzyme production by marine actinomycetes. *International Journal of Pharma and Bio Sciences* 8(3): 188-194.
- Manachini PL, Fortina MG, Parini C (1988) Thermostable alkaline protease produced by *Bacillus thermoruber* - a new species of *Bacillus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 28(4): 409-413.
- Pilane V, Taweesiri M, Waraporn A (2008) Silk degumming solution as substrate for microbial protease production. *Journal of Biotechnology* 136(3): 543-551.
- Rahman RNZA, Razak CN, Ampon K, Basri M, Zin WM, Yunus W, Salleh AB (1994) Purification and characterization of a heat-stable

alkaline protease from *Bacillus stearothermophilus* F1. *Applied Microbiology and Biotechnology* 40(6): 822-827.

Razzaq A, Shamsi S, Ali A, Ali Q, Sajjad M, Malik A, Ashraf M (2019) Microbial proteases applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 7: 110.

Saggu SK, Jha G, Mishra PC (2019) Enzymatic degradation of biofilm by metalloprotease from *Microbacterium sp.* SKS10. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 7: 192.

Sharma KM, Kumar R, Panwar S, Kumar A (2017) Microbial alkaline proteases: Optimization of production parameters and their properties. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 15(1): 115-126.

Thys RCS, Brandelli A (2006) Purification and properties of a keratinolytic metalloprotease from *Microbacterium sp.* *Journal of Applied Microbiology* 101(6): 1259-1268.

Ul Qader SA, Sattar H, Aman A (2017) Effect of metal ions, solvents and surfactants on the activity of protease from *Aspergillus niger* KIBGE-IB36. *Journal of Basic & Applied Sciences* 13: 491-495.

Zhang XY, Han XX, Chen XL, Dang HY, Xie BB, Qin QL, Shi M, Zhou BC, Zhang YZ (2015) Diversity of cultivable protease-producing bacteria in sediments of Jiaozhou Bay, China. *Frontiers in Microbiology* 6: 1021.



Coğrafi işaretli Alanya avokadosu ile yoğurt üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması

Investigating some properties of yogurt produced using Alanya avocado with geographical indication

Manolya Eser ÖNER¹, Aslı TARHAN², Mehmet Durdu ÖNER²

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Alanya, Antalya

²Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Alanya, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): M. E. Öner, e-posta (e-mail): manolya.oner@alanya.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): asli.tarhan94@hotmail.com, mehmetdurduoner55@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 01 Haziran 2020
Kabul tarihi 02 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Avokado
Yoğurt
Fermantasyon
Serum ayrılması
Duyusal analiz

ÖZ

Bu çalışmada coğrafi işaretli Alanya avokadosu eklenerek (%0, %6, %10 ve %15) üretilen yoğurt örneklerinin pH, kuru madde, serum ayrılması, titrasyon asitliği, su tutma kapasitesi, renk değerleri ve duyu özellikleri incelenmiştir. Avokado içerisindeki besin öğelerinin yoğurt kültürlerini sitüme etmesi sebebi ile avokadolu yoğurt örneklerinin pH değerinde düşme ve titrasyon asitliğinde yükselme belirlenmiştir. Avokado oranı arttıkça su tutma kapasitesinde artma ve serum ayrılmasında azalma meydana gelmiştir. Renk değerleri incelendiğinde avokado oranı arttıkça L* değerinde azalma, b* ve ΔE* değerlerinde artma gözlemlenirken, a* değerinde değişim belirlenmemiştir. Yedi gün 4±1°C'de saklanan örneklerde yeşil renk azalmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre en çok ve en az beğenilen ürünler sırası ile %6 ve %15 oranındaki avokadolu yoğurtlar olmuştur. Alanya avokadosu ile üretilen yoğurt mevcut yoğurt ürünlerine alternatif olabilecek potansiyele sahiptir.

ARTICLE INFO

Received 17 March 2020
Received in revised form 01 June 2020
Accepted 02 June 2020

Keywords:

Avocado
Yogurt
Fermentation
Serum separation
Sensory analysis

ABSTRACT

In this study, pH, dry matter, serum separation, titratable acidity, water holding capacity, color values and sensory attributes of yogurt produced using different ratios (0, 6, 10, and 15%) of Alanya avocado with geographical indication were investigated. There was a decrease in pH and increase in titratable acidity of avocado yogurt samples due to stimulation of yogurt cultures by avocado nutrients. Increase in avocado ratio, increased water holding capacity and decreased serum separation in samples. In color values, L* value decreased, b* and ΔE* values increased while a* value remained constant with increasing avocado ratio. After seven days of storage at 4±1°C, there was a decrease in greenness of samples. According to the sensory analysis, 6% was the most, whereas %15 was the least liked avocado yogurt. Yogurt made with Alanya avocado has a potential to be an alternative to existing yogurt products.

1. Giriş

Avokado (*Persea americana* Mill.) *Lauraceae* ailesinden gelen, kökeni Orta Amerika'ya dayanan, yarı tropik ve tropik iklim şartlarına göre yetişen binlerce yıllık bir meyvedir (Gölükü 2006). Türkçe adı Amerikan armudu olmasına rağmen yaygın olarak kullanılan adı avokadodur. Kendine has tadı ve aroması olan avokado, yüksek miktarda A, B, C, E ve K vitaminleri, fosfor, magnezyum, demir, potasyum, kalsiyum, çinko gibi mineraller ve tekli doymamış yağ asitlerini içerir (Bayram 2013). Avokadoyu üreten başlıca ülkeler Meksika, Şili, ABD, Avustralya, Güney Afrika, Peru, Endonezya ve İsrail'dir. Dünya üretiminde en büyük pay 1.83 milyon ton ile Meksika'ya

aittir (FAO 2019). Türkiye'de iklim şartlarının uygun olduğu illerden Antalya (%75-80), Mersin (%15-20), Muğla ve Hatay'da (%2-5) avokado yetiştirilmektedir (Bayram 2012). Ayrıca Antalya ilinin Alanya ve Gazipaşa ilçelerinde yetiştirilen Fuerte çeşidi avokado coğrafi işaretli olarak tescil edilmiş ve Alanya avokadosu olarak isimlendirilmiştir (TURKPATENT 2018). Yıllık avokado üretimi 1997 yılından 2018 yılına 225 tondan 3164 tona ulaşarak 14 kat artış göstermiştir (TUİK 2018). Bu meyvenin tanınması ve kullanım alanlarının çoğalması ile üretim ve tüketim potansiyeli olumlu yönde değişim göstermiştir.

Avokado tüketimi sağlıklı beslenme açısından önemli bir yer tutmaktadır. İyi kolesterol (HDL) seviyesini yükseltmesi ve metabolik sendromu azaltması gibi olumlu etkileri bilinmektedir (Fulgoni ve ark. 2013). Ayrıca içeriğindeki yüksek miktarda potasyum ve düşük miktarda sodyum kalp hastalıklarına karşı koruyucu etki göstermektedir (Alvarez ve ark. 2012). Türkiye’de avokado meyvesi genellikle taze olarak tüketilmektedir. Ancak ABD ve Meksika gibi avokadonun çok tüketildiği ülkelerde püre halinde kullanımı yüksektir. Bu sebeple farklı gıda işleme teknolojileri ile avokado püresinin raf ömrünü uzatma, vitamin ve antioksidan değerlerini koruma ve renk kaybını önlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır (Jacobov-Velazquez ve Hernandez-Brenes 2010; Quevedo ve ark. 2011; Fernandes ve ark. 2016). Ayrıca, avokado kullanılarak üretilen çay, şarap, sirke ve meyve suyu gibi patentli gıda ürünleri de bulunmaktadır (Araújo ve ark. 2018).

Yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* yoğurt kültürlerinin laktik asit fermentasyonu ile oluşan koagule süt ürünüdür. Fermentasyon sırasında üretilen laktik asit ile sütün pH değeri 6.3-6.5’ten 4.6 seviyesine düşmektedir, böylece yoğurda özgül karakteristik özelliklerden tat, koku ve koyu kıvam ortaya çıkmaktadır (Köse ve Ocak 2014). Beslenme değeri bakımından yoğurt süte benzer özellikte olup, içeriğindeki mineral ve vitaminlerin biyolojik yararlılığında yüksektir (Özer 2006). Son yıllarda tüketicinin beklentilerini karşılamak için sade yoğurda alternatif olarak kurutulmuş, tütülenmiş, konsantre, dondurulmuş ve meyve ile tatlandırılmış yoğurt ürünleri üretilmeye başlanmıştır. Dünya genelinde yoğurt çeşitleri arasında en çok ilgi çeken meyveli yoğurttur. Çeşitli meyve püreleri ile zenginleştirilip, formüller geliştirilerek yeni yoğurt ürünleri üretilmektedir. Böylece hem meyvede hem yoğurtta bulunan besin öğelerinden faydalanılmakta olup, yeni fonksiyonel ürünler ortaya çıkmaktadır (Peker 2012).

Bu çalışmanın amacı %0, %6, %10 ve %15 (mL mL⁻¹) Alanya avokadosu eklenerek üretilen yoğurdun fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Avokadolu yoğurt üretimi

Yerel bir işletmeden (Alanya, Antalya, Türkiye, 2018) sağlanan çiğ inek sütüne 90°C’de 5 dk sıcaklık sensörlü manyetik karıştırıcıda (IKA C-MAG HS 7, Staufen, Germany) ısı işlem uygulanmış ve daha sonra 42°C’ye kadar buz banyosunda soğutulmuştur (Weerathilake ve ark. 2014). Fuerte türü olan Alanya avokadosu üreticiden (Alanya, Antalya, Türkiye) Kasım 2018 döneminde temin edilip, istenilen tekstür için 5 gün oda sıcaklığında (25°C) olgunlaştırılmıştır. Kabukları soyulup, çekirdekleri çıkarıldıktan sonra püre haline getirilen 100 mL avokado 300 mL süt ile (Waring 8011S Lab Blender, Winsted, USA) karıştırıcıda 1 dk sürede karışım haline getirilmiştir. Ayrıca, Chr-Hansen (Hoersholm, Danimarka) firmasından temin edilen Yoflex Thermophilic (YF-L812 50U) Freeze-dried Lactic Culture for Direct Vat Set (DVS) 100 mL sütün içerisine 0.2 g çözündürülerek yoğurt kültürü hazırlanmıştır.

Avokadolu yoğurt yapımı için hazırlanan avokado-süt karışımı 42°C’deki süte %0, %6, %10 ve %15 (mL mL⁻¹) avokado oranlarını elde etmek üzere ilave edilmiştir. Ardından 10 mL yoğurt kültürü, 240 mL’lik her bir avokado-süt karışımına eklenerek manyetik karıştırıcıda (IKA C-MAG HS7,

Almanya) 600 rpm 5 dk karıştırılıp, plastik kaplara (250 mL) ambalajlanarak etüvde (Memmert, Almanya) 42°C’de pH değeri 4.5’e ulaşana kadar (~5 sa) inkübe edilmiştir. Inkübasyon süresinde her saat pH ölçümü yapılmıştır. Avokadolu yoğurt örnekleri analizler öncesinde 4±1°C’de 24 sa bekletilmiştir.

2.2. pH tayini

Homojenize edilmiş 10 mL yoğurt örnekleri deney tüpüne alınmış ve pH metre (Seven Excellence, Mettler Toledo, Çin) ile pH değerleri ölçülmüştür.

2.3. Toplam kuru madde tayini

Darısı alınan petrilere 1 g örnek tartılmış, ağırlık sabitleninceye kadar 105°C etüvde (Memmert UF 110, Almanya) bekletilmiştir. Daha sonra petri ve kuru numunenin ağırlığı ölçülmüş, toplam kuru madde oranı (g g⁻¹) yüzde cinsinden hesaplanmıştır (AOAC 1997).

2.4. Serum ayrılması analizi

Üzerine filtre kağıdı yerleştirilmiş huniye 25 g yoğurt numunesi eklenmiştir. Daha sonra 4±1°C’de 2 sa bekletilip huninin altındaki erlene süzülen serum miktarı tartılarak sonuç % olarak hesaplanmıştır (Konar 1980).

2.5. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği değeri, fenolftalein indikatörü ve 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılarak % laktik asit olarak belirlenmiştir (TS 2002 ve TS 2006).

2.6. Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi (STK) belirlemek için darası bilinen santrifüj tüplerine 10 g avokadolu yoğurt ürünü tartılmış ve 5000xg’de 4°C’de 20 dk santrifüj edilmiştir (SIGMA, D-37520 Osterde am Harz, Almanya). Süpernatant uzaklaştırılıp, sediment ağırlığı tartılmıştır. STK % (g g⁻¹) olarak hesaplanmıştır (Bakırcı 2014).

2.7. Renk tayini

Avokadonun iç ve dış kısmı ve son ürün olan avokadolu yoğurtların farklı üç noktadan iki tekrar şeklinde renk tayini cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Konica Minolta Optics Inc., Japonya) ile ölçüm yapılmış, L* (açıklık-koyuluk), a* (yeşillik-kırmızılık), b* (sarılık-mavilik) ve ΔE* (toplam renk farkı beyaz standart kalibrasyon plakası referans alınarak) değerleri belirlenmiştir (Köse ve Şahinbaşkan 2008).

2.8. Duyusal analiz

Duyusal analiz puanlama testi ile ürünlerin renk, koku, kaşıktaki kıvam, ağızda kıvam, homojen yapı, yabancı lezzet, tat, ekşi tat, ağızda kalan tat, yağlılık hissi ve genel beğeni 5 (çok iyi) - 4 (iyi) - 3 (normal) - 2 (kötü) - 1 (çok kötü) olarak değerlendirilmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015). Sıralama testinde ise en çok beğenilen üründen en az beğenilene doğru ürünler arasında sıralama yapılmıştır. Duyusal analize panelist olarak üniversitemizin lisans ve yüksek lisans öğrencileri, akademik ve idari personelinden oluşan 27 kişi katılmıştır. Panelistlere duyuşal analiz öncesinde üründe aranan özellikler ile ilgili eğitim verilmiştir (Öner ve Wall 2012). Avokadolu yoğurtlar (%0, %6, %10 ve %15) bir gün önceden hazırlanarak

4±1°C'de saklanmış, duyu analizi sırasında kapalı beyaz plastik kaplar içerisinde panelistlere servis edilmiştir.

2.9. İstatistiksel analiz

Analiz sonuçları ortalama ± standart sapma olarak gösterilmiştir. Deneyler iki kez tekrarlanmıştır. SPSS (Statistics 22.0, New York, USA) paket programı ile %95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (Öner ve Walker 2011). Ürünler arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan çoklu sıralama testi (Duncan's Multiple Range Test) uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fizikokimyasal özellikler

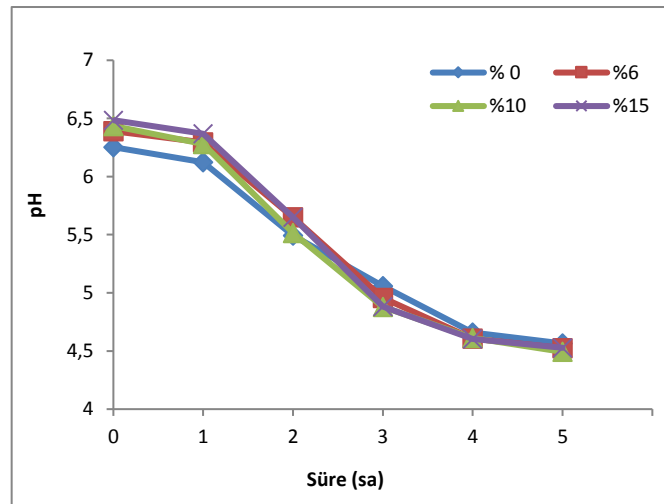
Avokadolu yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün pH değeri 6.31, titrasyon asitliği %0.2, toplam kuru madde oranı %12.68 olarak belirlenmiştir. Benzer değerler diğer çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Akın ve ark. 2016; Beykaya ve ark. 2017). Avokado meyvesinin türüne, yetiştirildiği bölgedeki iklim şartlarına, hasat zamanına ve jeolojik yapısına bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılıklar gözlemlenmektedir (Gölküçü 2006). Bu çalışmada kullanılan Fuerte çeşidi olan Alanya avokadosunun pH değeri 6.95 ve toplam kuru madde oranı %28.04'tür. Ayrıca avokadonun iç kısmının sarı L*: 69.09, a*: -6.20, b*: 31.09, ΔE*: 36.69, dış kısmının da yeşile yakın L*: 47.90, a*: -15.50, b*: 25.82, ΔE*: 52.70 olduğu belirlenmiştir.

Gıdaların işleme aşamalarındaki pH ölçümü özellikle denatüre olmuş yiyeceklerin enzimatik aktiviteleri, mikroorganizmaların büyüme ve bakteriyel oluşumu ve kimyasal reaksiyonların dikkatli bir şekilde izlenmesi için gereklidir (Andrés-Bello ve ark. 2013). Şekil 1'de avokadolu yoğurt örneklerinin fermantasyon sürecindeki pH değişimi gösterilmiştir. Fermantasyon başlangıcında pH değerleri 6.25 (%0 kontrol yoğurt) ile 6.49 (%15 avokadolu yoğurt) belirlenirken 4.5-5 saat fermantasyon süresi sonunda bütün örneklerin yaklaşık pH değeri 4.5 ölçülmüş, örneklerdeki avokado oranlarının pH üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Farklı oranlardaki avokadolu

yoğurtların 4±1°C'de 24, 48, 72 sa depolama sürecindeki pH değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir.

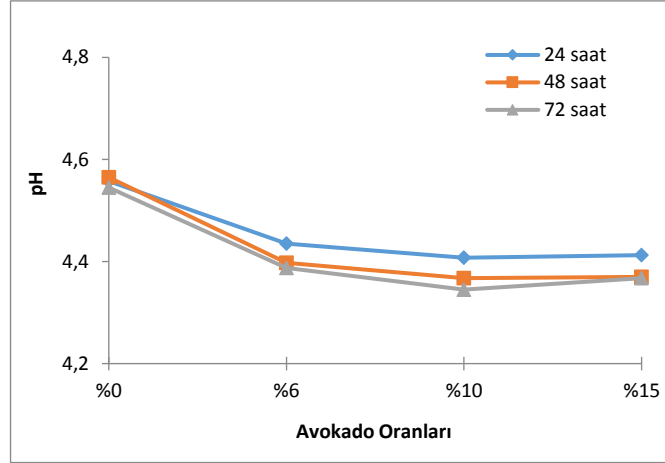
Fermantasyon sonrası avokadolu yoğurt örneklerinin depolama sıcaklığı 5°C'nin altında olduğundan, starter mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri ve dolayısıyla asitlik gelişimi çok yavaşlamış (Yaygın 1999), pH değişimi gözlemlenmemiştir (p>0.05). Ancak avokado içerisindeki besin öğelerinin (suda çözünen vitaminler gibi) yoğurt kültürlerini stimüle edip laktik asit üretimini hızlandırması sebebi ile (Özer 2006) avokadolu yoğurtların pH değerinde kontrol yoğurda göre düşüş belirlenmiştir (p≤0.05). Gıdalardaki toplam asit konsantrasyonunu belirleyen titrasyon asitliği, avokadolu yoğurt örnekleri için değerlendirildiğinde pH değerlerine benzer sonuç gözlemlenmiştir (Şekil 3). Örneklerdeki avokado oranı arttıkça titrasyon asitliğinde artış belirlenmiştir, ancak avokado ilavesi ile Türk Gıda Kodeksi Ferment Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt titrasyon asitliği sınırı aşılmamıştır (% laktik asit cinsinden 0.6-1.5) (TGK 2009) ve örneklerin titrasyon asitlik değerleri %0.94 ile %1.15 arasında belirlenmiştir.

Yoğurt ürünlerinde fiziksel ve duyu nitelikler tüketici beğenisi açısından önemlidir. Yoğurt pıhtısında sıkı olmayan yapı ve serum ayrılması başlıca tekstürel sorunlar arasında yer alır. Geleneksel ısıl işlem ve homojenizasyon yöntemi ile üretilen yoğurtlarda bu sorunlar azalmıştır (Özer 2006). Ayrıca alternatif olarak ısıl olmayan ultrason teknolojisi geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında yoğurt ve ayran gibi fermente süt ürünlerinin viskozite ve STK'sında artma gözlemlenmiştir (Şengül ve ark. 2009). Şekil 3'te gösterildiği gibi yaptığımız bu çalışmada, avokadonun örneklerde STK'yı artırdığı belirlenmiş, avokado içermeyen sade yoğurt örneğinde en düşük STK (%64.83) ortaya çıkmıştır (p≤0.05). Ancak %6 ve %10 oranlarındaki avokadolu yoğurt örneklerinde STK değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Sonuç olarak serum ayrılması avokado oranı arttıkça azalmıştır (p≤0.05). Bunun sebebi olarak diyet lifi oranı (~%28) yüksek olan avokadonun örnekteki suyu bağlaması olarak düşünülmektedir (Christous ve ark. 2009). Yapılan bir çalışmada, farklı meyve ve baharatlar kullanılarak üretilen sürülebilir yoğurt örneklerinde en düşük STK yaban mersinli en yüksek ise balkabaklı yoğurtta belirlenmiştir (Gürün 2013). Böylece avokado içeriğindeki yüksek miktardaki doğal şekerin suyu bağlayıcı özelliğinden viskoziteyi artırdığı gözlemlenmiştir (Goff ve Richard 2013).



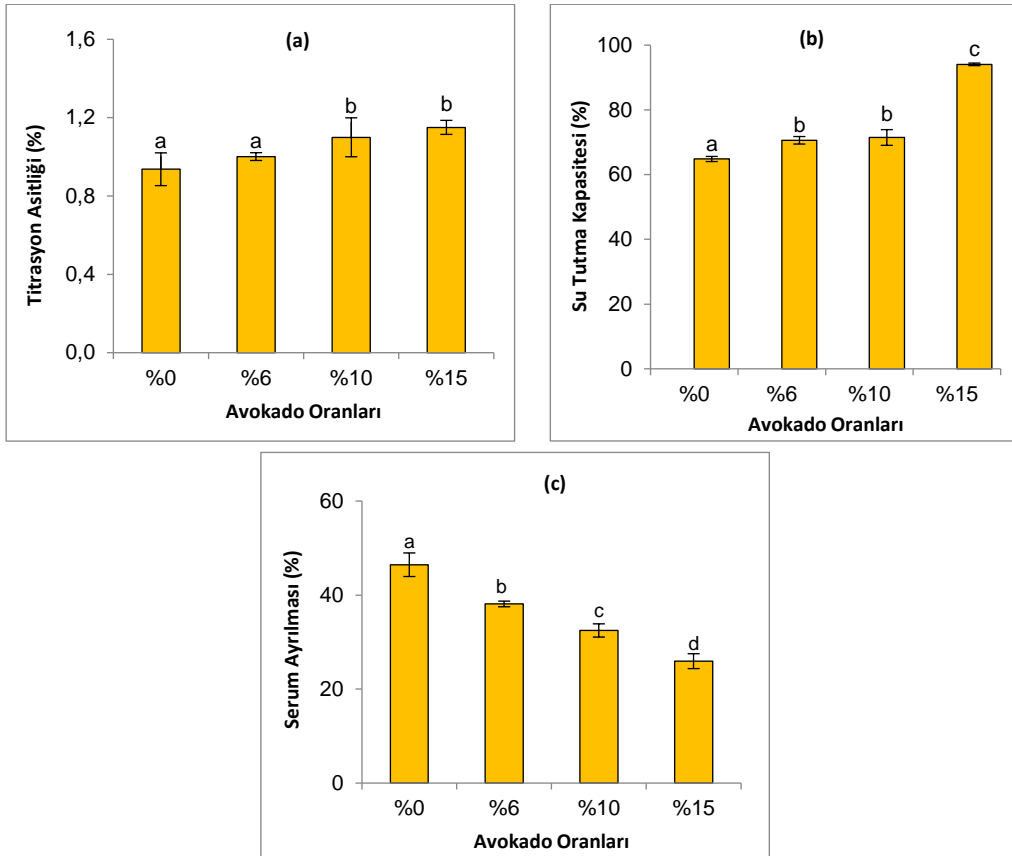
Şekil 1. Yüzde 0, 6, 10 ve 15 oranında avokado içeren yoğurtların fermantasyon sürecindeki pH değişimi.

Figure 1. Change in pH values of 0, 6, 10 and 15% avocado yogurt samples during fermentation process.



Şekil 2. Avokadolu yoğurtların depolama sürecindeki pH değişimi (24, 48, 72 sa).

Figure 2. Change in pH values of avocado yogurt samples during storage time (24, 48, 72 h).



Şekil 3. Avokadolu yoğurt ürünlerinin (a) titrasyon asitliği, (b) STK ve (c) serum ayrılması değerleri.

Figure 3. (a) Titratable acidity, (b) water holding capacity, and (c) serum separation values of avocado yogurt samples.

Gıdalarda renk ürün kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden biridir. Avokadolu yoğurtların $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 1 ve 7 gün saklama sonrasında belirlenen renk değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE^*) Çizelge 1'de gösterilmiştir. Avokado içermeyen kontrol örneğinin (%0) renk değerlerinde saklama süresince değişim gözlenmemiş, ancak b^* değerinde dolayısıyla sarımsı renkte artış belirlenmiştir. Örneklerin renk değerleri incelendiğinde avokado oranı arttıkça L^* değerinde azalma ($p\leq 0.05$), b^* değerinde artma ($p\leq 0.05$) ve toplam renk farkında artma gözlemlenirken ($p\leq 0.05$), a^* değerinde değişim

belirlenmemiştir ($p>0.05$). Dolayısıyla avokado oranından kaynaklanan koyulaşma ve sarımsı renk artışı olurken yeşil renkte değişim olmamıştır. Yedi gün süreyle $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de saklanan örneklerde de benzer sonuçlar ortaya çıkmış ancak a^* değerinde azalma dolayısıyla yeşil renkte azalma belirlenmiştir. Bu değişimin avokadolu yoğurt örneklerindeki avokadonun enzimatik kahverengileşmesinden (Fennema 1996) ve klorofil degradasyonundan (Koca ve ark. 2007) kaynaklandığı düşünülmektedir. Meyve ve türevi ürünlerin ilave edildiği

yoğurtlarda benzer renk değişimleri gözlemlenmiştir (Temiz ve ark. 2014).

3.2. Duyusal Özellikler

Puanlama ve sıralama testi uygulanarak elde edilen duyusal analiz verileri ile değişik oranlarda avokado eklenmesinin tüketici algısına etkisi belirlenmiştir. Şekil 4'te gösterildiği gibi genel beğeni verilerine göre en çok beğenilen örnek %6 avokadolu yoğurt olup, bu örnek ile %0 kontrol ve %10 avokadolu yoğurt örnekleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak %15 avokadolu yoğurt diğer örneklerle kıyaslandığında en az beğenilmiştir ($p\leq 0.05$). Renk bir ürünün kabul edilebilirliğini belirleyen önemli bir parametredir. Puanlama testi sonuçlarına göre renk değeri %6 ile %10 oranında avokado içeren örneklerde %15 avokado içeren örneğe göre daha yüksek belirlenmiştir. Yeşil renkteki yoğunluk panelistlerin beğenisini azaltmıştır. Örnekler koku

bakımından değerlendirildiğinde ise %6 ve %10 oranlı örnekler ile kontrol örneği arasında fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$), ancak %15 avokadolu örnek en düşük puanı almıştır ($p>0.05$).

Avokado oranı arttıkça STK artmış, serum ayrılması azalmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak ağızda kıvam, kaşıқта kıvam ve homojen yapı bakımından örnekler değerlendirildiğinde %6 ve %10 avokadolu yoğurtlar, avokado içermeyen kontrol yoğurda göre daha yüksek puan almıştır. %15 avokadolu yoğurt, alışılmadık dışındaki fazla kıvamı ve homojen yapısından dolayı beğenilmemiştir. Tat, ekşi tat, yağlılık hissi ve ağızda kalan tat yönünden avokado içermeyen kontrol yoğurt ile %6 ve %10 avokadolu örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Avokadolu yoğurt örneklerine uygulanan sıralama testine göre örnekler en çok beğenilenden en az beğenilene %6, %0, %10, %15 olarak sıralanmaktadır.

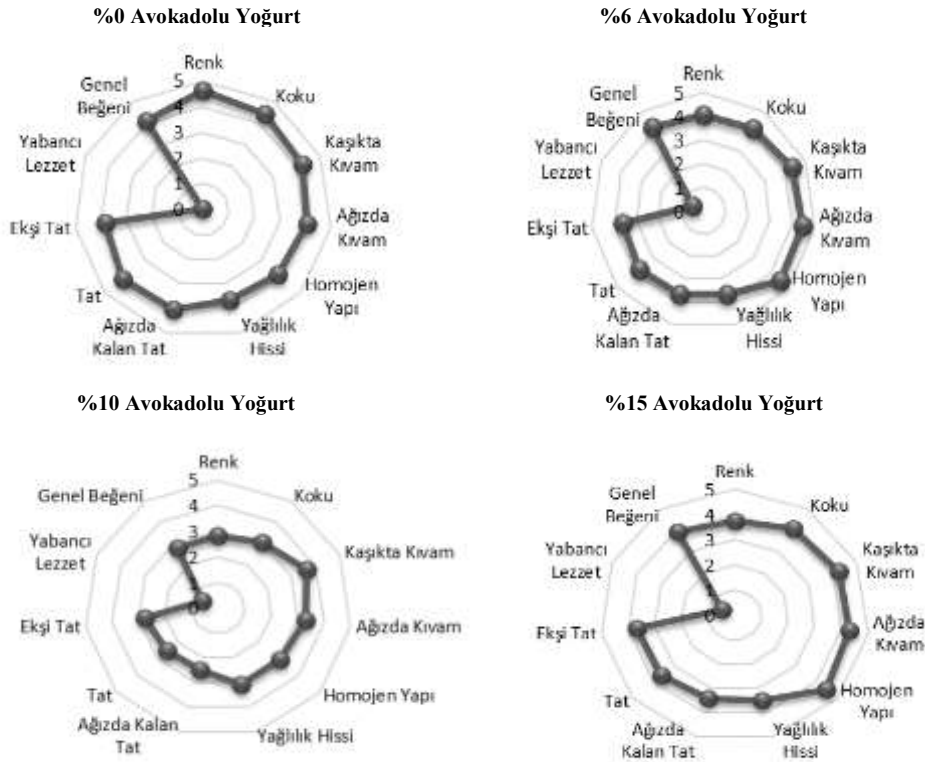
Çizelge 1. Avokadolu yoğurtların 1 ve 7 gün $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de saklama sonrası renk değerleri.

Table 1. Color values of avocado yogurt samples after 1 and 7 days of storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$.

Saklama Süresi (Gün)	Avokado Oranı (%)	L*	a*	b*	ΔE^*
1	0	81.01±0.83 ^{dz}	-5.01±0.34 ^b	5.72±1.09 ^a	13.55±0.58 ^a
1	6	77.94±0.42 ^c	-6.90±0.06 ^a	13.99±0.81 ^b	19.52±0.04 ^b
1	10	76.34±0.09 ^b	-7.02±0.21 ^a	16.49±0.07 ^c	22.10±0.17 ^c
1	15	73.83±0.13 ^a	-6.78±0.21 ^a	19.00±0.16 ^d	25.41±0.04 ^d
7	0	81.09±0.21 ^d	-5.41±0.24 ^b	7.38±0.49 ^a	13.85±0.40 ^a
7	6	75.83±0.10 ^b	-5.93±0.01 ^a	14.86±0.75 ^b	21.36±0.45 ^b
7	10	71.07±0.27 ^c	-5.09±0.01 ^c	16.93±0.01 ^c	26.21±0.23 ^c
7	15	66.91±0.73 ^a	-4.23±0.03 ^d	19.04±0.30 ^d	30.69±0.78 ^d

^zAynı sütun ve aynı saklama süresi içerisinde belirtilen ortalama \pm standart sapma değerlerinde kullanılan farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p\leq 0.05$).

^zValues, indicated with mean \pm standard deviation, in the same column and same storage day followed by different letters significantly different ($p\leq 0.05$).



Şekil 4. Farklı oranlarda avokado içeren yoğurt ürünlerine uygulanan duyusal analiz puanlama testi.

Figure 4. Sensory evaluation hedonic scale rating test for different ratios of avocado yogurt samples.

4. Sonuç

Avokadolu yoğurt örneklerinde avokado oranı arttıkça pH değerlerinde azalma, titrasyon asitliğinde artma gözlemlenmiştir. Avokado oranındaki artışın STK'yı artırdığı ve buna bağlı olarak serum ayrılmasını azalttığı belirlenmiştir. Yapılan duyuşsal analiz sonuçlarına göre %6 oranındaki avokadolu yoğurt en çok beğeni almıştır. Bir hafta süreyle $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de saklanan avokadolu yoğurtlarda yeşil renkte azalma belirlenmiştir. Sonuç olarak coğrafi işaretli Alanya avokadosu ile üretilen yoğurt katma değerli gıda ürünleri arasında yer alma potansiyeline sahiptir.

Teşekkür

Bu makale Aslı Tarhan'ın *Avokadolu Yoğurt Üretimi* başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akın MS, Yapık Ö, Akın MB (2016) Adıyaman ilinde süt üretim çiftliklerinden ve toplayıcılardan sağlanan sütlerin bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20(4): 253-265.
- Altuğ Onoğur T, Elmacı Y (2015) Gıdalarda duyuşsal değerlendirme. *Sidas Yayınları*, İzmir.
- Alvarez LD, Moreno AO, Ochoa FG (2012) Avocado. In tropical and subtropical fruits: Postharvest physiology, processing and packaging, Edited by M. Siddiq, Wiley-Blackwell, Oxford, England.
- Andrés-Bello A, Barreto-Palacios V, García-Segovia P, Mir-Bel J, Martínez-Monzó J (2013) Effect of pH on color and texture of food products. *Food Engineering Reviews* 5(3): 158-170.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1997) International official methods of analysis. 16th Edition, Arlington, VA, USA.
- Araújo RG, Rodríguez-Jasso RM, Ruiz HA, Pintado MME, Aguilar CN (2018) Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science and Technology* 80: 51-60.
- Bakırcı S (2014) Bal kabağı lifi kullanımının yarım yağlı yoğurdun kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Bayram S (2012) Avokado Yetiştiriciliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi, Ankara, Yayın No: 2012/47, s. 76.
- Bayram S (2013) Bazı avokado çeşitlerinin anaçlık özelliklerinin ve üzerinde aşılı çeşitlerle uyuma durumlarının incelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Beykaya M, Özbey A, Yıldırım Z (2017) Sivas ilindeki bazı süt işletmelerine gelen sütlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(4): 388-396.
- Christous S, Dimitra L, Constantina T (2009) Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effect of rheological properties, ice crystallization, and glass transition phenomena. *Food Chemistry* 115: 665-671.
- FAO (2019) Food and agriculture organization of the United Nations. Agriculture Database. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Avocado%20Annual_Mexico%20City_Mexico_12-01-2019. Erişim 30 Mayıs 2020.
- Fennema OR (1996) *Food Chemistry*. 3rd ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Fernandes FAN, Oliveira VS, Gomes WF, Rodrigues S (2016) Degradation kinetics of vitamin E during ultrasound application and the adjustment in avocado puree by tocopherol acetate addition. *LWT-Food Science and Technology* 69: 342-347.
- Fulgoni VL, Dreher M, Davenport AJ (2013) Avocado consumption is associated with better diet quality and nutrient intake, and lower metabolic syndrome risk in US adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001–2008. *Nutrition Journal* 12(1): 1-6.
- Goff D, Richard WH (2013) *Ice Cream*. Springer, New York, USA.
- Gölküçü M (2006) Bazı avokado (*Persea americana Mill.*) çeşitlerinin püre üretimine uygunluklarının belirlenmesi ve ürün stabilitesi üzerine depolama sıcaklığının etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Gürün E (2013) Sürülebilir nitelikleri yüksek meyveli ve baharatlı yoğurt üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Jacobo-Velazquez DA, Hernandez-Brenes C (2010) Biochemical changes during the storage of high hydrostatic pressure processed avocado paste. *Journal of Food Science* 75(6): 264-270.
- Koca N, Karadeniz F, Burdurlu HS (2007) Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chemistry* 100(2): 609-615.
- Konar A (1980) İnek, keçi, koyun ve manda sütlerinin çeşitli sıcaklık derecelerinde ve değişik sürelerde işlenmelerin yoğurt kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar. Doçentlik tezi, Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Köse E, Şahinbaşkan T (2008) Renk yönetiminde kullanılan standart ICC profillerinin Türkiye'de oluşturulmuş bazı profiller ile karşılaştırılması. *Politeknik Dergisi* 11(4): 365-371.
- Köse Ş, Ocak E (2014) Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda* 12(2): 101-107.
- Oner ME, Walker PN (2011) Effect of processing and packaging conditions on quality of refrigerated potato strips. *Journal of Food Science* 76(1): 35-40.
- Oner ME, Wall MM (2012) Processing conditions for producing french fries from purple-fleshed sweet potatoes. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 55(6): 2285-2291.
- Özer B (2006) Yoğurt bilimi ve teknolojisi. 1. baskı, Sidas Yayınları, İzmir.
- Peker H (2012) Keçiyoynuzu gamı kullanarak az yağlı yoğurt ve zeytin yaprağı ekstratı kullanılarak fonksiyonel meyveli yoğurt üretimlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Quevedo R, Ronceros B, Garcia K, Lopéz P, Pedreschi F (2011) Enzymatic browning in sliced and pureed avocado: A fractal kinetic study. *Journal of Food Engineering* 105(2): 210-215.
- Şengül M, Başlar M, Erkaya T, Ertugay MF (2009) Ultrasonik homojenizasyon işleminin yoğurdun su tutma kapasitesi üzerine etkisi. *Gıda* 34(4): 219-222.
- Temiz H, Tarakçı Z, İslam A (2014) Effect of cherry laurel marmalade on physicochemical and sensorial characteristics of the stirred yogurt during storage time. *Gıda* 39(1): 1-8.
- TGK (2009) Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2009/25. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm>. Erişim 10 Ağustos 2019.
- TS (Türk Standardı) (2002) Çiğ süt. TS 1018, Ankara.
- TS (Türk Standardı) (2006) Yoğurt. TS 1330, Ankara.
- TÜİK (2018) Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim 15 Eylül 2019.
- TURKPATENT (2018) Alanya avokadosu. Tescil No: 386. Tescil ettiren Alanya Ticaret ve Sanayi Odası.

<https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/resources/temp/612D385A-5046-418F-BAFE-E73E5D108530.pdf>. Erişim 16 Ağustos 2019.

Weerathilake WADV, Rasika DMD, Ruwanmali JKU, Munasinghe MADD (2014) The evolution, processing, varieties and health

benefits of yogurt. International Journal of Scientific and Research Publications 4(4): 1-10.

Yaygın H (1999) Yoğurt teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya.



Farklı yöntemlerle konsantre edilen kefirlerin fizyokimyasal ve mikrobiyolojik bazı özelliklerinin belirlenmesi

Determination of some physicochemical and microbiological properties of kefir concentrated by different methods

Muammer DEMİR¹, Demet ÖZKISA¹

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 07058, Antalya

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

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 29 Haziran 2020
Kabul tarihi 09 Temmuz 2020

Anahtar Kelimeler:

Konsantre kefir
Kefir kültürü
Kefir danesi
Evaporasyon

ÖZ

Yapılan bu çalışmada farklı yöntemlerle konsantre edilen kefirlerin depolama süresine bağlı olarak bazı fizyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla starter kültür ve kefir danesinden, her ikisinden de ayrı ayrı olmak üzere; sütlere süt tozu ilave edilmesi, üretilen kefirlerin süzülmesi, üretimlerde kullanılan sütlerin evapore edilmesi ve üretilen kefirlerin evapore edilmesi şeklinde dört farklı yöntemle elde edilen toplam sekiz farklı konsantre kefir, 4°C'de 30 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde; örneklerde titrasyon asitliği, pH, tekstür, su tutma kapasitesi ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda konsantre kefir örneklerinin titrasyon asitliği ve sertlik değerlerinin depolama süresince arttığı, pH değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir. Konsantre kefir örneklerinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizler sonucunda, laktobasil, laktokok, lökonostok ve asetik asit bakterilerinin sayılarında depolama süresince azalma gözlenirken, maya sayılarında ise artış görülmüştür. Depolama süresince konsantre kefir örneklerinin su tutma kapasitesine ait değerler arasında istatistiksel bir farklılık ($P<0.05$) olduğu, depolamanın birinci gününde elde edilen su tutma kapasitesi değerlerinin daha düşük olduğu bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada, ülkemizin probiyotik ürün yelpazesine farklı tat ve aromaya sahip yeni bir ürün kazandırılması, konsantrasyon işlemi ile ürünlerin ihtiva ettiği probiyotik mikroorganizma sayısının dolaylı olarak artırılması ve raf ömrü boyunca kritik sayının altına düşmesinin engellenmesi, ürünün raf ömrünün uzatılması ile taşıma ve depolama maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 02 March 2020
Received in revised form 29 June 2020
Accepted 09 July 2020

Keywords:

Concentrated kefir
Kefir culture
Kefir grain
Evaporation

ABSTRACT

In this study, some physicochemical and microbiological properties of kefir samples concentrated by different methods were determined depending on storage period. For this purpose, from the starter culture and kefir grain, both separately; Eight different concentrate kefir obtained by four different methods such as adding milk powder to the milk, filtering the produced kefir, evaporating the milk used in the productions and evaporating the produced kefir were stored for 30 days at 4°C. On the 1st, 15th and 30th days of storage; titration acidity, pH, texture, water holding capacity and microbiological analyzes were performed in the samples. At the end of the study, it was determined that titration acidity and hardness values of concentrated kefir samples increased during storage and pH values decreased. As a result of microbiological analysis carried out in concentrated kefir samples, throughout the storage period the number of lactobacilli, lactococcus, leuconostoc and acetic acid bacteria decreased, while the number of yeasts increased. It was found that there was a statistical difference ($P<0.05$) between the values of water holding capacity of concentrated kefir samples during storage, and the water holding capacity values obtained on the first day of storage were lower. The aim of this study is to add a new product with different taste and aroma to the probiotic product range of our country. By the indirectly increasing the number of probiotic microorganisms contained in the products by concentration process, it was prevented falling below the critical number during the shelf life. By the concentration process, it was provided extending the shelf life of the product and reducing transportation and storage costs.

1. Giriş

Türk Gıda Kodeksine göre fermente süt ürünü; sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009). Temel fonksiyonu, elde edilen ürün ile dolaylı olarak sütün raf ömrünü uzatmak olan fermentasyon, bu sayede sütün sindirimini kolaylaştırmakta, çeşitli tat ve aromaya sahip yeni süt ürünlerinin elde edilmesini sağlamaktadır (Surono ve Hosono 2011). Fermente süt ürünlerinin, soğutma teknolojilerinin olmadığı eski çağlarda oda sıcaklığında bekletilen sütlerde, laktik asit ve diğer bakterilerin gelişmesi sonucu ortaya çıktığı varsayılmaktadır. Böylelikle mikroorganizma aktivitesi sonucu hoş bir tat kazanmış ve yüksek asit içeriğinden dolayı da raf ömrü uzamış ürünler elde edilmiştir. Raf ömrünün uzun olması, fermente süt ürünlerini cazip kılmıştır. İlk olarak Orta Doğu'da ortaya çıktığına inanılan fermente süt ürünleri, zamanla dünyanın dört bir tarafına yayılmıştır (Mistry 2001).

Probiyotik içeren gıdalar, yani yoğurt, peynir, kefir gibi fermente süt ürünleri, besin değerlerinin yanında, hastalık önleyici ve bağışıklık sistemini güçlendirici özellikleri olan fonksiyonel gıdalardır. Canlı mikroorganizma olarak tanımlanan probiyotiklerin, sağlığa faydalı etkilerini gösterebilmeleri için midedeki hidroklorik asite dayanıklı olup, sindirim sistemini geçerek bağırsaklara canlı bir şekilde ulaşabilmeleri gerekir. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri, insan tüketimi için uygun probiyotik bakterilerdir (Abdelrahman ve ark. 2010).

Probiyotik fermente süt ürünü olan kefir, Türk Gıda Kodeksi'ne göre "Fermentasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefirii*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir danelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009).

Kefir, içerdiği bakteri ve mayalardan dolayı doğal probiyotik özellik gösterir ve fonksiyonel bir fermente süt ürünüdür. Sağlık açısından faydalı bir içecek olan kefir, gastrointestinal sistemi geliştirir, bağışıklık sistemini güçlendirir, laktoz toleransını artırır, kolesterol düşürücü ve kanser önleyici özelliği vardır (Güzel-Seydim ve ark. 2011). Ayrıca kefir, vücudun temel fonksiyonları ve çeşitli faaliyetleri için gerekli olan mineraller ve elzem aminoasitler bakımından zengindir. Kefirde bol miktarda bulunan triptofan elzem aminoasitinin ve kalsiyum, magnezyum mineral maddelerinin, sinir sistemi üzerinde rahatlatıcı bir etkisi olduğu bilinmektedir. Yeterli miktarda alınması durumunda; böbrek, karaciğer, sinir sistemine ve deri hastalıklarına sayısız fayda sağladığı bilinen B₁₂, B₁, K vitaminleri de kefirde bulunmaktadır (Korkut 2010).

Konsantrite süt, su oranı azaltılmış ve dolayısıyla raf ömrü arttırılmış süt demektir. Sütün su oranı, vakumda buharlaştırma, santrifüjleme, ekstraksiyon, liyofilizasyon ve membran filtrasyonu yöntemleriyle azaltılabilir. Sütü konsantrite etmek için en çok kullanılan yöntemler membran filtrasyonu ve vakumda buharlaştırmadır. Sütü konsantrite etmek, üreticiye, işletmeciye ve tüketiciye; ekonomik, taşıma ücreti azaltılmış, işlevsel ürün sunar (Farkye ve Rehman 2011). Özellikle raf ömrünü uzatmak için konsantrite edilen fermente süt ürünleri,

Türk Gıda Kodeksi'ne göre; protein oranı fermentasyondan önce veya sonra en az %5.6 oranına yükseltilmiş süzme yoğurt veya torba yoğurdu, kış yoğurdu, labneh, tuzlu yoğurt, kurut gibi fermente süt ürünleri olarak tanımlanır (Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009). Türk Gıda Kodeksi'nde bahsi geçen ve daha yaygın olarak üretimi yapılan bu ürünlerin yanında kefirin de konsantrite edilerek tüketiciler için konsantrite fermente ürün yelpazesine yeni bir ürün olarak kazandırılması, ürünün bazı özelliklerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada 4 farklı üretim metodu ve 2 farklı kültür ile üretilen konsantrite kefirler, 4°C'de 30 gün süre ile depolanmıştır. Sağlık açısından faydaları bilimsel çalışmalarda vurgulanan ve probiyotik mikroorganizmaları ihtiva etmesi nedeniyle de probiyotik bir fermente süt ürünü olan kefir, geleneksel bir içeceğimizdir. Esasen orijini Kafkas bölgesine dayanmaktadır. İsmi, hoş bir tat anlamına gelen Kafkas bölgesine ait bir kelime olan "keyif"ten alan kefirin ilk üretimi, keçi ve inek sütü karışımı ve kefir tanesi kullanılarak yapılmıştır. Ekşi bir tadı olan kefir, az miktarda alkol ve karbondioksit içerir. Endüstriyel üretiminde, kefir tanesi yerine kefir kültürü kullanılır ve endüstriyel kefirin alkol oranı %0.02'dir. Ülkemizde üretimi genellikle kefir tanesi kullanılarak geleneksel yöntemlerle yapılır. Ancak yakın bir tarihten itibaren bazı ticari firmalar kefir kültürü kullanarak endüstriyel kefir üretimi gerçekleştirmektedir. Özellikle kurumsallaşmış büyük firmaların da aralarında bulunduğu bazı üreticiler, endüstriyel olarak kefir üretimine ilgi göstermiş, sade ve meyveli karışımları market raflarında görülmüştür. Bununla beraber kefir satışları hiçbir zaman yoğurt satışları ile boy ölçüşebilecek seviyeye gelmemiştir. Bunun başlıca sebepleri, ürünün yeterince tanınmıyor olması ve dolayısıyla günlük beslenme kültürümüze yerleşememesi, özellikle mayalar gibi içerdiği bazı mikroorganizmalardan dolayı raf ömrünün kısa oluşu ve üretim maliyetinin yoğurtla kıyaslandığında düşük olmasına rağmen satış fiyatının yüksekliği olarak özetlenebilir. Bundan başka diğer önemli bir konu da, probiyotik olduğu iddia edilen çoğu ürünün, raf ömrü tamamlanmadan bile, probiyotik ürünler için şart koşulan ve kritik olan, içermesi gereken canlı probiyotik mikroorganizma sayısından daha az sayıda canlı probiyotik mikroorganizma ihtiva etmesidir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile, ülkemizin probiyotik ürün yelpazesine farklı tat ve aromaya sahip yeni bir ürün eklenmesi, konsantrasyon işlemi ile ürünlerin ihtiva ettiği probiyotik mikroorganizma sayısının da dolaylı olarak artırılması ve raf ömrü boyunca kritik sayının altına düşmesinin engellenmesi, ürünün raf ömrünün uzatılması ile taşıma ve depolama maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Konsantrite kefirlerin üretim hammaddesi olan 1 L'lik paketlerde yarım yağlı UHT inek sütleri (Pınar yarım yağlı UHT inek sütü) piyasadan satın alınarak temin edilmiş ve bu sütlerin bazı belirleyici özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Süt tozu ilavesiyle konsantrite kefir üretiminde kullanılan yağsız inek süt tozu piyasadan satın alınarak temin edilmiştir (İzi Süt Gıda Mamulleri Sanayi ve Tic. A.Ş. KONYA). Konsantrite kefir üretiminde kullanılan kefir danesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir.

Kefir kültürü ise piyasadan satın alınarak temin edilmiştir (Danisco, DANİMARKA).

Çizelge 1. Konsantre kefirlerin üretiminde kullanılan inek sütünün bazı fizikokimyasal özelliklerine ait değerler.

Table 1. Values of some physicochemical properties of cow milk used in the production of concentrated kefir.

Analizler	İnek Sütü
Kuru Madde (%)	9.36±0.09
Yağ (%)	1.50±0.00
YSKM* (%)	7.86±0.09
Protein (%)	2.78±0.00
Kül (%)	0.43±0.05
pH	6.63±0.00
Titrasyon Asitliği (%)	0.15±0.04

X±SD: ortalama±standart sapma, YSKM: Yağsız süt kuru maddesi.

2.2. Metot

2.2.1. Konsantre kefir üretimi

Piyasadan temin edilmiş olan yarım yağlı UHT inek sütleri, üretilen her bir ürün için; üretim yöntemindeki farklılıklara bağlı olarak, farklı miktarlarda ayrılarak üretime hazırlanmıştır. Üretimlerde 0.015 mg L⁻¹ oranında (Ön denemelerde belirlenen oranda) kefir kültürü kullanılmıştır. Ayrıca kefir danesinin kullanılacağı üretimlerde, kefir danelerinin mayalama işleminden sonra konsantre üründen ayrıştırılmasının zor olacağı düşünüldüğünden, kefir danesi ile mayalama işlemi yerine, %8 oranında (Ön denemelerde belirlenen oranda) kefir süzüntüsü starter kültür olarak kullanılmıştır. Kefir süzüntüsü ise %6 oranında kefir danesi kullanılarak (Ön denemelerde

belirlenen oranda) elde edilmiştir. Bu amaçla süt içerisine %6 oranında kefir danesi eklenip, 22°C'de fermente edilmiş ve pH düzeyi 4.6 olduğunda mayalama işlemi sonlandırılarak kefir süzüntüsü elde edilmiştir (Koroleva ve ark. 1978).

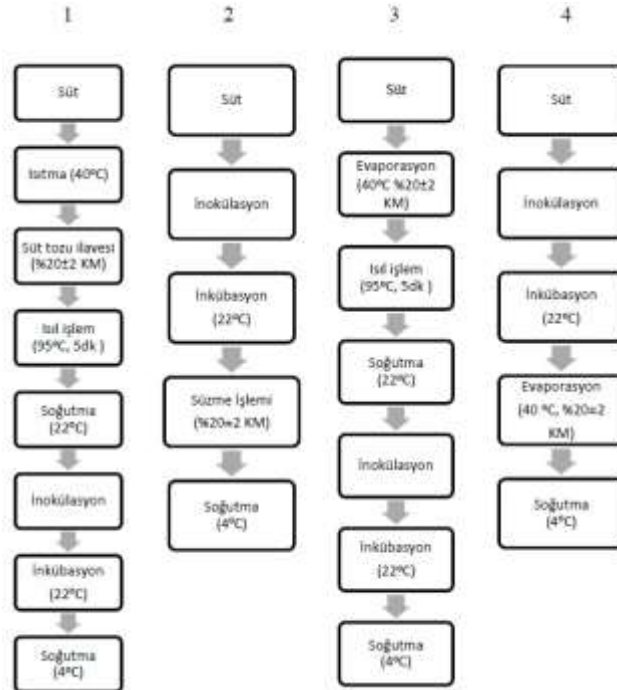
Aşağıdaki başlıklar altında her bir farklı yöntemle üretilen konsantre kefirlerin üretim aşamaları anlatılmıştır.

2.2.1.1. Süt tozu ilavesiyle konsantre kefir üretimi

Süt tozu ilavesiyle konsantre kefir üretiminde kullanılan yarım yağlı UHT inek sütü 40°C'ye kadar ısıtılıp, sütün yağsız kuru madde oranı %20±2 olacak şekilde yağsız süt tozu ilave edilerek (süt tozunun nem oranı belirlendikten sonra kütle dengliği kurularak hesaplanmıştır) kuru madde düzeyi artırılmıştır. Kuru maddesi artırılan süt, 95°C'de 5 dakika ısıtılıp işleme tabi tutulduktan sonra (ısıtılıp işleme tabi tutulduktan sonra) (ısıtılıp işleme tabi tutulduktan sonra) (ısıtılıp işleme tabi tutulduktan sonra) 22°C'ye soğutulup iki eşit kısma ayrılarak, kısımlardan birine kefir kültürü, diğerine ise kefir süzüntüsü ayrı ayrı inoküle edilerek aynı sıcaklıklarda inkübe edilmiştir. Daha sonra sütlerin pH değerleri 4.6-4.7 olunca inkübasyon işlemi sonlandırılarak konsantre kefirler üretilmiştir (Şekil 1).

2.2.1.2. Geleneksel süzme yöntemi ile konsantre kefir üretimi

Yarım yağlı UHT inek sütü iki eşit kısma ayrılıp, kısımlardan biri kefir kültürü, diğeri ise kefir süzüntüsü ile ayrı ayrı aşılanarak 22°C'de fermente edilmiştir. Ürünlerin pH değerleri 4.6-4.7 olunca inkübasyon işlemi sonlandırılmış ve bu şekilde üretilmiş olan kefirler geleneksel yöntemle süzme işlemi için bez keselere (standart Amerikan pamuklu bez) boşaltılıp 4°C'de kuru madde düzeyleri %20±2 oluncaya kadar süzme işlemine devam edilerek konsantre kefirler üretilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Süt tozu ilavesiyle konsantre kefir üretimi 1 numaralı akım şemasında, Geleneksel süzme yöntemi ile konsantre kefir üretimi 2 numaralı akım şemasında, Evapore edilerek kuru maddesi artırılan sütlerden konsantre kefir üretimi 3 numaralı akım şemasında ve Üretilen kefirlerin evapore edilmesiyle konsantre kefir üretimi 4 numaralı akım şemasında gösterilmiştir.

Figure 1. Production of concentrated kefir with the addition of milk powder in the flow chart number 1, Concentrated kefir production with traditional filtration method in flow chart number 2, Production of concentrated kefir from milk with increased dry matter by evaporating in the flow chart number 3 and Concentrated kefir production by evaporating the produced kefir are shown in the flow chart number 4.

2.2.1.3. Evapore edilerek kuru maddesi artırılan sütlerden konsantr kefir üretimi

Yarım yağlı UHT inek sütü, rotary evaporatörde (HEIDOLPH Laborota 4000 efficient, ALMANYA) 40°C sıcaklıkta, ön denemelerde belirlenen 150 rpm devir sayısı ve 60 mbar basınçta, kuru madde oranı %20±2 oluncaya kadar evapore edilmiştir. Kuru maddesi artırılan süt, 95°C'de 5 dakika ısıtma işlemi tabi tutulduktan sonra 22°C'ye soğutulup iki eşit kısma ayrılmış, kısımlardan birine kefir kültürü, diğerine ise kefir süzüntüsü inoküle edilerek fermente edilmiştir. pH değerleri 4.6-4.7 oluncaya inkübasyon işlemi sonlandırılmış ve konsantr kefirlerin üretimleri sağlanmıştır (Şekil 1).

2.2.1.4. Üretilen kefirlerin evapore edilmesiyle konsantr kefir üretimi

Yarım yağlı UHT inek sütü iki eşit kısma ayrılıp, kısımlardan birine kefir kültürü, diğerine ise kefir süzüntüsü ilave edilerek inokülasyon yapılmış ve 22°C'de fermente edilmiştir. Ürünlerin pH değerleri 4.6-4.7 oluncaya inkübasyon işlemi sonlandırılmış ve elde edilen kefirler rotary evaporatörde 40°C'de, ön denemelerde belirlenen 150 rpm devir sayısı ve 60 mbar basınçta, kuru madde oranları %20±2 oluncaya kadar tutularak konsantr kefirler elde edilmiştir (Şekil 1).

2.2.2. Örneklerin depolanması

Üretimler sonunda elde edilen konsantr kefirlerin kuru madde, protein, yağ ve kül miktarları belirlenmiş, daha sonra örnekler ağız kapaklı steril plastik kaplara ayrı ayrı konulmuş ve 30 gün süre ile buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde de her gün için ayrı ayrı olmak üzere, örneklerde titrasyon asitliği, pH, tekstür, su tutma kapasitesi ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

2.2.3. Sütlerde yapılan fizikokimyasal analizler

Örneklerin kuru madde, yağ, protein, kül miktarları [Metin \(2008\)](#)'e, titrasyon asitliği ise [Kurt ve ark. \(1993\)](#)'na göre yapılmıştır. Örneklerin pH değerleri, pH metre (Thermo Scientific Orion 2 Star, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

Konsantr kefirlerde sertlik değerleri TA.XT Plus tekstür analiz cihazı (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) ile [Haque ve ark. \(2001\)](#)'nin kullandığı yöntem modifiye edilerek tespit edilmiştir. Konsantr kefir örneklerinin sertlik analizi sırasında örnek sıcaklıkları 4°C olup, analiz 25 mm'lik silindirik prob kullanılarak ve test hızı 1 mm s⁻¹, trigger kuvveti 5 kg ve uzaklık 45 mm olacak şekilde yapılmıştır.

Konsantr kefir örneklerinin su tutma kapasiteleri [Remeuf ve ark. \(2003\)](#)'in bildirdiği yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Buna göre 25'er g konsantr kefir örnekleri santrifüj tüpleri içerisine tartılıp, 10°C'de 6000 g'de 10 dakika süreyle santrifüj (SIGMA-3K30 İNGİLTERE) edilmiş, santrifüj sonrası santrifüj tüplerinin üstlerinde kalan serum kısımları döküldükten sonra geriye kalan kısımlar tartılıp (son tartım) su tutması kapasitelerine ait değerler aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Su tutma kapasitesi, ürünlerin raf ömrünün belirlenmesi bakımından önemli bir parametredir. Depolama süresince ürünlerde serum ayrılmasının düşük olması gerekmektedir.

Su tutma kapasitesi (%)= [(son tartım–santrifüj tüpünün ağırlığı) / örnek miktarı] × 100

2.2.4. Konsantr kefirlerde yapılan mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik ekimler yapılmadan önce ¼ kuvvetinde ringer çözeltilisi kullanılarak aseptik şartlar altında, uygun desimal seri dilüsyonlar (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷, 10⁻⁸, 10⁻⁹) hazırlanmıştır ([Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009](#)). Konsantr kefir örneklerinde canlı laktobasil bakteri sayılarının belirlenmesinde, pH değeri 6.0'ya ayarlanarak (1 N NaOH ve HCl kullanılarak) sterilize edilmiş (120°C'de 15 dakika) De Man, Rogosa and Sharp (MRS, Merck, Darmstadt, ALMANYA) agar besi ortamı kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyonlar anaerobik ortamda 24-48 saat süreyle 30°C'de gerçekleştirilmiştir ([Öner ve ark. 2010](#)). Canlı laktokok bakteri sayılarının belirlenmesinde, M17 agar (Merck, Darmstadt, ALMANYA) besi ortamı sterilize (120°C'de 15 dakika) edilerek kullanılmış ve inkübasyon 24-48 saat süreyle 30°C'de gerçekleştirilmiştir ([Öner ve ark. 2010](#)). Örneklerde canlı lökonostok bakteri sayılarının belirlenmesinde, Mayeux, Sandine & Elliker (MSE) agar (10 g L⁻¹ tripton, 2.5 g L⁻¹ jelatin, 5 g L⁻¹ maya ekstraktı, 100 g L⁻¹ sakaroz, 5 g L⁻¹ glukoz, 1 g L⁻¹ sodyum sitrat, 75 mg L⁻¹ sodyum azit ve 15 g L⁻¹ agar agar) besi ortamı sterilize (120°C'de 15 dakika) edilerek kullanılmış ve inkübasyon 96-120 saat süreyle 22°C'de gerçekleştirilmiştir ([Garcia ve ark. 2006](#)). Canlı asetik asit bakteri sayılarının belirlenmesinde, Acetobacter Peroxydans Medium (APM, Merck, Darmstadt, ALMANYA) agar besi ortamı sterilize (120°C'de 15 dakika) edilerek kullanılmış, uygun dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmış ve petri kutuları aerobik ortamda 30°C'de 3-5 gün süreyle inkübe edilmiştir ([Witthuhn ve ark. 2004](#)). Konsantr kefir örneklerinde canlı maya sayılarının belirlenmesinde ise Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC, Merck, Darmstadt, ALMANYA) agar besi ortamı sterilize (120°C'de 15 dakika) edilerek kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmış ve petri kutuları aerobik ortamda 25°C'de 3-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır ([Witthuhn ve ark. 2004](#)).

2.2.5. İstatistiksel analiz

Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı bulunan değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır ([Düzgüneş ve ark. 1987](#)). İstatistiksel analizler, SAS Institute Inc. SAS System 9.0 bilgisayar programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Konsantr kefirlerin fizikokimyasal özellikleri

Farklı yöntemler uygulanarak üretilen konsantr kefirlerin kuru madde, protein, yağ ve kül miktarlarına ilişkin veriler [Çizelge 2](#)'de verilmiştir. Yapılan bu çalışmada bütün ürünlerin kuru madde miktarlarının %20±2'ye ulaşması hedeflenmiş ve örneklerin kuru madde değerleri %19.45-21.75 arasında bulunmuş, hedeflenen kuru madde düzeyine yakın değerlerde ürünler elde edilmiştir.

Konsantr kefir örneklerinin protein miktarlarına ait ortalama değerlerin %5.60-10.86 arasında olduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi'nin Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre konsantr fermente süt ürünleri için protein miktarının fermantasyondan önce veya sonra en az %5.6 oranında yükseltilmiş olması gerektiği bildirilmiştir ([Türk Gıda](#)

Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009). Elde edilen sonuçlara göre konsantr kefir örneklerinde belirlenen değerlerin, tebliğde belirtilen şartı karşıladığı, tebliğ ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Üretilen ürünlerin yağ miktarlarına ait ortalama değerlerin %0.5-2.55 arasında değiştiği saptanmıştır. Örnekler için yağ değerlerinin geniş aralıkta değiştiği bu durum; süt tozu ile kuru madde düzeyleri artırılan (yağsız süt tozu kullanılması dolayısı ile) sütlerden üretilen konsantr kefir örneklerinin yağ oranlarının düşük, geleneksel süzme yöntemi ile üretilen konsantr kefir örneklerinin yağ değerlerinin ise yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Süzme yönteminde, ayrılan serum ile birlikte kuru madde kaybı olmamakta, ancak yağ tamamen konsantr üründe kalmakta, dolayısıyla da orantısız olarak yağ değeri yüksek çıkmaktadır. Akın (1998) tarafından yapılan çalışmada farklı starter kültürler kullanılarak inek ve koyun sütlerinden hazırlanan farklı fermente süt ürünleri, ultrafiltrasyon ve geleneksel yöntemlerle konsantr edilmiş ve bu ürünlerin sertlik (konsistens) ve organoleptik özellikleri belirlenmiştir. Ultrafiltrasyon ile konsantr edilerek üretilen Bifiduslu fermente süt, Asidofiluslu fermente süt, Bioyoğurt, Bifiduslu yoğurt ve standart yoğurdun yağ oranları %9.09-9.90, geleneksel yöntemle konsantr edilerek üretilen Bifiduslu fermente süt, Asidofiluslu fermente süt, Bioyoğurt, Bifiduslu yoğurt ve standart yoğurdun yağ oranları ise %9.19-9.80 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışmada ise üretilen konsantr kefirlerin yağ miktarlarına (%) ait değerlerin,

araştırmacının bildirdiği yağ miktarlarına (%) ilişkin değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Söz konusu değerler arasındaki fark, konsantr kefir üretiminde kullanılan sütlerin yarım yağlı inek sütü olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, uygulanan konsantr etme yöntemine bağlı olarak yağ oranlarının farklılık göstermesi, örneklerin kuru madde bileşiminin içerik olarak farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Süzme yönteminde, uzaklaştırılan serum ile birlikte yağsız kuru madde de ayrılmakta, oysa diğer konsantr etme yöntemlerinde yağsız kuru madde kaybı olmamaktadır.

Konsantr kefir örneklerinin kül miktarlarına ait değerlerin %0.71-1.56 arasında değiştiği saptanmıştır. Yazıcı ve Akgün (2004) tarafından, protein esaslı yağ yerine geçen katkı maddeleri farklı oranlarda kullanılarak, farklı yağ oranlarına sahip ve süzme yöntemiyle konsantr yoğurtlar üretilmiştir. Depolama süresince, kül değerlerinin %0.5 ve %2 yağ oranına sahip katkı maddesiz yoğurtlar için %0.65-0.73 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Konsantr kefir örneklerinin ortalama pH değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, kültür çeşidinin konsantr kefir örneklerinin pH değerlerinde farklılığa neden olduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı konsantr etme yöntemleriyle

Çizelge 2. Konsantr kefir örneklerinin fizikokimyasal bazı özelliklerine ait değerler.

Table 2. Values of some physicochemical properties of concentrated kefir samples.

Örnek	Kuru madde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)
KK1	19.78±0.01	6.61±0.26	0.60±0.10	1.56±0.07
KT1	19.45±0.13	5.60±0.22	0.50±0.00	1.50±0.02
KK2	20.27±0.20	9.04±0.64	2.55±0.05	0.73±0.01
KT2	21.75±0.08	10.86±0.76	2.45±0.05	0.71±0.08
KK3	19.83±0.22	7.12±0.08	1.60±0.00	1.43±0.01
KT3	19.50±0.09	7.25±0.09	1.55±0.05	1.09±0.18
KK4	20.08±0.02	6.53±0.05	1.40±0.10	1.41±0.12
KT4	20.68±0.04	7.33±0.44	1.20±0.10	1.22±0.23

X±SD: ortalama±standart sapma, KK1: Starter kültür kullanılarak, süt tozu ilavesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KT1: Kefir süzütüsü kullanılarak, süt tozu ilavesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KK2: Starter kültür kullanılarak, süzme yöntemiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KT2: Kefir süzütüsü kullanılarak, süzme yöntemiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KK3: Starter kültür kullanılarak, sütün evapore edilmesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KT3: Kefir süzütüsü kullanılarak, sütün evapore edilmesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KT4: Starter kültür kullanılarak, elde edilen kefirlerin evapore edilmesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri, KT3: Kefir süzütüsü kullanılarak, elde edilen kefirlerin evapore edilmesiyle üretilen konsantr kefir örnekleri.

Çizelge 3. Konsantr kefir örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve su tutma kapasitesi değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Table 3. Duncan multiple comparison test results for the averages of pH, titration acidity and water retention capacity values of concentrated kefir samples.

Uygulamalar	pH	Titrasyon asitliği (%)	Su tutma kapasitesi (%)
Kültür Çeşidi			
Starter Kültür	4.620±0.022 ^a	1.428±0.023 ^b	67.668±2.414 ^a
Kefir Danesi	4.405±0.031 ^b	1.690±0.058 ^a	65.549±1.726 ^b
Konsantr Etme Yöntemi			
Sütlere Süt Tozu İlavesi	4.579±0.054 ^b	1.538±0.053 ^b	57.536±0.706 ^d
Üretilen Kefirlerin Süzülmesi	4.454±0.027 ^c	1.437±0.041 ^c	82.909±1.186 ^a
Sütlerin Evapore Edilmesi	4.632±0.033 ^a	1.458±0.047 ^c	62.318±0.624 ^c
Üretilen Kefirlerin Evapore Edilmesi	4.385±0.046 ^d	1.823±0.083 ^a	63.672±0.935 ^b
Depolama Süresi			
1. gün	4.542±0.043 ^a	1.528±0.070 ^b	65.805±2.825 ^b
15. gün	4.499±0.046 ^b	1.549±0.061 ^b	67.278±2.513 ^a
30. gün	4.497±0.024 ^b	1.615±0.057 ^a	66.743±2.473 ^a

Aynı sütündeki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğu ifade etmektedir. X±SD: ortalama±standart sapma.

üretileen konsantre kefir örneklerinin pH değerlerinin istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, üretileen kefirlerin evapore edilmeesi yöntemiyle elde edilen konsantre kefir örneklerinin pH değerlerinin daha düşük düzeyde ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, fermentasyon esnasında meydana gelen laktik asitin üründe orantısal olarak miktarının artmasından kaynaklanmaktadır. Diğer üretim yöntemlerinde laktik asit üründe konsantre olmamaktadır. Süzme yönteminde serum ile birlikte uzaklaşmakta, süt tozu katılarak ve evapore edilerek konsantre edilen sütlerden üretileen konsantre kefirlerde ise fermentasyon sonlandırıldıktan sonra laktik asitin üründe konsantre olmasına zemin hazırlayacak bir işlem bulunmamaktadır. Bununla birlikte, depolama süresince tüm örneklerin pH değerlerinde azalma ($P<0.05$) gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada ultrafiltrasyonla konsantre edilen Bifiduslu fermente süt, Asidofiluslu fermente süt, Bioyoğurt, Bifiduslu yoğurt ve standart yoğurdun pH değerlerinin 4.11-4.63, geleneksel yöntemle konsantre edilenlerin pH değerlerinin ise 4.00-4.64 arasında değiştiği bildirilmiştir (Akın 1998).

Elde edilen örneklerin titrasyon asitliğine ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kullanılan kültür çeşidinin konsantre kefir örneklerine ait titrasyon asitliği değerleri üzerinde farklılık meydana getirdiği ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Konsantre etme yönteminin titrasyon asitliği üzerine etkisi incelendiğinde ise üretileen kefirlerin süzülmesi ve sütün evapore edilmeesi yöntemleri uygulanarak üretileen konsantre kefir örneklerine ait titrasyon asitliği değerlerinin benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca depolama süresince örneklere ait titrasyon asitliği değerlerinin arttığı ve söz konusu artışın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Konsantre kefir örneklerinin su tutma kapasitesine ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, kullanılan kültür çeşidinin konsantre kefirlerin su tutma kapasitesine ait değerleri üzerinde farklılığa neden olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu görülmektedir. Bu durumun kullanılan kültür içerisindeki mikroorganizmaların ekzopolisakkarit üretimlerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca uygulanan konsantre etme yöntemine bağlı olarak da, konsantre kefir örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri arasında önemli bir farklılık ($P<0.05$) olduğu görülmektedir. Üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinin su tutma kapasitesine ait ortalama değerlerin, diğer konsantre etme yöntemleri uygulanarak üretileen örneklere ait değerlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinde, yöntem gereği zaten serum uzaklaştırılması söz konusudur. Dolayısıyla serum uzaklaştırılmıştır ve bu nedenle de bu yöntem ile üretileen örneklerin su tutma kapasitesine ait değerlerinin yüksek olması beklenen bir durum olarak değerlendirilmektedir. Depolama süresince konsantre kefir örneklerinin su tutma kapasitesine ait değerler arasında istatistiksel bir farklılık ($P<0.05$) olduğu, depolamanın birinci gününde elde edilen su tutma kapasitesi değerlerinin daha düşük olduğu bulunmuştur. Mousa ve ark. (2014) tarafından, *Bifidobacterium bifidum* F-35 suşunun enkapsüle edilerek (tek tabakalı serum protein enkapsülasyonu, çift tabakalı sodyum aljinat kaplı serum proteini enkapsülasyonu) veya serbest hücre formunda inoküle edilmeesiyle üretileen set yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuusal olarak değerlendirilmesinin yapıldığı

çalışmalarında, kuru madde miktarları %13.39-14.27 arasında değişen yoğurtların su tutma oranlarının 14 günlük depolama süresince %54.67-60.80 arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmanın sonuçları, yapılan bu çalışmanın sonuçları ile uyum göstermektedir.

Konsantre kefir örneklerinin sertlik değerlerinin ortalamalarına ait Duncan karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Kullanılan kültür çeşidinin, konsantre kefirlerin sertlik değerlerinde farklılığa neden olduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu görülmüştür. Bu durumun kullanılan kültür içerisindeki mikroorganizmaların ekzopolisakkarit üretimlerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinin sertlik değerlerinin, diğer yöntemlerle üretileen örneklerin sertlik değerlerinden farklı olduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinin sertlik değerlerinin, diğer konsantre etme yöntemleri uygulanarak üretileen örneklere ait ortalama değerlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinde, yöntem gereği serum uzaklaştırılması söz konusudur. Dolayısıyla serum ile birlikte suda çözünür kuru madde de uzaklaşmaktadır. Elde edilen konsantre üründe suda çözünür kuru madde miktarı azalmıştır. Bu durumun örneklerin sertlik değerlerinin yüksek olmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Bundan başka, depolama süresince örneklere ait sertlik değerlerinin arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, depolama süresince ürün içerisinde yeni bağların oluşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Sarıca (2013) tarafından yapılan çalışmada, inek, keçi ve inek-keçi sütü karışımından farklı yöntemlerle üretileen konsantre Asidofiluslu süt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özellikleri araştırılmış, inek sütü ile üretileen örneklerin sertlik değerlerinin depolamanın 1. günü 17.25-125.22 g, 15. günü 24.20-175.98 g ve 30. günü 27.43-211.33 g arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca süzme yöntemiyle üretileen konsantre Asidofiluslu süt örneklerine ait sertlik değerlerinin diğer yöntemlerle üretileen örneklere ait değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bundan başka sertlik değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği bulunmuştur. Sonuç olarak gerçekleştirilen bu çalışmada da konsantre kefir örneklerinin sertlik değerleri depolama süresince artış göstermiş ve üretileen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre örneklerin sertlik değerlerinin diğer konsantre etme yöntemleriyle üretileen örneklere ait değerlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Konsantre kefirlerin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Konsantre kefir örneklerinin laktobasil, laktokok, lökonostok, asetik asit bakterileri ve maya sayılarının ($\log\text{-kob g}^{-1}$) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Konsantre kefir örneklerinin laktobasil sayısına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde, kullanılan kültür çeşidinin, konsantre kefir örneklerinin laktobasil sayısına ait değerleri üzerinde farklılığa neden olduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu görülmektedir. Buna karşın, üretimlerde uygulanan konsantre etme yöntemine bağlı olarak konsantre kefir örneklerinin, laktobasil sayısına ait değerlerinde istatistiksel olarak farklılık ($P>0.05$) tespit edilmemiştir.

Çizelge 4. Konsantre kefir örneklerinin sertlik değerlerinin ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Table 4. Duncan multiple comparison test results for the average of hardness values of concentrated kefir samples.

Uygulamalar	Sertlik
Kültür Çeşidi	
Starter Kültür	71.95±15.60 ^a
Kefir Danesi	54.03±11.68 ^b
Konsantre Etme Yöntemi	
Sütlere Süt Tozu İlavesi	27.18±1.67 ^b
Üretilen Kefirlerin Süzülmesi	165.78±17.88 ^a
Sütlerin Evapore Edilmesi	30.61±3.31 ^b
Üretilen Kefirlerin Evapore Edilmesi	28.39±1.57 ^b
Depolama Süresi	
1. gün	43.85± 9.55 ^c
15. gün	62.29±16.45 ^b
30. gün	82.82±21.84 ^a

Aynı sütündeki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğu ifade etmektedir, X±SD: ortalama±standart sapma.

Çizelge 5. Konsantre kefir örneklerinin laktobasil, laktokok, lökonostok, asetik asit bakterileri ve maya sayılarının ($\log\text{-kob g}^{-1}$) ortalamalarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Table 5. Duncan multiple comparison test results for the averages of lactobacillus, lactococcus, leukonostoc, acetic acid bacteria and yeast numbers ($\log\text{-kob g}^{-1}$) of concentrated kefir samples.

Uygulamalar	Laktobasil	Laktokok	Lökonostok	Maya	Asetik asit
Kültür Çeşidi					
Starter Kültür	8.38±0.14 ^b	8.52±0.089 ^a	7.83±0.11 ^a	7.76±0.13 ^a	8.65±0.84 ^b
Kefir Danesi	8.76±0.09 ^a	8.26±0.168 ^b	8.06±0.10 ^a	7.53±0.10 ^b	8.56±0.89 ^a
Konsantre Etme Yöntemi					
Sütlere Süt Tozu İlavesi	8.46±0.17 ^a	8.64±0.122 ^b	7.67±0.12 ^c	7.21±0.05 ^c	8.42±0.13 ^c
Üretilen Kefirlerin Süzülmesi	8.66±0.25 ^a	8.91±0.11 ^a	8.07±0.17 ^{a,b}	8.03±0.14 ^b	8.74±0.25 ^a
Sütlerin Evapore Edilmesi	8.60±0.15 ^a	8.41±0.15 ^b	7.81±0.14 ^{c,b}	7.15±0.06 ^c	8.77±0.10 ^a
Üretilen Kefirlerin Evapore Edilmesi	8.56±0.08 ^a	7.59±0.21 ^c	8.23±0.12 ^a	8.20±0.11 ^a	8.48±0.06 ^b
Depolama Süresi					
1. gün	9.01±0.09 ^a	8.76±0.18 ^a	8.31±0.11 ^a	7.51±0.12 ^c	9.10±0.12 ^a
15. gün	8.54±0.12 ^b	8.33±0.16 ^b	7.91±0.11 ^b	7.63±0.13 ^b	8.49±0.09 ^b
30. gün	8.17±0.15 ^c	8.08±0.16 ^c	7.61±0.10 ^b	7.80±0.17 ^a	8.21±0.07 ^c

Aynı sütündeki farklı harfler ortalamaların $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğu ifade etmektedir, X±SD: ortalama±standart sapma.

Depolama süresince örneklerin laktobasil sayısına ait değerlerin istatistiksel olarak ($P<0.05$) azalış gösterdiği belirlenmiştir.

Konsantre kefir örneklerinin laktokok sayısına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde kültür çeşidinin, konsantre kefir örneklerinin laktokok sayısına ait ortalama değerleri üzerinde farklılık oluşturduğu ve bu farklılığın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunduğu görülmektedir. Ayrıca üretimlerde uygulanan farklı konsantre etme yöntemlerinin, konsantre kefir örneklerinin laktokok sayısına ait ortalama değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklılığa ($P<0.05$) neden olduğu, üretilen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örneklerinin laktokok sayısına ait ortalama değerlerin, diğer yöntemlerle üretilen örneklere ait söz konusu değerlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin laktokok sayısına ait ortalama değerlerde azalma görüldüğü ve bu azalmanın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunduğu saptanmıştır.

Konsantre kefir örneklerinin lökonostok sayısına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarından anlaşıldığı gibi, kullanılan kültür çeşidi, konsantre kefir örneklerinin lökonostok sayısına ait değerlerinde istatistiksel olarak farklılığa ($P<0.05$) neden olmuştur. Fakat farklı konsantre etme yöntemleriyle üretilen konsantre kefir örneklerinde lökonostok sayısına ait ortalama değerlerin istatistiksel olarak farklılık ($P<0.05$) gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerin lökonostok sayısına ait ortalama değerlerinde düşme ($P<0.05$) gözlenmiştir.

Konsantre kefir örneklerinin maya sayısına ($\log\text{-kob g}^{-1}$) ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde, üretimlerde kullanılan kültür çeşidinin konsantre kefir örneklerinin maya sayısına ait ortalama değerlerinde farklılığa neden olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı konsantre etme yöntemleriyle üretilen konsantre kefir örneklerinin maya sayısına ait değerlerin istatistiksel olarak farklılık ($P<0.05$) gösterdiği, üretilen kefirlerin evapore edilmesi yöntemiyle elde edilen konsantre kefir örneklerinin maya sayısına ait değerlerin, diğer yöntemlerle üretilen örneklere ait değerlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ortamda laktik asitin orantısız olarak artışından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Asidik ortamda mayaların canlılığını daha iyi koruduğu bilinmektedir. Bundan başka, depolama süresince örneklerin maya sayısına ait değerlerin artış ($P<0.05$) gösterdiği saptanmıştır.

Konsantre kefir örneklerinin asetik asit bakterileri sayısına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde, kültür çeşidinin konsantre kefir örneklerinin asetik asit bakterileri sayısına ait değerlerinde farklılığa neden olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı konsantre etme yöntemleriyle üretilen konsantre kefir örneklerinin asetik asit bakterileri sayısına ait değerlerin istatistiksel olarak farklılık ($P<0.05$) gösterdiği anlaşılmaktadır. Depolama süresince örneklerin asetik asit bakterileri sayısına ait değerlerinde azalma ($P<0.05$) gözlenmiştir. [Witthuhn ve ark. \(2004\)](#) geleneksel kefir üretiminin farklı aşamalarındaki mikrobiyal popülasyonun

araştırıldığı çalışmalarında, asetik asit bakterileri sayısının 6.34-8.41 log-kob g⁻¹ olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da asetik asit bakterileri sayısına ait değerlerin benzerlik gösterdiği ve depolama süresince 7.62-9.84 log-kob g⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışma sonucunda konsantre kefir örneklerine ait titrasyon asitliği ve sertlik değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerlerinin ise depolama süresince düştüğü görülmüştür. En yüksek titrasyon asitliği değeri, üretilen kefirlerin evapore edilmesi yöntemiyle, kefir danesi kullanılarak üretilen örneklerde, en düşük titrasyon asitliği değeri ise sütün evapore edilmesi yöntemiyle kefir kültürü kullanılarak üretilen ürünlerde gözlenmiştir. Sertlik açısından en yüksek değerleri starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerin süzülmesi ile elde edilen konsantre kefir örnekleri depolamanın 30. gününde alırken, en düşük değerleri ise kefir danesi kullanılarak, sütün evapore edilmesi yöntemi ile üretilen konsantre kefir örnekleri, depolamanın 1. gününde almıştır. Konsantre kefir örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde, laktobasil, laktokok, lökonostok, asetik asit bakterilerinin sayılarında depolama süresince azalma gözlenirken, maya sayısında artış tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda fizikokimyasal özellikleri açısından en iyi ürünlerin süzme yöntemiyle üretilen ürünler olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu makale Yüksek Lisans tezinden üretilmiş olup, tez çalışmalarını FYL-2015-390 No'lu proje kodu ile destekleyen Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdelrahman AR, Adel MA, Smetanska I (2010) Fermented milk products. Nova Science Publishers, Inc., New York 15, pp. 16.
- Akın N (1998) İnek ve koyun sütünden üretilen bazı konsantre fermente süt ürünlerinin sertliği ve duyuşal özellikleri. *Journal of Veterinary and Animal Sciences* 23: 583-590.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987) Araştırma ve deneme metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1021, Ankara.
- Farkye NY, Ur Rehman S (2011) Chandan R. C. (Editör). Kılara A.(Editör). Dairy ingredients for food processing: concentrated fluid milk ingredients. Blackwell Publishing Ltd., USA, pp. 123-134.

- Garcia Fontan MC, Martinez S, Franco I, Carbolla J (2006) Microbiological and chemical changes during the manufacture of kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal* 16: 762-767.
- Güzel-Seydim ZB, Kök-Taş T, Greene KA, Seydim AC (2011) Functional properties of kefir. Taylor&Francis Group, pp. 261.
- Haque A, Richardson RK, Morris ER (2001) Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. *Food Hydrocolloids* 15: 593-602.
- Korkut A (2010) III. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi. 21 Mayıs Aksaray Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, Aksaray.
- Koroleva NS, Bavina NA, Rozhkova IV (1978) Changes in the microflora of kefir during storage. *International Dairy Congress, E. 844 (En) All-Union Res. Inst. of Dairy Ind. Moscow*, pp. 35-40.
- Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A (1993) Süt ve mamulleri muayene ve analiz metotları rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları: Erzurum, s. 238.
- Metin M (2008) Süt ve mamulleri analiz yöntemleri. Ege Üniv. Yayınları: 24, İzmir, s. 439.
- Mistry VV (2001) Applied dairy microbiology: fermented milks and cream. Marcel Dekker, Inc. Amerika, s. 301.
- Mousa A, Liu X, Chen Y, Zhang H, Chen W (2014) Evaluation of physiochemical, textural, microbiological and sensory characteristics in set yogurt reinforced by microencapsulated *Bifidobacterium bifidum* F-35. *International Journal of Food Science and Technology* 49: 1673-1679.
- Öner Z, Karahan AG, Çakmakçı ML (2010) Effects of different milk types and starter cultures on kefir. *Gıda* 35: 177-182.
- Remeuf F, Mohammed S, Sodini I, Tissier JP (2003) Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yoghurt. *International Dairy Journal* 13: 773-782.
- Sarıca E (2013) İnek ve keçi sütü kullanılarak, farklı yöntemlerle üretilen konsantre asidofiluslu sütün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal bazı özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi.
- Surono SI, Hosono A (2011) Encyclopedia of dairy sciences: Fermented milks. Elsevier Ltd., England, 2: 470-472.
- Türk gıda kodeksi-fermente süt ürünleri tebliği (2009). Tebliğ No: 2009/25. T.C. Resmi Gazete 16.02.2009 tarih ve 27143 sayı.
- Witthuhn RC, Schoeman T, Britz TJ (2004) Characterisation of the microbial population at different stages of kefir production and kefir grain mass cultivation. *International Dairy Journal* 15: 383-389.
- Yazıcı F, Akgün A (2004) Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering* 62: 245-254.



Tohum kaplama makinası kazan çapının marul (*Lactuca sativa* L.) tohumunda bazı kaplama kriterlerine etkisi

Effect of hopper diameter of seed coating machine on some coating criteria in lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed

Ahmet Fatih HACIYUSUFOĞLU

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Meslek Yüksekokulu, Aydın

Sorumlu yazar (Corresponding author): A. F. Hacıyusufoğlu, e-posta (e-mail): afatih@adu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 25 Mart 2020
Düzeltilme tarihi 04 Temmuz 2020
Kabul tarihi 09 Temmuz 2020

Anahtar Kelimeler:

Pelet tohum kaplama
Marul tohumu
Kaplama kalitesi

ÖZ

Bitkisel üretimde başarılı bir tohum/fide oluşturulmasında; genetik özelliklerin yanında, optimum çimlenme faktörlerinin de ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışma da duna cinsi marul tohumlarına, iki farklı çapa sahip (450-600 mm) dikey rotorlu peletle tohum kaplama makinası ile pelet kaplama uygulanmıştır. Böylece farklı çaptaki dikey rotorların, kaplama kalite kriterlerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Küresellik, geometrik ortalama çap tohumların ekilişlerinde önemli etkenlerdendir. Rotor çapı 450 mm olan makine ile kaplamanın, 600 mm çapa sahip olan kaplamaya göre küresellik (0.79-0.76) ve geometrik ortalama çap (2.95-2.82) değerleri bakımından daha olumlu sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Fide yetiştiriciliği açısından önemli bir kriter olan tek taneli pelet elde etme yönünden, Kaplı⁴⁵⁰ grubunda tek tohum oranı %97 olurken, Kaplı⁶⁰⁰ grubunda ise tek tohum oranı %92 olmuştur. Çimlenme oranı bakımından %4'lük fark ile Kaplı⁴⁵⁰ grubunun çimlenme oranları değerleri (%70.25) daha yüksek değere sahip olmuştur. Tüm bu veriler incelendiğinde küçük çaplı olan marul tohumlarının peletle kaplanmasında 600 mm yerine 450 mm olan daha küçük rotor çapına sahip olan makine ile kaplama; tek tohum oluşması, geometrik çap ve küresellik kriterleri açısından daha olumlu sonuçlar ortaya koymaktadır.

ARTICLE INFO

Received 25 March 2020
Received in revised form 04 July 2020
Accepted 09 July 2020

Keywords:

Seed Pelleting
Lettuce Seed
Coating Quality

ABSTRACT

Obtaining a successful seed/seedling in plant cultivation is contingent on not only genetic characteristics but also ensuring optimum germination factors. In this study, pellet coating was applied on duna lettuce seeds using a seed pelleting machine having vertical rotors with two different diameters (450 and 600 mm). Thus, the study tried to show the effect of vertical rotors with different diameters on the quality criteria of coating. Sphericity and geometric mean diameter are among the important factors in sowing seeds. It was shown that the coating performed using the rotor diameter of 450 mm yielded more favorable results than the coating done with the rotor diameter of 600 mm in terms of sphericity (0.79 vs. 0.76) and geometric mean diameter (2.95 vs. 2.82). As to obtaining individually pelleted seeds, which is a significant criterion in seedling cultivation, the rate of individually pelleted seeds was 97% in the Coated⁴⁵⁰ group versus 92% in the Coated⁶⁰⁰ group. The germination rate of the Coated⁴⁵⁰ group (70.25%) was found to be higher with a difference of 4% in terms of seedling cultivation. In the light of all these data, it was found that using a pelleting machine having a smaller rotor diameter of 450 mm instead of 600 mm to pellet lettuce seeds of smaller diameters yielded more favorable results in terms of individually pelleted seed, geometric diameter and sphericity criteria.

1. Giriş

Tarımsal üretimde tohum, yetiştiriciliğin ilk adımıdır. Özellikle bazı hibrid sebze ve süs bitkileri tohumları ticari olarak değerli konuma geçmişlerdir. Tohumun ilk çıkış gücü bitki standı oluşturmada önemli bir faktördür ve sağlıklı gerçekleşmesi verime olumlu etki etmektedir. Sebzeçilikte

hibrid tohumlarının maliyetlerinin yüksek ve tek dane ekimde bazı olumsuzlukların olmasından dolayı peletle tohum kaplama alanına yönelmeyi zorunlu kılmaktadır. Tohum kaplama malzemelerinin çimlenmeyi iyileştirmesinin yanında düşük toprak nem rejiminde fidelerin çıkışını iyileştirdiği

bilinmektedir (Sherin 2003). Islah çalışmaları açısından kaplanmış tohum kullanımı ise özellikle nitelikli tohum materyalinden daha sağlıklı bitki elde edilmesi ve bu bitkilerin islah çalışmalarında kullanımına imkân vermesi önemli bir parametredir (Sarıçam ve ark. 2018).

Genel olarak tohum peletleme; ekilebilirlik, verim ve çimlenme performansı artırmak için tohuma uygulanan yöntemdir. Tohum kaplamada bitki besin elementleri, fungusitler, insektisitler, herbisitler ve yararlı organizmalardan yararlanılmaktadır (Gerber 1988; Nascimento ve ark. 1993; Taylor ve ark. 1998; Barut 2006; Rufino ve ark. 2013; Corlett ve ark. 2014; Hacıyusufoğlu ve Erkul 2015). Tohum peletleme; küçük, hafif ve şekilsiz tohumların makinele ekime uygun hale getirilmesi için katı partiküllerin tohumun etrafına sardırılması işlemidir. Peletlemede tohumun şeklini ve boyutunu değiştirmek için tohumun daha ağır ve yuvarlak olması için kaplama malzemeleri kullanılmaktadır. Pelet tohum ile bir tohumun esas şeklini gizleme yeteneği ile karakterize edilir ve aynı zamanda tohumun fiziksel modifikasyonu, tohum ağırlığı ve büyüklüğünün standardizasyonu yoluyla tohumun iyileştirilmesini amaçlamaktadır (Copeland ve McDonald 1995; Halmer 2006). Ancak tohum kalitesinin korunması gereklidir ve çimlenmeye engel olmamalıdır. Bu yüzden topaklanma materyalleri tohumlar ile uyumlu olması gerekir.

Peletleme kaplamanın asıl amacı; tohumların çaplarının büyütülmesi ve tohumlara şekilsel olarak küresel yapıyı kazandırmaktır. Bu tip tohum kaplama teknolojilerinin temel hedefi, kaplama işlemi sırasında tohum kaplama materyallerini tohum yüzeyine üniform bir şekilde uygulamaktır (Kavak 2006, Sikhoa ve ark. 2015).

Tohum kaplama kalitesine etki eden unsurlar; tohum kaplama maddesinin içeriği, kaplamada kullanılan yapıdırma maddesi, çıplak tohum boyutu, kaplı tohum boyutu, tohumların şekli, tohumların su çekme yeteneği, kullanılan kaplama makinasının özellikleri, kaplama makinası kazanının devir sayısı ve tohum kaplama işlemini yapanın bilgi ve tecrübesidir (Hacıyusufoğlu 2013)

Kaplanmış tohumların kalite kriterleri ise şu şekildedir (Hacıyusufoğlu 2013);

- Tohumların çimlenme gücü
- Tohumların canlılık oranı
- Stres koşullarına dayanım
- Her pelette boş, tek ya da birden fazla tohum bulunması
- Tohum boyutunun homojenliği
- Oluşan pelet tohumların sertliği
- Tohumların suda çözünme süresi
- Tohumların çimlenme esnasında küflenme vb. patojenlere gösterdiği tepki
- Tohumların yüzey pürüzlülüğü
- Tohumların çimlenme gücünü koruyabilmesi
- Tohumların tek dane ekim makinaları ile ekilebilmeye uyumluluğu

Marul (*Lactuca sativa* L.) tohumları çok küçük olup 1000 tane ağırlığı yaklaşık 0.9 g'dır. Bu yüzden ticari marul tohumları kaplanmış olarak satılmaktadır (Sarıçam ve ark. 2018).

Bu çalışmada; duna çeşidi marul tohumları 450 ve 600 mm çaplarında kazan çapına sahip tohum kaplama makinalarında pelet kaplama uygulaması yapılarak, uygulama sonrasında bazı tohumluk kriterlerine etkilerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemelerde tohum kaplama için, dikey eksenli 450 mm ve 600 mm çaplı kazana sahip tohum kaplama makinaları kullanılmıştır (Şekil 1). Makina rotoru gücünü 220 V 1.5 kW'lık elektrik motorundan almaktadır. Rotor devir hızı, hız kontrol cihazı sayesinde 0-1500 min⁻¹ aralığında değiştirilebilmektedir. Döner rotorun orta kısmından sıvı dağıtıcı elemana serbest halde sıvı materyal bırakılmaktadır. Tohum kaplama tozu ise makine operatörü tarafından tohumların üzerine serbest halde uygun miktarda ölçülü kap vasıtasıyla verilmektedir.

Denemeler 2 farklı çapa sahip makine ile marul tohumlarının kaplanması ile laboratuvar ortamında 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Marul tohumları 1/20 oranında (1 kg tohuma 20 kg tohum kaplama tozu) Kwizda marka 2 numaralı hazır tohum kaplama tozu ile kaplanarak çapları büyütülmüştür (Şekil 2). Kaplanan tohumlara 32°C sıcaklığa sahip hava verilerek kurutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra kurutulan tohumların laboratuvar ortamında bazı fiziko-mekanik özellik ve çimlenme parametreleri bakımından ölçümleri yapılmıştır. Kaplama esnasında kronometre ile kaplama süresi takip edilmiştir. Tohumların aynı oranda kaplama preparatı ile kaplanması esnasında 8 dakikalık eşit kaplama süresi göz önüne alınarak kaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Tohumların kaplama öncesi ve kaplama sonrasında bin dane ağırlıkları genişlik, boy ve kalınlık ölçümleri yapılmış, geometrik ortalama çapları ve küresellikleri hesaplanmıştır.

Tohumların geometrik ortalama çapları (d_g) ve küresellikleri (ϕ) 1 ve 2 numaralı formüllerden yararlanılarak hesaplanmıştır; (Mohsenin 1978; Aydın 2003; Olajide ve Igbeka 2003; Coşkun ve ark. 2006; Yalçın ve ark. 2007). Formüllerde; L uzunluk (mm); W, genişlik (mm) ve T ise kalınlığı (mm) ifade etmektedir.

$$d_g = (LWT)^{1/3} \quad [1]$$

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad [2]$$

Tohum kaplamada her bir kaplı tohumda tek tohumun olması istenmektedir. Oluşturulan pelet içerisinde hiç tohum olmaması ya da birden fazla olması tohumculuk ve bitki yetiştiriciliği bakımından olumsuzluklara ortaya çıkarmaktadır. Bu sebeple kaplanmış tohumlar, 3 tekerrür olarak 100'er adet kırılarak içindeki tek, boş ve çift taneli tohumların sayımları yapılmıştır. Genellikle boş tohumların şekilleri daha küresel, dolu tohumlar ise oval bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir.

Laboratuvar koşullarında iklim dolabındaki çimlendirme testleri, 4 tekerrürden oluşan (her tekerrürde 100 tohum) toplam 400 tohumla yapılmıştır. Çimlendirme testlerinde kaplı olmayan tohumlar standart filtre kâğıtları üzerine koyulmuş ve ISTA normları esas alınarak +20°C'de 10 cc su ile 4., 7. ve 10. gün sayımları yapılarak bazı çimlenme parametreleri elde edilmiştir (ISTA 2013). Kaplı tohumlar ise kaplı tohumlar için özel üretilmiş çimlenme kâğıtlarında yine 4 tekerrürlü olarak 20°C'de 10 cc su ile 4., 7. ve 10. gün sayımları yapılarak bazı çimlenme parametreleri elde edilmiştir (Şekil 3). Kökçük uzunluğu 5 mm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlendirme ortamının ihtiyacına göre sulama yapılmıştır.

Çıkış hızı (ÇH) ve çıkış oranı (ÇO) 3 ve 4 numaralı eşitliklerden yararlanarak bulunmuştur (Yıldız ve Özgen, 2004). Hesaplamalar yapılırken her petri kabındaki sayımlardan elde edilen değerlerin her biri ayrı ayrı formüllere uygulanmış, daha sonra elde edilen değerlerin ortalamaları hesaplanmıştır. Bulunan değerler istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

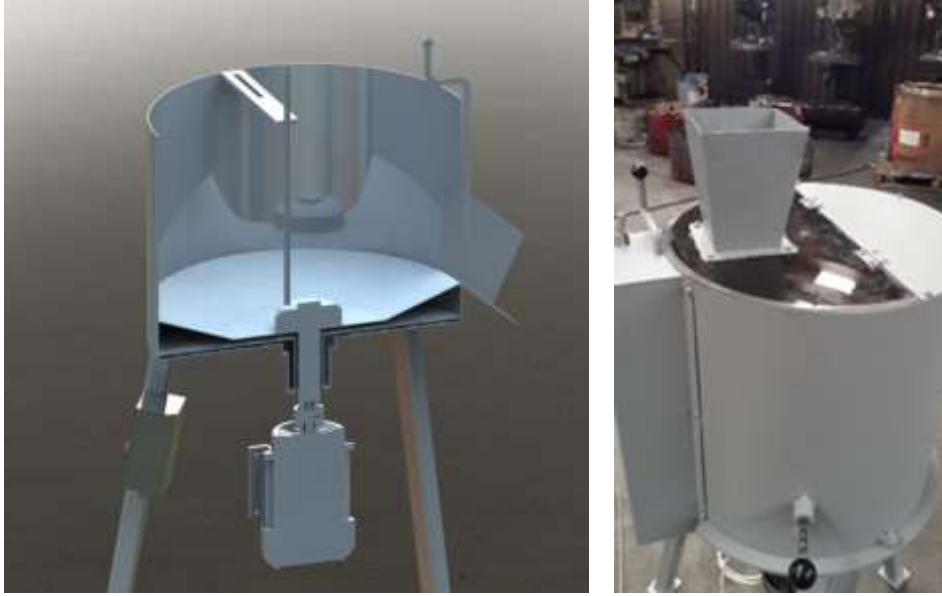
$$\text{ÇH} = \frac{\sum ni}{\sum n} i \quad [3]$$

ÇH (gün): Çıkış hızı, ni : i . gündeki çimlenen sayısı, i : sayımın yapıldığı gün, n : petri kabında çimlenen toplam tohum sayısı.

$$\text{ÇO} = \frac{\sum ni}{N} \times 100 \quad [4]$$

ÇO (%): Çıkış oranı, ni : i . gündeki çimlenen sayısı, N : Teste konulan toplam tohum sayısı.

Elde edilen verilerin normal dağılışa uygunluğunu test etmek için SAS (1999) istatistik paket programında yer alan UNIVARIATE prosedürü kullanılmıştır. Normal dağılışa uygunluğu tespit edilen özelliklerin en küçük kareler ortalamaları ve standart hatalarının hesaplanmasında SAS (1999) istatistik paket programında yer alan GLM prosedürü kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılığın ortaya konması için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



Şekil 1. Tohum kaplama makinası ana elemanları ve makine (1-kazan, 2-döner rotor, 3- hız kontrol cihazı, 4-elektrik motoru).

Figure 1. Seed coating machine main elements and machine (1-batch, 2-rotary rotor, 3-speed controller, 4-electric motor).



Şekil 2. Kaplı olmayan ve peletle kaplı tohumlar.

Figure 2. Uncoated and pelleted seeds.



Şekil 3. Kaplı tohumların çimlenmesi.

Figure 3. Germination of pelleted seeds.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada elde edilen bulgularda Kontrol, kaplı olmayan marul tohumunu; Kaplı⁴⁵⁰, 450 mm kazan çapında kaplanan tohumu; Kaplı⁶⁰⁰, 600 mm kazan çapında kaplanan tohumu; ÇH_{ort}, ortalama çıkış hızını; ÇO_{ort}, ortalama çıkış oranını ifade etmektedir.

Marul tohumlarına ait bazı fiziko-mekanik özelliklerden bin dane ağırlığı (g), geometrik ortalama çap (mm) ve küresellik değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de Kaplı⁴⁵⁰ grubu ile Kaplı⁶⁰⁰ grubunun aynı miktarda kaplama tozu ile kaplandığı halde bin dane ağırlıklarında fark oluşmasının temel nedeni; kaplama esnasında ilk sardırma işlemi sonrası oluşan boş tohumların temizlenmesi amacı ile eleme yapılmış olmasıdır. Bu eleminin yapılmadığı durumlarda kaplama sonunda çok daha fazla oranda içi boş pelet oluşmasına neden olmakta ve kaplama kalitesini olumsuz etkilemektedir. 450 mm çapındaki makine ile kaplamalarda elde edilen tohumların küresellik değerleri (0.79) ekim makinası ile ekime daha uygun olduğu söylenebilir.

Çizelge 1. Bazı fiziko-mekanik özellikler ortalama değerleri.

Table 1. Some physico-mechanical properties average values.

Tohum Çeşidi	Bin dane Ağırlığı (g)	Geometrik Çap (mm)	Küresellik
Kontrol	0.79±0.024	1.27±0.067	0.37±0.064
Kaplı ⁴⁵⁰	15.96±0.051	2.95±0.093	0.79±0.042
Kaplı ⁶⁰⁰	15.47±0.036	2.83±0.180	0.77±0.042

Kaplı tohumların suda çözünme süresi, tohumların çimlenme parametrelerine etki etmektedir. Suda çözünme süresi düşük olan kaplı tohumlar genellikle daha yüksek çimlenme oranı ve çimlenme hızına sahip olmaktadır. Tohumların suda

çözünme süresi ortalama 52 saniye olmuştur. Fesleğin tohumuna peletle kaplama uygulaması yapan Karakuzu (2015), tohumların suda çözünme süresini 7.8 saniye olarak bulmuştur. Çözünme süresindeki farklılığın temel nedeni, kaplama materyallerinin içerikleridir.

Marul tohumlarında pelet kaplamanın tohum boyutlarına etkisi Çizelge 2’de, tohumların uzunluk, genişlik, kalınlık ortalamaları ise Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3’te kaplı tohumların uzunlukları arasında istatistik olarak fark bulunmadığı, genişlik ve kalınlıkları arasında ise farkın olduğu görülmektedir. Kaplı olmayan tohumların boyutları ise farklı bir grupta yer almaktadır.

Çizelge 4’de görüldüğü gibi Kaplı⁴⁵⁰ grubu tohumlarda %97, Kaplı⁶⁰⁰ grubunda ise %92 oranında tek tohum oluşmuştur. Tohum kaplama kalite kriterleri açısından her pelette tek tohum oluşması, fide yetiştiriciliği açısından önemli ve tercih edilen bir kriterdir. Bu bakımdan Kaplı⁴⁵⁰ grubundaki %97’lik oran daha başarılı bir kaplama olduğunun göstergesidir.

Çizelge 5’teki analizi sonuçlarına bakıldığında kontrol ve farklı çaplardaki kazan çapı ile kaplanmış tohumların çimlenme oranlarına etkisinin önemli olduğu görülmektedir (p<0.05). Kaplı⁴⁵⁰ grubu tohumlarla Kaplı⁶⁰⁰ grubu tohumların çimlenme oranları ise aynı grupta yer almıştır. Kontrol ve Kaplı⁶⁰⁰ grubu tohumların çimlenme hızlarına etkisinin önemli olmadığı görülmektedir (p<0.05). Kaplı⁴⁵⁰ grubu tohumlar ise farklı bir grupta yer almaktadır. Kaplı⁴⁵⁰ grubu tohumların çimlenme hızı değerlerinin diğer gruplara göre farklılık göstermesinin temel nedeni, daha fazla kaplama tozu materyalinin israf edilmeden tohumlara sardırılabilmesi ve daha büyük boyutlarda kaplı tohum elde edilmesidir. Daha büyük boyutta olan pelet kaplı tohumların çıkış hızları değerleri yükselmekte ve dolayısıyla daha geç sürede çimlenmektedirler.

Çizelge 2. Pelet kaplamanın tohum boyutlarına etkisi.**Table 2.** Effect of pellet coating on seed sizes.

Değişken	Yöntem	N	Ort±SS	VK (%)	Minimum (mm)	Maximum(mm)
Uzunluk	Kontrol	21	3.46±0.293	8.48	2.87	3.95
	Kaplı ⁴⁵⁰	21	3.70±0.137	3.71	3.42	3.91
	Kaplı ⁶⁰⁰	21	3.67±0.180	4.90	3.42	3.92
Genişlik	Kontrol	21	1.17±0.081	6.95	1.02	1.29
	Kaplı ⁴⁵⁰	21	2.68±0.200	7.44	2.11	2.96
	Kaplı ⁶⁰⁰	21	2.54±0.221	8.70	2.16	2.88
Kalınlık	Kontrol	21	0.51±0.051	9.93	0.43	0.64
	Kaplı ⁴⁵⁰	21	2.60±0.185	7.11	2.05	2.88
	Kaplı ⁶⁰⁰	21	2.43±0.231	9.50	2.01	2.79

Çizelge 3. Tohumların uzunluk, genişlik ve kalınlık özelliklerine ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları.**Table 3.** Minimum squares averages and standard errors regarding the length, width and thickness characteristics of the seeds.

Yöntem	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)
	P= 0.001	P= 0.000	P= 0.000
Kontrol	3.46±0.047 ^a	1.17±0.039 ^a	0.51±0.038 ^a
Kaplı ⁴⁵⁰	3.70±0.047 ^b	2.68±0.039 ^b	2.60±0.038 ^b
Kaplı ⁶⁰⁰	3.67±0.047 ^b	2.54±0.039 ^c	2.43±0.038 ^c
Genel	3.61±0.027	2.13±0.022	1.85±0.022

Çizelge 4. Kaplı marul tohumlarının doluluk oranları.**Table 4.** Occupancy rates of covered lettuce seeds.

Yöntem	Tek Tohum	Boş Tohum	Çift Tohum
	P= 0.018	P= 0.021	P= 0.026
400 mm	97.00±0.913	2.00±0.577	1.00±0.408
600 mm	92.00±0.913	5.00±0.577	3.00±0.408
Genel	94.50±0.645	3.50±0.408	2.00±0.289

Çizelge 5. Farklı çapta kazan ile kaplamanın marul tohumunda çıkış (gücü) oranı ve çıkış hızına ilişkin en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları.**Table 5.** The minimum squares averages and standard errors related to the output (strength) ratio and exit speed of lettuce seed of different diameter batch coating.

Yöntem	Çıkış Oranı (%)	Çıkış Hızı (Gün)
	P= 0.000	P= 0.015
Kontrol	87.00±1.264 ^a	3.53±0.022 ^a
Kaplı ⁴⁵⁰	70.25±1.264 ^b	3.64±0.022 ^b
Kaplı ⁶⁰⁰	66.25±1.264 ^b	3.56±0.022 ^a
Genel	74.50±0.730	3.57±0.012

4. Sonuç

Kaplama teknolojileri tohumları hastalık ve zararlılardan üst düzeyde korumasının yanında, ekimde kolaylık ve bitki gelişimine de katkı sağlayan bir teknolojik yararı olan alternatif tekniklerdendir. Tohum kaplama için, farklı özelliklerde makinalardan yararlanılmaktadır. Başarılı bir tohum kaplamada çeşitli unsurlar bulunmakla birlikte, kullanılacak olan makinanın özellikleri de bu unsurlara eklenebilir. Bu çalışmada iki farklı kazan çapına (450-600 mm) sahip olan makine ile marul tohumlarına peletle kaplama uygulaması yapılmıştır. Kaplama sonucunda bazı fiziko-mekanik özellikler ve çimlenme parametreleri bakımından farklılıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Küresellik, geometrik ortalama çap tohumların ekilişlerinde önemli etkenlerdendir. Çalışmada 450 mm çaplı

kazana sahip olan makine ile kaplamanın, 600 mm çapa sahip olan kaplamaya göre sırasıyla küresellik (0.79-0.76) ve geometrik ortalama çap (2.95-2.82) değerleri bakımından daha olumlu sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Kaplı⁴⁵⁰ grubunun genişlik (2.68) ve kalınlık (2.60) bakımından, Kaplı⁶⁰⁰ grubu genişlik (2.54) ve kalınlık (2.43) değerlerine göre önemli düzeyde istatistik olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymaktadır.

Ayrıca peletle tohum kaplamada başarı kriterleri açısından, tohumların her bir pelette birer adet olması istenmektedir. Birden çok tohum ya da hiç tohum olmaması fide yetiştiriciliği açısından istenmeyen durumdur. Bu parametreler incelendiğinde, Kaplı⁴⁵⁰ grubunda tek tohum oranı %97 olurken, Kaplı⁶⁰⁰ grubunda ise tek tohum oranı %92 olmuş ve önemli düzeyde istatistik olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur. Öte yandan, fide yetiştiriciliği maliyet, kar, zarar bakımından düşünüldüğünde %4'lük fark ile Kaplı⁴⁵⁰ grubunun çimlenme oranları değerleri (%70.25) daha yüksek çıkmakta ancak istatistik olarak önem arz etmemektedir. Marul tohumlarının peletle kaplanmasında 600 mm yerine 450 mm olan daha küçük rotor çapına sahip olan makine ile kaplama; tek tohum oluşması, geometrik çap ve küresellik kriterleri açısından daha olumlu sonuçlar ortaya koymaktadır.

Kaynaklar

- Aydın C (2003) Physical properties of almond nut and kernel. Journal of Food Engineering 60: 315-320.
- Barut ZB (2006) Kaplanmış susam (Sesamum Indicum L.) tohumlarının tarla koşullarında ekim düzgünlüğü. Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, Çanakkale.
- Gerber D (1988) Seed pellets and process for their manufacture. US Patent 4,759,151.
- Corlett FMF, Rufino CA, Vieira JF, Tavares LC, Tunes LVM, Barros ACSA (2014) The influence of seed coating on the vigor and early seedling growth of barley. Ciencia e Investigacion Agraria 41(1): 129-136.
- Copeland LO, McDonald MB (1995) Seed Science and Technology 3rd edn. New York.
- Coşkun MB, Yalçın İ, Özarslan C (2006) Physical Properties of Sweet Corn Seed (Zea mays saccharata Sturt.). Journal of Food Engineering 74(4): 523-528.
- Hacıyusufoğlu AF (2013) Peletle tohum kaplama ilkeleri. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Diyarbakır.
- Hacıyusufoğlu AF, Erkul A (2015) Arpa tohumuna bitki besin elementli peletle tohum kaplama metodu uygulanması, International Journal of Scientific and Technological Reseach 1(6), ISSN 2422-8702 (Online).
- Halmer P (2006) Seed technology and seed enhancement. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International

- Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production 771: 17-26.
- ISTA (2013) International Rules for Seed Testing. Seed Science Technologies 21: 1-288.
- Kavak S (2006) Bazı polimer kaplama materyal ve uygulamalarının soğan tohumu depo ömrü ve yaşlanma üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 3.
- Karakuzu E (2015) Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) tohumunun ekim olanakları. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mohsenin NN (1978) Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, NY.
- Nascimento W, Silva J, Marton L (1993) Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. Informativo Abrates 3: 47.
- Olaşide JO, Igbeka JC (2003) Some physical properties of groundnut kernels. Journal of Food Engineering 58(2): 201-204.
- Rufino CA, Tavares LC, Brunes AP, Lemes ES, Villela FA (2013) Treatment of wheat seed with zinc, fungicide, and polymer seed quality and yield. Journal of Seed Science 35(1), ISSN 2317-1537.
- Sarıçam Ş, Kantoğlu YT, Ellialtıoğlu Ş (2018) Kaplı ve kapsız marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. *Cervantes*) tohumlarında etkili mutasyon dozunun belirlenmesi. E-Tralleis Dergisi 3(2): 229-242.
- SAS (1999) The SAS System SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, Version 8 Copyright © 1999.
- Sherin SJ (2003) Seed film coating technology using polykote for maximizing the planting value, growth and productivity of maize cv. CO1. Microbiology of Science Agriculture Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India.
- Sikhoa P, Taylor GA, Marino ET, Catranis CM, Siri B (2014) Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds. Scientia Horticulturae 184: 85-92.
- Taylor AG, Allen PS, Bennett MA, Bardford KJ, Burris JS, Misra MK (1998) Seed Enhancements. Seed Science Research 8(2): 245-256.
- Yalçın İ, Özarslan C, Akbaş T (2007) Physical properties of pea (*Pisum sativum*) seed. Journal of Food Engineering 79(2): 731-735.
- Yıldız M, Özgen M (2004) The effect of a submersion pretreatment on in vitro explant growth and shoot regeneration from hypocotyls of flax (*Linum usitatissimum*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture 77(1): 111-115.



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

Davut KARAYEL¹, Fatih HACIYUSUFOGLU², Murad CANAKCI¹, Mehmet TOPAKCI¹

¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 07070, Antalya, Turkey

²Adnan Menderes University, Aydın Vocational School, Aydın, Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): D. Karayel, e-mail (e-posta): dkarayel@akdeniz.edu.tr

Author(s) e-mail (Yazar(lar) e-posta): afatih@adu.edu.tr, mcanakci@akdeniz.edu.tr, mtopakci@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 11 May 2020
Received in revised form 02 July 2020
Accepted 02 July 2020

Keywords:

Allium cepa
Seed coating
Seed pelleting
Sowing
Seed distribution uniformity

ABSTRACT

Seed coating, or pelleting, is a technology used to improve seed germination and provide more uniform stands and higher yields. In recent years, the use of coated or pelleted seed has increased in vegetable cultivation. Information on sowing of coated, or pelleted seed, with planters are needed. This research was carried out to determine the performance of a precision vacuum planter designed for large seed for sowing pelleted and bare onion (*Allium cepa* L.) seed. A laboratory experiment was performed to evaluate seed distribution uniformity for forward speeds of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹. For the laboratory test using a sticky belt test setup, pelleting of onion seed generally increased seed distribution uniformity of the planter. Optimum forward speed was 1.5 m s⁻¹ for pelleted and 1.0 m s⁻¹ for bare seed. The planter was operated at the forward speed of 1.5 m s⁻¹ for pelleted and 1.0 m s⁻¹ for bare seed for field trials. Pelleting of onion seed decreased percentage emergence from 73.6 to 62.5% for field conditions. Percentage emergence of pelleted seed in the field decreased more than bare seed, but it was considered acceptable for precision sowing with planter as indicated percentage emergence being over 60%.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Mayıs 2020
Düzeltilme tarihi 02 Temmuz 2020
Kabul tarihi 02 Temmuz 2020

Anahtar Kelimeler:

Allium cepa
Tohum kaplama
Peletle tohum kaplama
Ekim
Tohum dağılım düzgünlüğü

ÖZ

Tohumların film veya peletle kaplanması, çimlenmeyi ve dolayısıyla düzenli filiz çıkışı ile verimi arttıran önemli bir teknolojidir. Son yıllarda özellikle sebze tarımında kaplanmış tohumların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle kaplanmış tohumların ekim makineleri ile ekimine yönelik bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma büyük tohumların ekimi için tasarlanmış bir hava emişli hassas ekim makinasının çıplak ve peletle kaplanmış soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarının ekim başarısını belirlemek için yapılmıştır. Laboratuvar denemeleri ile 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹ ilerleme hızlarında ekim makinasının tohum dağılım düzgünlüğü incelenmiştir. Yapışkan bantlı deneme düzeni kullanılarak yapılan denemelerde, peletle kaplama soğan tohumlarının dağılım düzgünlüğünü iyileştirmiştir. Çıplak tohumlar için optimum ilerleme hızı 1.0 m s⁻¹ iken kaplı tohumlar için 1.5 m s⁻¹ 'dir. Dolayısıyla ekim makinası tarla denemelerinde çıplak soğan tohumlarının ekiminde 1.0 m s⁻¹ ilerleme hızında, kaplı soğan tohumlarının ekiminde ise 1.5 m s⁻¹ ilerleme hızında çalıştırılmıştır. Tohumların peletle kaplanması tarla filiz çıkış oranını %73.6'dan %62.5'e düşürmüştür. Ancak tarla koşulları için önerilen %60 çimlenme oranının üzerinde olduğu için kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

1. Introduction

Sowing of seed is a critical process in plant production because the planting process affects the quality and quantity of the crop. Sowing is especially important for vegetables because vegetable seeds are smaller and less hardy than seeds of other crops. Sowing quality is related to physical effects of the planter on the seed and distribution of seed within the soil (Ozmerzi et al. 2002). For this purpose, the horizontal and vertical

distribution of seed in the soil is determined in order to determine the planting efficiency of planter.

The most important feature of a precision planter is placing individual seed in the furrow at a desired spacing. Precision planting is not widely applied in vegetable production. According to a survey conducted to determine problems

experienced in vegetable production, the first concern was planting (Ozmerzi et al. 1992).

Precision vacuum planters should sow a wider range of seed size more uniformly than a mechanical belt planter because holes in the seed plate must be smaller than smallest seed in the seed cluster (Parish and Bracy 1998; Parish and McCoy 1999; Panning et al. 2000; Karayel and Ozmerzi 2001; Ozmerzi et al. 2002; Karayel et al. 2004). Bracy and Parish (1998) compared vacuum and belt type precision planters for sowing quality (seed distribution uniformity within the row) with seed of onion (*Allium cepa* L.), spinach (*Spinacia oleracea* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), cabbage (*Brassica oleracea* L.) and carrot (*Daucus carota* L.). The miss, multiple, and quality of feed indices of a precision vacuum planter (Gaspardo) with onion seed were 50, 16 and 34%, respectively. Quality of feed index (34%) was too low and precision (21%), miss and multiple indices of precision vacuum planter too high to be acceptable for precision sowing of onion.

Different procedures are applied to protect development of vegetables (Hwang and Sung 1991; Parish 2000; Parish et al. 2002), and increase germination rate with a chemical (Powel and Mathews 1982), or biological agent (Fairley and Draycott 1978; Luchmeah and Cooke 1985; Evans et al. 1993; Stout et al. 1993). Several authors (Maude and Bambridge 1985; Sikhao et al. 2015; Barut 2008; Hara 2013; Hara 2016; Accinelli et al. 2018) reported the effect of pelleting, or coating, on seedling emergence rate, seedling growth, yield, or dust generating potential while sowing in different soils. Coating or pelleting, vegetable seed has been used in agricultural production since the 1960s, and has enabled more precise sowing (Grelliera et al. 1999).

This project was undertaken to evaluate performance of a precision vacuum planter designed for large seed for sowing pelleted onion (*Allium cepa* L.) seed in laboratory and field experiments.

2. Materials and methods

The laboratory experiments involved testing metering uniformity of the planter using bare and pelleted seed, with

different dimensions (Table 1) to determine the optimum forward speed of the planter. The planter was set to space seed as closely to the recommended spacing as possible. To prepare the seed a cylindrical rigid plastic vessel mounted at 30° to a rod reduced to 40 revolution min⁻¹ using a 3-phase electrical engine/motor running on 220 V voltage (Figure 1A) (Haciyusufoglu et al. 2015). Mounting the vessel horizontally at 30° prevented the spilling of seeds during operation. An application apparatus manufactured from glass and a compressor was used to ensure adhesion of coating materials. The plastic line in Figure 1B was attached to compressor and an air valve was used for adjusting flow and regulation of air. A hot air blowpipe was used to dry the seed.

The seed were coated using powdered bentonite, peat, perlite and lime which were passed through a 0.1 mm sieve and mixed at specific ratios to prepare the coating powder. For coating to take place the seed were put into a vessel which rotated (the vessel initially contains only seeds). To cover the seed a liquid adhesion material was sprayed as a thin layer onto the seed rotating in the vessel using a specially designed spraying apparatus (Figure 1B) (Haciyusufoglu et al. 2015). When the thin layer dried slightly the previously sieved coating material, which had been crushed into a powder, was added freely onto the seed in the vessel in a specific amount depending on the amount of seed in the vessel. The seed covered with the adhesive liquid in the rotating vessel was covered. After completion of the first coating process, the seed in the vessel were partially dried using a hot air blowpipe. The seed were again sprayed with the adhesive liquid and partially dried and the powdered coating material was again added. The enlarging diameters of the pelleted seed may not be uniform. To prevent this at intervals during the coating process, pelleted seed were passed through sieves of different mesh sizes to remove those having smaller diameters and they were recoated to attain the desired diameter. The seeds were removed from the vessel and left to dry at room temperature. The capacity of vessel varies between 250-300 g h⁻¹ depending on the seed variety.

A sticky belt test setup was used to determine seed distribution uniformity of the planter. The test stand had a 15 cm wide belt with a 750 cm long horizontal viewing surface.

Table 1. Means and standard errors of the seed dimensions.

Seed	Length (mm)	Thickness (mm)	Width (mm)	Sphericity (%)
Bare onion	1.3 ± 0.011	1.5 ± 0.016	2.3 ± 0.022	32.4 ± 0.45
	Diameter (mm) ^b			
Pelleted onion (2.4 mm) ^a		2.41 ± 0.14		90.85 ± 1.66
Pelleted onion (3.5 mm) ^a		3.52 ± 0.33		91.83 ± 1.75

^aSieve size, ^bMean diameter ± standard error of pelleted onion seed.



(A)



(B)

Figure 1. Equipment used for seed coating process: (A) rotating cylindrical plastic vessel (mounted at 30°) at 40 revolution min⁻¹, (B) liquid adhesion material spraying apparatus.

The planter was mounted on the test stand which utilized an adjustable speed drive unit and a seed metering system and operated at different speeds. Sufficient grease was added to the surface of the belt to catch the seed without rolling or bouncing on the belt surface.

A general purpose, precision vacuum planter (model Sonmezler MD, Sonmezler Farm Machinery, Turkey), designed for large seed, was used for laboratory and field tests. A seed plate (disc) was used in the metering mechanism of planter. The seed plate operates in a vertical plane and requires a vacuum of 300-850 mm of water to select and transfer seed to drop point to furrows (Figure 2).

Vacuum from the holes of the vertical seed plate retain 1 seed in place. The seed is delivered from the rotating vertical seed plate with an air-cut which situated over the furrow opener (under the seed plate). Absence of vacuum allows the seed to drop into the furrow.

Each sowing unit of the planter is mounted on a parallelogram with joint springs so each unit can operate independently. A runner type furrow opener was mounted under the seed metering unit without a seed tube. A press wheel followed the furrow opener to close and compact the furrow and maintain a constant sowing depth for each seed.

The planter was tested over the greased belt at forward speeds of 0.5, 1.0, 1.5 or 2 m s⁻¹ and adjusted to vacuum pressure of 4.0 kPa. Bare or pelleted (dia 2.4 or 3.5 mm) onion seed were used (Table 2). The optimum forward speed for the field test was determined from those tested in the laboratory. Seed spacings were measured over the horizontal viewing surface of greased belt (750 cm). The planter was adjusted to sowing a nominal seed spacing of 110 mm for bare and pelleted onion seed.

Table 2. Test parameters for laboratory experiments.

Class	Level	Value
Speed	4	0.5, 1.0, 1.5, or 2.0 m s ⁻¹
Seed	3	Bare onion seed
		Pelleted onion seed with diameter of 2.4 mm Pelleted onion seeds with diameter of 3.5 mm

The seed distribution uniformity was analyzed using methods described by Kachman and Smith (1995) for laboratory and field experiments. They recommended using miss, multiple, quality of feed and precision indices for evaluating the

uniformity of planter metering rather than mean, standard deviation or coefficient of variation of seed spacings. For this study, miss, multiple, quality of feed indices and precision index of seed distribution were used.

The multiple index is the percentage of seed spacing that are less than, or equal to, half of the adjusted spacing and indicates the percentage of multiple seed drops. The miss index is percentage of seed spacings greater than 1.5 times the adjusted seed spacing and indicates percentage missed seed locations or skips. Quality of feed index is percentage of seed spacings more than half, but no more than 1.5 times, the theoretical spacing. Quality of feed index is 100% minus miss and multiple index and indicates percentage of single seed sowings. Precision index is the coefficient of variation of seed spacings classified as singles after removing spacings consisting of misses and multiples (Bracy and Parish 2001). Practical upper limit of precision index and lower limits of quality of feed index are 29 and 85%, respectively (Kachman and Smith 1995).

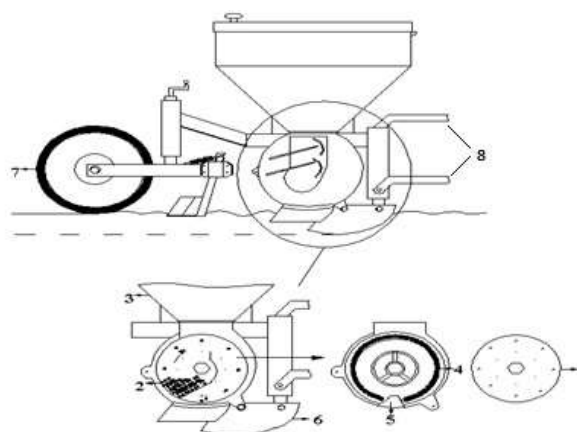
Field experiments were conducted on a clayey loam soil at the Aksu Research and Application Farm at the University of Akdeniz, Antalya, Turkey. Seedbed preparation before seeding operation consisted of plowing to an approximate depth of 35 cm, disking and levelling. Tests were generally conducted at near-optimum soil moisture (15-20%) for seedbed preparation and sowing (Karayel and Ozmerzi 2006).

The field performance of the vacuum planter was evaluated in respect to field emergence rate. The planter is one of the most important factors effective on emergence rate such as the seed quality, physical condition of the soil and environmental factors (Celik et al. 2007; Ozmerzi et al. 2002). The planter was adjusted to a nominal sowing depth of 25 mm for field experiments. After sowing, percentage emergence of bare and pelleted onion seed was determined. Onion seedlings were counted in 25 m of furrow per treatment at 20 days after sowing (Bracy and Parish 2001; Ozmerzi et al. 2002). From these count percentage emergence was calculated. No irrigation was applied in this period.

Field emergence rates of 60 to 70% are normal for vegetables that tolerate a fairly wide range of growing conditions (Barut 2008; Karayel and Ozmerzi 2001; Ozmerzi et al. 1992; Ozmerzi et al. 2002). Therefore, the minimum field emergence rate should be over the 60% for an acceptable precision sowing of vegetables.



Figure 2. Precision vacuum planter designed for large seed. 1- vertical seed plate, 2- seed, 3- seed box, 4- air suction canal, 5- air cut, 6- runner type furrow opener, 7- press wheel, 8- parallelogram connecting rods.



The data were subjected to analysis of variance using the SPSS package (SPSS Inc, Chicago, IL). Where appropriate, if significant, the interaction was used to explain the results. When the interaction was not significant means were separated using Duncan's Multiple Range Test.

3. Results and Discussion

The probability values obtained from results of analysis of variance are presented in Table 3. Seed type has a significant effect on seed distribution uniformity of a precision vacuum planter. According to the statistical test (variance analysis) results, differences between, multiple index, miss index and quality of feed index are significantly important. Analysis of variance was not applied on the precision index values. Because the precision index is the coefficient of variation of seed spacings classified as singles after removing spacings consisting of misses and multiples. Pelleting of onion seeds increased miss index while decreasing multiple index of seed distribution uniformity (Table 4).

Forward speed of precision vacuum planter has a significant effect on parameters of seed distribution uniformity (multiple index, miss index and quality of feed index). The miss and multiple indices of seed distribution uniformity for the forward speeds of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹ are given in Table 5. The miss index increased and the multiple index decreased with increasing forward speed of seeder. Increasing the peripheral speed of vertical seed plate with the results of increasing the forward speed of the planter caused the increasing miss index and decreasing the multiple index of seed distribution of bare and pelleted onion seeds. Our results support reports from Karayel and Ozmerzi (2001) who found the negative effect of forward speed on seed distribution uniformity indicators of a precision planter such as multiple, miss and quality of feed indices.

Interaction between seed type and forward speed of planter has a significant impact on the quality of feed index of seed distribution uniformity. Effect of seed type and forward speed interaction on quality of feed index of seed distribution uniformity is presented in Table 6. Precision index values are also presented in Table 7. The quality of feed and precision indices should be evaluated together to determine the optimum forward speed of a planter. Seed distribution uniformities of pelleted onion seeds for all forward speeds were considered acceptable, as indicated by all values of precision index being under 29% and the quality of feed indices being all over 85% for both pelleted seeds (with the diameter of 2.4 and 3.5). The highest precision index was obtained for the forward speed of 0.5 m s⁻¹ and the least precision index occurred when the forwards speeds were 1.0 or 1.5 m s⁻¹. Optimum forward speeds of planter for bare and pelleted seeds are different because of the seed type and forward speed interaction effect. Seed distribution uniformity of the forward speed of 1.5 m s⁻¹ for pelleted seeds and 1.0 m s⁻¹ for bare seeds are better, as indicated precision index is minimum, and quality of feed index is maximum for these forward speeds. Therefore, the planter operated at the forward speed of 1.5 for pelleted and 1.0 m s⁻¹ for bare seeds for field trials.

When the seed distribution uniformity of pelleted and bare onion seeds compared, fewer preciseness, skips or multiple seed drops and higher quality of feed index values occur at any forward speeds when the pelleted seeds is used. Therefore, the pelleting of the onion seeds increase the seed distribution

uniformity of precision vacuum planter designed for large seed. Diameter of pelleting has not a significant effect on seed distribution uniformity.

Similar results were obtained by Barut (2008) with pelleted sesame seeds. When the pelleted sesame seeds used, the precision index of planter was 16.25%, indicating that the planter performance was better than bare sesame seeds used (with precision index of 19.19%). The pelleting sesame seeds with a diameter of 3.5 mm provided better seed distribution uniformity.

Field emergence rates of bare and pelleted onion seeds are presented in Table 8. The percentage emergence of pelleted onion seeds was considered acceptable for field conditions. As indicated, value of percentage emergence was over 60%.

Table 3. Probability values for selected factors.

Seed type	Mean of seed spacings (mm)	Miss index (%)	Multiple index (%)	Quality of feed index (%)
Seed type (S)	0.88	0.03*	0.02*	0.02*
Forward speed (FS)	0.25	0.02*	0.04*	0.03*
S×FS	0.53	0.76	0.11	0.04*

*significant at the 0.05 probability level.

Table 4. Effect of seed type on miss and multiple indices.

Seed type	Miss index (%)	Multiple index (%)
Bare	4.5b ^a	31.4 ^a
Pelleted, 2.4 mm dia	7.8a	6.1 ^b
Pelleted, 3.5 mm dia	8.1a	4.6 ^b

Means followed by same superscript letter within a column are not significantly different at P= 0.05, Duncan's multiple range test.

Table 5. Effect of forward speeds on miss and multiple indices.

Forward speed (m s ⁻¹)	Miss index (%)	Multiple index (%)
0.5	4.8b ^a	23.3 ^a
1.0	5.6b	12.4 ^b
1.5	6.4b	11.2 ^b
2.0	10.4a	9.2 ^b

Means followed by same superscript letter within a column are not significantly different at P= 0.05, Duncan's multiple range test.

Table 6. Effect of seed type and forward speed interaction on quality of feed index of seed distribution uniformity.

Seed type	Forward speed (m s ⁻¹)	Quality of feed index (%)
Bare	0.5	54.1 ^c
	1.0	68.7 ^a
	1.5	67.6 ^b
	2.0	66.1 ^b
Pelleted, 2.4 mm dia	0.5	80.1 ^c
	1.0	87.6 ^b
	1.5	89.9 ^a
	2.0	87.4 ^b
Pelleted, 3.5 mm dia	0.5	82.3 ^c
	1.0	89.7 ^a
	1.5	89.8 ^a
	2.0	87.9 ^b

Data in the interaction analyzed with Least Squares Means and means separated with LSD. Means followed by same superscript letter within a column of seed type are not significantly different at P= 0.05.

Table 7. Effect of seed type and forward speed on precision index of seed distribution uniformity.

Seed type	Forward speed (m s ⁻¹)	Precision index (%)
Bare	0.5	65.2
	1.0	40.1
	1.5	40.8
	2.0	49.7
Pelleted, 2.4 mm dia	0.5	20.3
	1.0	15.3
	1.5	14.8
	2.0	17.5
Pelleted, 3.5 mm dia	0.5	18.5
	1.0	14.8
	1.5	13.9
	2.0	16.5

Table 8. Percent emergences of pelleted and bare onion seeds under laboratory and field conditions.

Seed	Emergence (%)	
	Laboratory	Field
Bare	85.2a ^a	73.6 ^a
Pelleted, 2.4 mm dia	80.8b	65.3 ^b
Pelleted, 3.5 mm dia	79.1b	62.5 ^b

Means followed by same superscript letter within a column are not significantly different at P=0.05, Duncan's multiple range test.

The percent emergence of bare seeds is higher than the pelleted onion seeds. The pelleting of onion seeds decreased percentage of emergence of onion for laboratory and field conditions. Compared to laboratory conditions, percent emergence of pelleted seeds in field decreased more than bare seeds. Therefore, when a large seed vacuum planter used for sowing, seed spacing of pelleted seeds can be reduced to obtain the same onion plant stands of bare seeds per field area. Our results support reports from Barut (2008) who found the negative effect of pelleting on percentage of emergence of sesame seeds.

4. Conclusions

Sowing uniformity of the large seed vacuum planter was affected by pelleting of the onion seeds. Pelleting of onion seeds increased seed distribution uniformity of planter. The planter was tested for bare and pelleted onion seeds for forward speeds of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m s⁻¹. Seed type and forward speed of precision vacuum planter have a significant effect on seed distribution uniformity of bare and pelleted seeds. The best seed distribution uniformity was obtained at the forward speed of 1.5 m s⁻¹ for both pelleted seeds (with the diameter of 2.4 and 3.5 mm) and 1.0 m s⁻¹ for bare seeds. The pelleting of onion seeds decreased the percentage of emergence for field conditions. The percentage emergence of pelleted onion seed can be considered acceptable. But reduced seed spacing for pelleted seed can be recommended to obtain the same plant stands of bare onion seeds per field area when a large seed vacuum planter used for sowing.

References

Accinelli C, Abbas HK, Shier T (2018) A bioplastic based seed coating improves seedling growth and reduces production of coated seed dust. *Journal of Crop Improvement* 32(3): 318-330. doi: <https://doi.org/10.1080/15427528.2018.1425792>.

- Barut ZB (2008) Seed coating and tillage effects on sesame stand establishment and planter performance for single seed sowing. *Applied Engineering in Agriculture* 24(5): 565-571. doi: <https://doi.org/10.13031/2013.25268>.
- Bracy RP, Parish RL (1998) Seeding uniformity of precision seeders. *HortTechnology* 8(2): 182-185.
- Bracy RP, Parish RL (2001) A comparison of seeding uniformity of agronomic and vegetable seeders. *HortTechnology* 11(2): 184-186.
- Celik A, Ozturk I, Way TR (2007) Effect of various planters on emergence and seed distribution uniformity of sunflower. *Applied Engineering in Agriculture* 23(1): 57-61.
- Evans J, Wallace C, Dobrowski N, Pritchard I, Sullivan B (1993) Requirement of field pea for inoculation with Rhizobium and lime pelleting in soils of Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 767-773.
- Fairley RF, Draycott AP (1978) Manganese deficiency in sugarbeet and the incorporation of manganese in the coating of pelleted seed. *Plant and Soil* 49: 71-83.
- Grelliera P, Riviereb LM, Renault P (1999) Transfer and water-retention properties of seed-pelleting materials. *European Journal of Agronomy* 10: 57-65.
- Hacıyusufoglu AF, Akbas T, Simsek E (2015) Implementation of the method of seed coating with pellet on some small-diameter seeds. *Journal of Agricultural Machinery Science* 11(3): 257-263.
- Hara Y (2013) Improvement of rice seedling establishment on sulfate-applied submerged soil by seed coating with poorly soluble molybdenum compounds. *Plant Production Science* 16(3): 271-275. doi: <https://doi.org/10.1626/pps.16.271>.
- Hara Y (2016) Improvement of seedling establishment under flood condition by seed coating with molybdenum compounds for wheat and barley. *Plant Production Science* 19(2): 223-229. doi: <https://doi.org/10.1080/1343943X.2015.1128110>.
- Hwang WD, Sung FJM (1991) Prevention of soaking injury in edible soybean seeds by ethyl cellulose coating. *Seed Science and Technology* 19: 260-278.
- Kachman SD, Smith JA (1995) Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE* 38(2): 379-387.
- Karayel D, Ozmerzi A (2001) Effect of forward speed and seed spacing on seeding uniformity of a precision vacuum metering unit for melon and cucumber seeds. [Title in English]. *Journal of the Faculty of Agriculture* 14(2): 63-67.
- Karayel D, Barut ZB, Ozmerzi A (2004) Mathematical modelling of vacuum pressure on a precision seeder. *Biosystems Engineering* 87(4): 437-444.
- Karayel D, Ozmerzi A (2006) Effect of furrow openers on soil moisture variation. [Title in English]. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 2(2): 103-110.
- Luchmeah RS, Cooke RC (1985) Pelleting of seed with the antagonist *Pythium oligan* drum for biological control of damping-off. *Plant Pathology* 34: 528-531.
- Maude RB, Bambridge JM (1985) Effects of seed treatments and storage on the incidence of phoma betae and the viability of infected red beet seeds. *Plant Pathology* 34: 435-437.
- Ozmerzi A, Barut ZB, Yıldız O (1992) Agricultural problems in Antalya related to mechanization of vegetable crop production. [Title in English]. In: National Congress of West Mediterranean Agriculture. Antalya, Turkey.
- Ozmerzi A, Karayel D, Topakci M (2002) Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosystems Engineering* 82(2): 227-230. doi: <https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0057>.
- Panning JW, Kocher MF, Smith JA, Kachman SD (2000) Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. *Applied Engineering in Agriculture* 16(1): 7-13.

- Parish RL, Bracy RP (1998) Metering nonuniform vegetable seed. HortTechnology 8(1): 69-71.
- Parish RL, McCoy JE (1999) Inconsistency of metering with a precision vegetable seeder. Journal of Vegetable Crop Production 4(2): 3-7.
- Parish RL (2000) Stand of cabbage and broccoli in single- and double-drill plantings on beds subject to erosion. Journal of Vegetable Crop Production 6(2): 87-96. doi: https://doi.org/10.1300/J068v06n02_10.
- Parish RL, Bracy RP, Rosendale RM (2002) Use of plastic mulch for successive crops. Journal of Vegetable Crop Production 8(1): 63-70. doi: https://doi.org/10.1300/J068v08n01_08.
- Powel AA, Mathews S (1982) Seed treatments: developments and prospects. Outlook Agriculture 17: 97-103.
- Sikhao P, Taylor AG, Marino ET, Catranis CM, Siri B (2015) Development of seed agglomeration technology using lettuce and tomato as model vegetable crop seeds. Scientia Horticulturae 184: 85-92.
- Stout DG, Hall JW, Brooke BM, Baalim G, Thompson DJ (1993) Effect of storage temperature and time on viability of rhizobia on lime-coated alsike clover (*Trifolium hybridum*) seed. Journal Agricultural Science 120: 205-211.



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

Hatice ÇILKOL^{id}, Mehmet Ali SÜDÜPAK^{id}

Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 66100 Yozgat

Sorumlu yazar (Corresponding author): M. A. Südüpak, e-posta (e-mail): msudupak@hotmail.com

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 20 Ocak 2020
Düzeltilme tarihi 26 Mayıs 2020
Kabul tarihi 26 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

Zea mays
Puccinia sorghi
Uyumlu interaksiyon
Gen ekspresyonu
RT-qPCR

ÖZ

Bitki-mikrop interaksiyonlarında ekspresyonu değişim gösteren genlerin tanımlanması, konukçu direnci ve duyarlılığında gerçekleşen fizyolojik değişimler ve bunlardan sorumlu genetik faktörler ve mekanizmalar hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Mısır (*Zea mays*) ve mısır pası (*Puccinia sorghi*) uyumlu interaksiyonunda gerçekleştirdiğimiz çalışmada, ekspresyonu değişim gösteren 98 transkript derivatifi fragment (TDF) tanımlanmıştır. Klonlanarak sekans karakterizasyonu yapılan 72 TDF ile gerçekleştirilen GenBankası taramaları, münferit etiketler için bir veya daha fazla benzer kayıt bulunduğunu göstermektedir. Genel olarak, TDF'lerin yaklaşık yarısının fonksiyonu bilinen genlerin sekanslarına benzer olduğu ve bunların önemli bir bölümünün bitki-patojen interaksiyonlarında ekspresyonu değişim gösterenler oldukları tespit edilmiştir. Bunlar arasında, karbonik anhidraz, Bip2, An2, ARP ve ASR3 proteinlerini kodlayan genlere benzerlik gösteren TDF'ler bulunmaktadır. TDF'lerin kalan bölümü, diğer stres yanıtlarıyla ilgili olanlar ve karakterize edilmemiş/hipotetik protein kodlayan sekanslara benzerlik göstermektedir. *ZmBip2*, *ZmCA*, *ZmALDH*, *ZmARP* ve *ZmARPP3* genleri için RT-qPCR primerler tasarlanarak kontrol ve enfekte materyalde ekspresyon teyitleri yapıldı. *ZmCA* hariç, diğerlerinin tespitlerinde gözlenen ekspresyon değişimleri doğrulandı. Sınırlı sayıda TDF çalışılmış olmakla birlikte, belirli fonksiyonlarla ilişkili olanlarla birlikte fonksiyonu bilinmeyenler, çalışılan patosistem uyumlu interaksiyonunda ekspresyonu modülasyon gösteren genler olarak tanımlanmıştır.

ARTICLE INFO

Received 20 January 2020
Received in revised form 26 May 2020
Accepted 26 May 2020

Keywords:

Zea mays
Puccinia sorghi
Compatible interaction
Gene expression
RT-qPCR

ABSTRACT

Differential display analyses of expressional modulations occurring in plant-microbe interactions provide valuable information about the physiological changes and underlying genetic factors and mechanisms involved in host resistance and susceptibility to disease. We carried out a differential display analysis study in the compatible interaction of *Z. mays* and *P. sorghi* and identified 98 Transcript Derived Fragments (TDFs) as expressional modulation showing tags. 72 TDFs were cloned and sequenced. Sequence database similarity searches revealed that there is at least one close matching GenBank record for each TDF. Compiled results showed that approximately half of the TDFs were derived from genes with known functions, about a half of which are known to display expressional modulations in plant-microbe interactions. CA, Bip2, An2, ARP1 and ASR3-like protein encoding sequence similar TDFs constituted the prominent examples of this group. A large proportion of TDFs were found to be similar to uncharacterized/hypothetical protein encoding GenBank records. RT-qPCR primers were designed for *Bip2*, *CA*, *cALDH*, *ARP* and *Arpp3* genes to verify their observed expressional modulations, which were generally confirmed except for CA. Although a limited number of TDFs were characterized, overall, the results provide an overview to the expressional modulation showing genes in the compatible interaction of the studied pathosystem.

1. Giriş

Bitki savunma yanıtları esas olarak hücresele düzeyde, innate (doğuştan gelen) immünite formunda etkin olup, önceden oluşturulan ve sonradan aktive olan (indüklenen) mekanizmalarla lokal ve sistemik olarak sağlanmaktadır. Pasif ve indüklenen direnç olarak ta tanımlanan bu mekanizmalardan, pasif direnç hücre duvarından vaks örtüsüne, trikomlara ve antimikrobiyal bileşiklere geniş bir yelpazede fiziksel ve biyokimyasal bariyerlerden oluşmaktadır (Dickinson 2005; Bigeard ve ark. 2015). Özelleşmiş patojenler bu fiziksel ve biyokimyasal bariyerleri aşarak enfeksiyon oluşturabilmekte, bu aşamada, çok katmanlı indüklenen savunma yanıtlarının etkinliğine bağlı olarak sonuç, hastalık gelişimi veya konukçu direnci olabilmektedir.

Bitkilerin patojen saldırılarına karşı koymasında fonksiyonel olan (biri elisitörle, diğeri efektörle) indüklenebilir iki savunma katmanı ayırt edilmektedir. Bir ilk basamak savunma katmanını mikrobiyal temasla aktive olan plazma membran reseptörleri, PRR'ların, (Pattern Recognition Receptors) patojen orijinli (elisitörleri) moleküler motifleri, PAMP'ları (Pathogen-Associated Molecular Patterns) algılamasıyla indüklenen, PAMP ile tetiklenen immünite, PTI oluşturmaktadır (Jones ve Dangl 2006). Bazal direnç veya onun bir parçası olarak tanımlanan bu ilk basamak savunma yanıtını patojenler kodladıkları efektörlerle baskılayarak hastalık oluşturabilmektedirler. Efektörle tetiklenen duyarlılık, ETS (Effector-Triggered Sensitivity) olarak tanımlanan durum, efektörü direk veya dolaylı olarak (guard üzerinden) tanyan bitki direnç geni proteini bulunması (ortaya çıkışı) durumunda, bir diğere savunma katmanı aktive olmaktadır. Efektörle Tetiklenen İmmünite, ETI (Effector-Triggered Immunity) (Jones ve Dangl 2006) denen bu savunma katmanı, PTI sonrası veya birlikte bitki savunmasını sağlamaktadır. ETI, patojen ve konukçu genoptilerinde, karşılıklı gen çiftlerince kodlanan spesifik ürünler arasında, sadece özgün tanıma durumunda tetiklenen bir savunma yanıtı olup, alternatifli durumlarda, hastalık gelişimi/konukçu duyarlılığı ortaya çıkmaktadır. Bir genetik motif olarak bu savunma yanıtı, Flor tarafından 1942'de gene-karşı-gen (gene-for-gene) interaksyonu olarak tanımlanmıştır (Flor 1971). ETI yanıtı, enfeksiyon bölgesinde lokalize hücre ölümüyle patojen gelişiminin sınırlandırıldığı Hipersensitif Reaksiyon (HR) (Greenberg 1997; Heath 2000) ve aktive edilen diğere savunma yanıtlarıyla, PTI'ya göre çok daha etkin, yükseltilmiş spesifik bir konukçu direnci sağlamaktadır (Gebrie 2016).

Bitkilerin patojenleriyle teması ve kolonize edilmeleri, genel olarak genom ekspresyonu değişimleriyle orkestra edilen fizyolojik, metabolik, yapısal birçok modifikasyonun da eşlik ettiği konukçu savunma veya duyarlılığını ortaya çıkarmaktadır. İnteraksiyona giren her iki organizmada gerçekleşen transkripsiyonel modülasyonların karakterizasyonu, hastalık mekanizmalarından muhtemel hastalık kontrol noktalarının tanımlanmasına, birçok yönden katkı sağlayan çalışmalar olmaktadır (Rezzonico ve ark. 2017). Mikroarrayden derin transkriptom sekanslamaya bir dizi transkriptom analiz tekniği, patosistem transkriptomlarının karakterizasyonunda kullanılmaktadır. Elde edilen bilgiler, konukçu organizmanın mikrobiyal sinyalleri algılamasından fizyolojisinde gerçekleşen değişimlerin duyarlı ve dirençli genotiplerde karakterizasyona, konukçu duyarlılığı ve savunma yanıtlarının indüksiyonunda rol oynayan mekanizmaların belirlenmesine kadar geniş bir yelpazede bilgiler sağlamaktadır (Wise ve ark. 2007; Lodha ve Basak 2012). Jel esaslı DDRT-PCR (Liang ve Pardee 1992)

cDNA-AFLP (Bachem ve ark. 1996) teknikleri, diğere taraftan kapsamlı ve büyük ölçekli metotlara ekonomik alternatifler olarak kullanım bulmakta ve ön sekans bilgisi olmadan tüm genomlara uygulanabilmektedir.

P. sorghi, tropik ve subtropik bölgelerde yaygın görülen ve enfeksiyon düzeyine bağlı olarak %40'a varan verim kayıplarına neden olan önemli bir problemdir (Sahah ve Dillard 2006). Pasın farklı ırklarına savunmayı sağlayan çok sayıda direnç geni tanımlanmıştır (Hulbert 1997) ve pas kontrolünde kullanılmakla birlikte, patojen virülansı ve konukçuda gerçekleşen olaylarla ilgili bilgiler sınırlıdır. Bu alanda yapılan çalışmalarda uyumsuz (incompatible) interaksyonları ve konukçu direnç mekanizma ve faktörleri daha fazla ilgi görmektedir ve uyumlu (compatible) interaksyonlar az sayıda çalışmaya konu olmuştur. Duyarlı genotipte gerçekleşen olayların karakterizasyonu, hastalık gelişimi, konukçu metabolizma ve fizyolojisinde gerçekleşen olayların belirlenmesi açısından önemlidir (Rezzonico ve ark. 2017). Mevcut çalışma, *P. sorghi-Z. mays* patosistemi uyumlu interaksyonunda ekspresyonu pas inokülasyonu ile modülasyon gösteren mRNA etiketlerinin DDRT-PCR tekniğiyle tanımlanması, transkripti oldukları genlerin belirlenerek interaksyonda rollerinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Biyolojik materyal ve RNA izolasyonu

Çalışmada pas izolatu T09 ve üzerinde virulent olduğu A188 inbredi kullanılmıştır. İki set halinde yetiştirilen 7 günlük A188 fideleri kontrol ve uygulama grupları halinde tasnif edilmiş, uygulama grupları yeni hasat edilmiş pas sporları, kontrollerine sadece steril saf su uygulaması yapılmıştır. Tüm bitkiler aynı koşullarda bir gecelik soğuk nem çemberinde (%95<nem, ~24°C) tutularak enfeksiyon başlatılmış ve uygulama sabahında bitkiler ~27°C ve ~16h/8h gündüz/gece fotoperiyodunda büyümeye bırakılmıştır. Kontrol ve uygulama bitkilerinden ikişer fidenin 2. yaprak ~7 cm uç kısmı (~100 mg) 0, 12, 24, 48, 72, 96 ve 120. saatlerinde örneklendi, sıvı azot içinde dondurularak 1.5 ml tüp içinde toz haline getirildi ve tav edilmeden 1 ml RNAzol (MRC) eklenip karıştırılarak homojenatlar hazırlandı.

DDRT-PCR, materyal örnekleri, kapsanan süre aralığı münferit homojenatlarından, kontrol, K, (0-120 h), T1 (12-48 h) ve T2 (72-120) eşit miktar materyal birleştirmeleriyle (pool edilerek) hazırlanmıştır: Birleştirilmiş materyallerden total RNA izolasyonları sağlanan MRC protokolüne göre gerçekleştirildi (Südüpak 2014). Pellet büyüklüğüyle orantılı olarak 50-100 µl DEPC suyu içinde çözülen örneklerin konsantrasyonları nanodropla ölçüldü ve yaklaşık 100 mg dokudan 60 µg total RNA elde edildi, saflık ise, 1.8-2.0 bulundu.

2.2. DDRT-PCR

RNA örneklerinden cDNA sentezi, münferit ve ortak olarak hazırlanan iki karışım kombine edilerek gerçekleştirildi: Münferit RT reaksiyonlarının RNA-primer karışımları, 37 µl DEPC muameleli-ddH₂O içinde 20 µl total RNA (~8 µg) ve 3 µl oligo-d(T)₁₁ primeri kombine edilerek 60 µl hacimde oluşturulmuş ve 5 dakika 65°C'de inkübasyonu takiben 10 dakika 37°C'ye soğutmayla hazırlandı. Bu karışıma, 40 µl ortak sentez karışımı [bileşimi 20 µl 5X Fermentas RT-H⁻ tamponu, 200 U Ribolock (Thermo-Fermentas), 10 µl dNTP karışımı (2 mM) ve 5 µl (200 U µl⁻¹) Thermo-Fermentas RT-H⁻ olan]

eklenerek teşkil edilen 100 µl hacimde ve 60 dakika 42°C'de inkübasyonla cDNA sentezleri gerçekleştirildi. Sentez sonrası, reaksiyonlar 5 dakika 95°C'ye ısıtılıp enzim inaktive edilerek -20°C'de muhafaza edildi. Sentez ürünlerinin 1:1 seyreltmeleri 2 µl'si mRNA-DDRT-PCR reaksiyonlarında kalıp olarak kullanıldı.

Münferit DDRT-PCR reaksiyonları 15 µl hacimde standart protokol izlenerek hazırlanmıştır. Reaksiyon karışımlarında amplifikasyon, 94°C'de 3 dakika başlangıç denatürasyonu sonrasında her biri 94°C'de 30 sn denatürasyon, 42°C'de 30 sn primer bağlanması, 72°C'de 1 dakika zincir uzatımından oluşan 35 döngü PCR ve 72°C'de 5 dakika son uç doldurmadan oluşan programla gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon karışımlarına sonra yükleme boyası eklenmiş, 94°C'de 3-4 dakika bekletilerek ampliconlar denatüre ve konsantrite edilmiştir. Takiben örnek 5 µl'si 75 W'ta 10-15 dakika ön yürütmeyle 45-50°C'ye ısıtılmış %6'lık denatüre edici 0.5X TBE PAGE (19:1) jellerinde 50 W, ~50°C'de 90-100 dak. yürütülmüştür. Yürütme boyası, XC jel tabanına ~15 cm mesafeye gelince koşturma durdurularak jel soğutulup açılmış ve 1 litre %10'luk asetik asit solüsyonunda 20-30 dakika fikse edilerek gümüş boyamayla ampliconlar jel içinde görünür hale getirilmiştir.

2.3. TDF'lerin klonlanması ve sekanslanması

Ekspresyonel değişim gösteren bandlar jellerden toplanarak elüt edildi. Elüt 3 µl'siyle 25 µl re-amplifikasyon PCR'ları DDRT-PCR deneylerindeki konsantrasyonlar ve parametrelerle gerçekleştirildi. PCR ürünleri purifiye edilerek klonlanmaları, linear pTZ57 veya pUC18 T-vektörlerinden biri içine ligasyon ve *E. coli* JM107 hücrelerine transformasyonla gerçekleştirildi. Rekombinant kolonilerden duruma göre plazmid izolasyonu veya koloni-PCR ile etiketler hazırlandı ve hizmet alımıyla sekanslatıldı. Sekansların benzerlik taramaları genbankası veri tabanlarında (NCBI, maizGDB, vb.) gerçekleştirildi ve en yakın benzerleri dikkate alınarak gen ve fonksiyon tanımlamaları yapıldı.

2.4. RT-qPCR

RT-qPCR çalışmaları için materyal, daha önce tanımlandığı şekilde, iki biyolojik tekrar olarak kontrol gruplarıyla birlikte yetiştirildi. Fideler yeni toplanmış pas sporlarıyla inoküle edilerek, 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96 inokülasyon sonrası saatlerde yukarıda tanımlandığı gibi örneklendi ve münferit örneklerden RNA izolasyonları 100 mg ml⁻¹ ölçeğinde gerçekleştirildi. RNA'nın DNaz I muamelesi, oligo(dT) primeriyle cDNA

sentezi ve diğer manipülasyonlar daha önce tanımlandığı şekilde, aynı enzim ile diğer bileşenler ve protokoller kullanılarak gerçekleştirildi. İki aşamalı qPCR çalışmalarının RT-qPCR aşamasında, AMPLIQON Real Q-Plus/WO ROX 2x Green karışımı kullanıldı. Reaksiyonlar, 10 µl Real Q plus ile birlikte her biri 10 pmol ileri/geri gen spesifik primerler ve 50 defa seyreltilmiş cDNA kalıbının 3 µl'si 6 µl ddH₂O içinde kombine edilerek 20 µl hacimlerde hazırlandı. RT-qPCR programı; 95°C'de 15' HotStart DNA polimeraz, TEMPase aktivasyonunu takiben, her biri, 94°C'de 20 sn denatürasyon, 59°C'de 20 sn primer bağlanması ve 72°C'de 30 sn zincir uzatımı sıcaklık ve süre segmentlerinden teşkil edilen 40 döngüden oluşmuştur. Qiagen Rotor-Gene Q, Real-Time termal döngüleyici önerilen koşullarda ve zincir uzatımı sonunda kit bileşimindeki (SYBR) Green boyasıyla reaksiyonların PCR ürünü sentez kinetiği monitör edilmiş ve eşik döngü değeri (Ct) hesaplanmaları yapılmıştır. *ZmActin1* (J01238.1) geninin internal kontrol ve normalizasyonda kullanıldığı bu çalışmalarda, ölçülen hedef gen kalibratör ve uygulama Ct değerleri, delta-deltaCt metoduyla (Livak ve ark. 2001), aynı deneyde paralel ölçülen referans gen Ct değerleriyle normalize edilerek kalibratöre göre relatif ekspresyonları hesaplandı.

Çalışmada tanımlanan etiketlerden bitki-mikrop interaksyonlarında rol oynadığı düşünülen beş gen (*ZmCA*, (NM_001154374.1), *ZmARP1* (EU964946.1), *ZmBip2* (NM_001112424.1), *ZmcALD* (AF348412.2), *ZmArpp3* (NM_001111919.1) ve bir referans genden, *ZmActin1* (J01238.1), orijine olan transkriptlerin kodlama veya 3' UTR bölgesinde hedef segmentleri amplifiye eden primer çiftleri web tabanlı Primer3plus (sourceforge.net/projects/primer3) programıyla tasarlandı ve çalışmada kullanıldı (Çizelge 1).

3. Bulgular

Gerçekleştirilen mRNA DDRT-PCR çalışmasında, 27 primer kombinasyonu ile ekspresyonu modülasyon gösteren 98 TDF tanımlandı ve klonlandı. Elde edilen 72 TDF sekansı ile yapılan GenBankası taramaları, 32 etiket sekansın fonksiyonu bilinen kayıtlara (Çizelge 2, Şekil 1), diğer bir 31 etiketin ise, karakterize edilmemiş/hipotetik protein kodlayan sekanslara benzerlik olduğunu göstermiştir. Kalan 9 etiketten, biri *P. graminis* Cullin 1 mRNA sekansına benzer, ikisi mısır mtDNA, biri mısır ctDNA sekansına benzerlik gösteren ve diğerleri de bakteriyel sekanslara benzer bulunmuştur. Tanımlanan genlerin bir gruplandırılması yüzdeleriyle Şekil 1'de grafik olarak verilmektedir.

Çizelge 1. Seçilen genlerin ekspresyon teyitlerinde kullanılan RT-qPCR primerleri.

Table 1. RT-qPCR primers used in expressional validation studies of the selected genes.

Genler	Primer sekansları, 5'→3' (sırasıyla, İleri / Geri primer)	Ürün (bp)	Kullanılan primer bağlanma sıcaklığı (°C)
<i>ZmActin1</i>	TTTAAGGCTGCTGTACTGCTGTAGA CACTTTCTGCTCATGGTTTAAGG	120	59
<i>ZmARP</i>	AATCGCCAATAAGCAACAAC GCCCAAAGTACAGGATGGAAAT	184	59
<i>ZmCA</i>	AGTTCTCACATGGAAAAAGTGAAA TGGGCGATTGTTGATCCGGT	195	59
<i>ZmBip2</i>	TGTTTAGGAGGGAGGGTGGT CACTGCAATGCGAATCCTCT	135	59
<i>ZmArpp3</i>	CAATGATGGTGAGCGGAGGT AGGTTACAGACAGGACAGC	219	59
<i>ZmcALDH</i>	TACAAGATGAGCGGGTTCCGG ACAGGATGAGGTCGGTCAGA	120	59

Çizelge 2. Belirli bir fonksiyonla ilişkilendirilebilen TDF'lerin listesi. Tabloda en yakın sekans benzerleriyle birlikte ekspresyon profilleri ve diğeri ilgili bilgiler listelenmektedir.

Table 2. The list of TDFs having close similarity to the genes with known functions. Accession numbers of the closest matching GenBank record, expression profiles and other related information are given in the table.

TDF	Uzunluk	Aksesyon no	En yakın sekans benzeri	E-değeri	Ekspresyon [§]		
					K	T1	T2
Stres, savunma, sinyal iletimi, büyüme-düzenleme ilişkili etiketler							
DD1	97	XM_008647554	Z.m. ABA stres-olgunlaşma protein 3 mRNA	8e-99	*	I	R
DD2	52	XM_008657861	Z.m. Lorocrin-benzeri transkript var. X2, mRNA	6e-16	+	R	R
DD3	138	EU954250.1	Z.m. SRC2 mRNA	1e-58	*	I	R
DD4	216	XM_008659761	Z.m. Filamentasyon sıcaklığa duyarlı H2A	3e-123	+	R	I
DD5	147	EU964946.1	Z.m. Oksinle baskılanan protein mRNA	0.0	*	I	I
DD6	45	EU973052.1	Z.m. Büyüme düzenleyici faktör mRNA	3e-18	*	*	*
DD7	114	XM_008653311	Z.m. Gamma yanıtı 1 protein mRNA varyantı X8	3e-30	+	R	R
DD8	199	XM_008650278	Z.m. Kauren sentaz 2 (An2) mRNA varyantı X1	9e-21	*	I	R
DD9	71	XM_008669566	Z.m. TPR motif içeren protein mRNA varyantı X1	5e-23	+	R	R
DD10	83	XM_008662088	Z.m. TPR içeren karakterize edilmemiş protein, mRNA	4e-13	+	R	I
DD11	140	NM_001152569	Z.m. Tetratrikopeptid tekrar protein mRNA	1e-45	-	I	R
DD12	76	EU966630.1	Z.m. Tetratrikopeptid tekrar protein mRNA	3e-32	-	I	R
DD13	169	XM_008675810	Z.m. Auxilin-ilişkili protein 1-benzeri mRNA	6e-09	+	R	R
DD14	123	NM_001112424	Z.m. Bip2 (ER şaperonu) mRNA	4e-30	+	I	I
DD15	176	NM_001157006	Z.m. Ribozom geri dönüşüm faktörü (RRF) mRNA	3e-11	+	R	R
DD16	75	NM_001111919	Z.m. Asidik ribozomal protein P3 (arpp3) mRNA	1e-63	*	*	*
DD17	120	EU968527.1	Z.m. 17.5 kDa sınıf II HSP mRNA	3e-13	*	*	*
DD18	146	XM_008646106	Z.m. U5 küçük nüklear ribonükleoprotein mRNA	1e-48	+	I	R
DD19	96	DQ417753.1	Z.m. B73 serin/treonin kinaz içeren gDNA sekansı	8e-36	+	R	R
DD20	102	NM_001111704	Z.m. Metile bağlanan domain protein mRNA	9e-46	*	*	*
Fotosentez, metabolizma ve transport ilişkili etiketler							
DD21	136	EU969568.1	Z.m. Rubisco küçük alt birim (rbcS-m3) geni	4e-32	+	R	R
DD22	294	EU965446.1	Z.m. Fotosistem II 22 kDa protein mRNA	4e-74	+	R	R
DD23	270	NM_001111758	Z.m. Fotosistem II alt birim PsbS1 mRNA	5e-99	+	R	R
DD24	95	AF467541.1	Z.m. Treonin dehidrataz mRNA (kloroplast formu)	0.0	+	+	R
DD25	100	NM_001154374	Z.m. Karbonik anhidraz (CA) mRNA sekansı	1e-56	*	I	R
DD26	66	XM_008666956	Z.m. Nikotinamid sentaz 3-benzeri mRNA sek.	2e-34	*	I	I
DD27	59	AF348412.2	Z.m. cALD (RFC2) mRNA	9e-39	+	I	I
DD28	81	X15642.1	Z.m. Fosfoenol pürivat (PEP) karboksilaz mRNA	2e-39	+	R	R
DD29	146	XM_008679140	Z.m. Siklik nükleotid kontrollü iyon kanalı mRNA	2e-60	+	R	R
DD30	136	EU954542.1	Z.m. ATP sentaz C zinciri mRNA'sı	6e-47	-	-	I
DD31	171	GU075813.1	Z.m. ATP sentaz F0 alt ünitesi 6 (atp6) mRNA	1e-72	+	I	+
DD32	96	X80820.1	Z.m. ABP1 mRNA (aktin-depolimerizasyon faktörü)	7e-07	+	R	R

[§]K; kontrol, T1; 12-48 h örnekleme aralığına sahip uygulama 1, T2; 72-120 h örnekleme aralığına sahip uygulama 2, R; Represyon, I; İndüksiyon “+”/“-”; band “var”/“yok”, “*”; kaydedilmemiş bilgi.



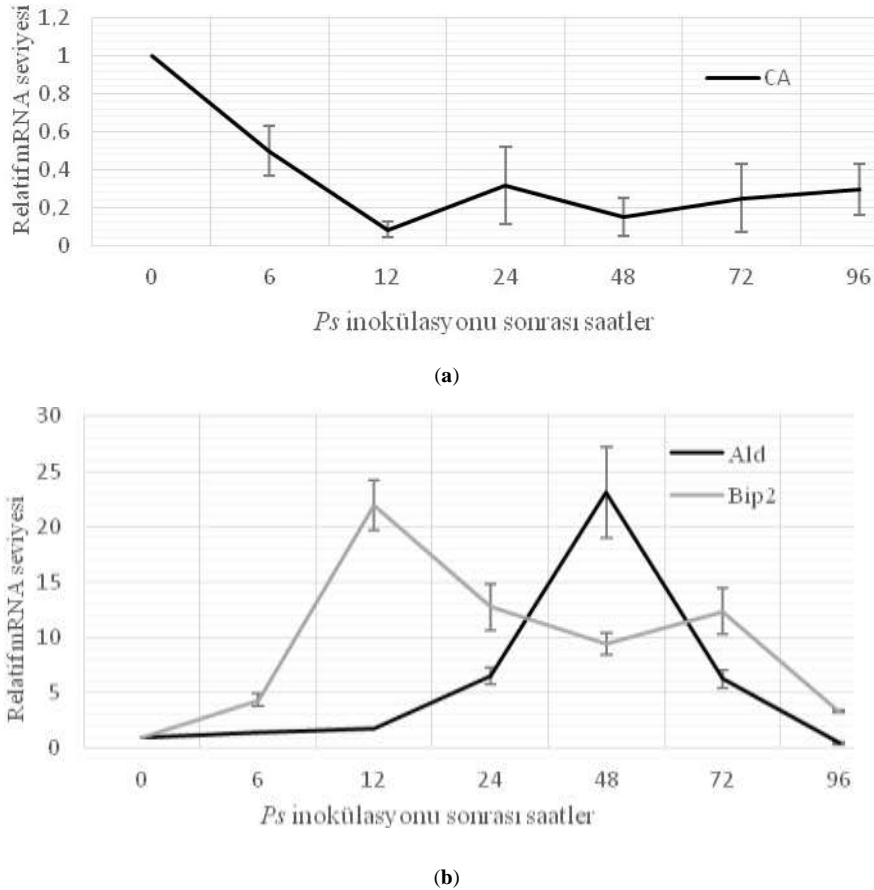
Şekil 1. Tanımlanan genlerin gruplandırılmaları.

Figure 1. Functional groupings of the identified genes.

Belirli fonksiyonlarla ilişkili olan etiketlerin önemli bir bölümünün bitki-patojen interaksiyonlarında rol oynadığı veya ilişkili olduğu bilinen mesajlardan orijine oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bunlar arasında, biyotrofik patojenlere yanıtta rol oynayan Salisilik Asit (SA) ile savunma yanıtında (SABP3 olarak) görev aldığı bilinen (kloroplast enzimi) karbonik anhidraz, Bip2 proteini, Gibberellik Asit (GA) sentez yolu enzimi *ent*-kaurene sentaz 2, yine interaksiyonlarda rol oynayan oksinle baskılanan ve absisik asit stres-olgunlaşma proteinleri bulunmaktadır. Yine bitki-mikrop interaksiyonlarında ekspresyonu değişim gösteren sitoplazmik aldehit dehidrogenaz (RF2C), tetratrikopeptid, büyüme düzenleyicisi faktör (GRF1) kodlayan gen sekansı homologları da, bu tip genlerin diğer örnekleridir. Benzer olarak, sıcaklık ve soğuk gibi diğer streslerle ilişkili olduğu bilinen asidik ribozomal protein P3, SRC2, gamma yanıtı I protein, nikotinamid sentaz 3, axillin ve kinesin benzeri sekanslarda tanımlanan etiketler arasındadır (Çizelge 2).

Bitki-patojen interaksiyonlarında rol oynadığı düşünülen altı genin (*CA*, *ARP*, *Bip2*, *Arpp3* ve *cALDH*) ekspresyonu Çizelge

1’de verilen gen spesifik primer çiftleriyle RT-qPCR deneylerinde çalışıldı. Normalize edilmiş relatif değişim değerleri ve bunlardan hazırlanan grafikler, genel olarak tespitlerinde gözlenen ekspresyonel değişimi doğrulayan sonuçlar ortaya koymuştur (Şekil 2). Karbonik anhidraz etiketinin tarama jelinde gözlenen T1’de induksiyon T2’de represyon yerine, kontrol hariç tüm *Ps* uygulaması (6-96 h) örneklerinde düzeyi %80’leri bulan bir represyon RT-qPCR teyitlerinde gözlenmiştir (Şekil 2a). *Bip2* ve *ALDH* ekspresyonları, sırasıyla 12. ve 48. saatlerde 20 katın üzerinde maksimum induksiyon seviyelerinin gözlendiği tek tepeli profillere sahiptir (Şekil 2b). *Arpp3* ekspresyonu, 2 kat induksiyon etrafında dar bir aralıkta artış azalışlar gösteren, 96. saatte, 3.5 kat relatif induksiyon ile karakterize edilen bir değişim profiline sahiptir. *ARP1* ekspresyonu ise 12. ve 48. saatlerde sırasıyla tepe değerleri 2.2 ve 3.9 kat induksiyon olan, çok daha heterojen bir değişim profili sergilemiştir (grafikleri verilmemiştir).



Şekil 2. RT-qPCR deneylerinde ölçülen relatif mRNA seviyesi grafikleri: (a) *ZmCA* (b) *ZmALDH* ve *ZmBip2*. İki biyolojik tekrarın iki teknik tekrar halinde çalışıldığı RT-qPCR deneylerinde ölçülen Ct değerleri, referans gen, *ZmActin1*, ekspresyonu ile normalize edilerek kontrole göre hesaplanan relatif (kat) ekspresyon değerleri standart hatalarıyla birlikte grafikte verilmektedir.

Figure 2. Graphs of relative mRNA levels measured via RT-qPCR experiments: (a) *ZmCA* (b) *ZmALDH* and *ZmBip2*. All experiments were carried out as biological duplicates each with two technical replicates. Computed Ct values were normalized to the expression level of *ZmActin1* and expressed as the average fold change at each time point with relative to the control. Bars represent standard errors.

4. Tartışma ve Sonuç

Bitki-patojen interaksyonlarında transkriptom çalışmaları her iki organizmada ve ara yüzde gerçekleşen olayların karakterizasyonu, konukçu direnci/duyarlılığında rol oynayan faktörlerin belirlenmesine genom ölçeğinde katkılar sağlamaktadır (Kazan ve ark. 2001; Lodha ve Basak 2012; Rezzonico ve ark. 2017). Paraleli çalışmalara benzer olarak mısır-*Puccinia* sisteminde birkaç çalışma yapılmıştır. Wang ve ark. (2012) Affimetrix mısır GeneChip ile mısır-*Puccinia polysora* patosisteminde ekspresyonu modülasyon gösteren 532 prob tanımlamış, genel olarak, biyotik stres yanıtlarında rol oynayanların indüklendiği, abiyotik streslere yanıtı ilişkilerinin ekspresyonlarının ise, baskılandığı gözlemlenmiştir. Mısır-*P. sorghi* sistemi kompatibil ve inkompatibil interaksyonlarında gerçekleştirilen cDNA-AFLP çalışmasında 310 TDF'in sekans karakterizasyonu yapılmıştır (Südüpak 2014). Fonksiyonu bilinen gen sekanslarına benzerlik gösteren TDF'lerin büyük çoğunluğunun bitki-patojen interaksyonlarında rol oynayan genlerden orijine olduğu bulunmuştur. Gerçekleştirilen DDRT-PCR çalışmasında tanımlanıp sekansı belirlenen 72 TDF'ten fonksiyonu bilinen genlere benzerlik gösterenlerin önemli bir bölümü de biyotik stresle ekspresyonu modülasyon gösteren genlerden oluşmaktadır. Kloroplast formu karbonik anhidraz kodlayan, *ZmCA*, ER şaperon *ZmBip2*, *ZmAn2*, *ZmcALD*, *ZmARPI*, Rubisco küçük alt birimi, tetratrikopeptid motif içeren protein kodlayan genler bunların tipik örnekleridir (Çizelge 2). TDF içeriğinin yaklaşık yarısının bitki-patojen interaksyonlarında sıklıkla tanımlananlardan oluşması, hedeflenen transkriptomun çalışmada örneklediğini göstermektedir.

Tanımlanan *ZmCA*, SA-binding protein 3 (SABP3) olarak bitki savunmasında fonksiyonel olduğu bilinen bu enzimdir. VIGS ile bir homologunun susturulduğu *Nicotiana benthamiana* genotiplerinde, Pto:avrPto kombinasyonu ile tetiklenen HR'in baskılandığı (Slaymaker ve ark. 2002), *Phytophthora infestans* büyümesinin artış gösterdiği bulunmuştur. Patates-*Phytophthora infestans* kompatibil interaksyonunda da, inokülasyonu takiben ilk 12-15 saat aralığında CA transkripsiyonu baskılanmaktadır (Restrepo ve ark. 2005). Yu ve ark. (2012) SABP3'ün *Arabidopsis* te direnç reaksiyonu pozitif regülatörü olduğunu ileri sürmektedir. Mısır-*Ps* interaksyonu RT-qPCR deneylerinde 6. saatten itibaren başlayan genel baskılanma durumu, yukarıda tanımlanan çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Şekil 2a). Bir SABP3 olarak karbonik anhidrazın çalışılan patosistem konukçu savunmasında rol oynadığı, gözlenen baskılanmanın kompatibil interaksyonda ortaya çıkan bir durum olduğu mevcut bilgilerle yapılabilecek bir değerlendirmedir.

Hem TDF olarak, hem de RT-qPCR teyidinde pas inokülasyonu ile ekspresyonu belirgin şekilde indüklenen (Şekil 2b) aldehit dehidrogenaz (AF348412.2, RF2C), interaksyonda fonksiyonel olduğu düşünülen diğer bir gen dir ve paraleli bulgular bir birçok yayında rapor edilmektedir: Wang ve ark. (2007) Çin üzümünde (*Vitis pseudoreticulata*) külleme fungusu *Uncinula necator* infeksiyonu sonrası ekspresyonu indüklenen bir *ALDH* tanımlamışlardır. Biberde *CaALDH1* geninin susturulması, hidrojen peroksit birikimiyle hücre ölümü yanıtı ve *X. campestris pv. vesicatoria*'ya direncin azalmasına neden olmaktadır (Kim ve ark. 2015). Benzer olarak, bu enzimlerin programlı hücre ölümünde rollerine bir kanıtta, pirinç hastalık lezyonu mimik mutantında (*cdr2*) yüksek seviyede *ALDH* proteinini birikiminden gelmiştir (Tsunezoka ve ark. 2005). *Arabidopsis* te artırılmış *ALDH1* ekspresyonu *Pseudomonas*

syringae pv. tomato ve *Hyaloperonospora arabidopsidis* Noco2 infeksiyonlarına duyarlılığı azaltmaktadır (Kim ve ark. 2015). Aldehit dehidrogenazların bitki stres yanıtı yollarında, özellikle de oksidatif stres oluşturanlarda önemli olduğu değerlendirilmektedir (Singh ve ark. 2013).

Ekspresyonu indüklenen üç farklı TDF sekansı halinde tanımlanan ve RT-qPCR ekspresyon teyidi yapılan (Şekil 2b) mısır *Bip2* (NM_001112424.1) geni, bulgularımızla uyumlu olarak mikrobiyal enfeksiyonlar sırasında, PR protein ekspresyonu öncesinde hızlı bir şekilde indüklenen bir mesajdır (Tsunezoka ve ark. 2005; Jelitto-Van Dooren ve ark. 1999). BiPler, ER'da yanlış katlanmış proteinlere bağlanarak degradasyonlarında, ER ilişkili apoptozis sinyali düzenlenmesi ve patojenlere immünte de rol oynayan şaperonlardır. Bip2, ekspresyonunun susturulması, PR1 sekresyonu, SAR kurulunu ve genel patojen direncini zayıflatmaktadır (Wang ve ark. 2005). Diğer çalışmalar, patojen infeksiyonlarında, savunmada rol oynayan moleküllerin sentezi ve salgılanmasının büyük ölçekli arttığını, bu sentez yolu ve fonksiyonel olan elemanlarının savunma yanıtlarında önemli olduğunu göstermektedir (Körner ve ark. 2015). Pirinçte artırılmış BiP3 ekspresyonu, immünoresptörün proses edilmesi ve stabilitesini düzenleyerek Xa21 ile sağlanan dirence katkı sağladığı ileri sürülmektedir (Park ve ark. 2010). Bu tespitler çerçevesinde, BiP'in PCD pozitif regülatörü olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca, ER protein sentezi ve işleme kapasite düzenlenmesinin, bitki savunma yanıtlarında önemli olduğu, tanımlanan BiP2'nin bu sistemin bir elemanı olarak çalışılan patosistemde fonksiyonel olduğu bulgular ışığında değerlendirilmektedir.

Oksinle baskılanan protein (ARP, EU964946.1), pas inokülasyonu ile sınırlı bir ekspresyonel değişim gösterdiği teyit edilen diğer bir gen dir. (Çizelge 2, grafiği verilmemiştir). *ARPI*'in vejetatif büyümeyle hastalık direnci/savunma yanıtları arasında ikili bir role sahip olduğu ileri sürülmektedir. *ARPI* ekspresyonu vejetatif büyümeyi negatif düzenlerken, hastalık direncinin pozitif regülatörü olduğu ve bu iki durum arasında antagonist çalışan bir integral regülatör olduğu ileri sürülmektedir (Zhao ve ark. 2014). Tanımlanan ARP'ın fonksiyonu karakterize edilmiş olmamakla birlikte, bu bilgilerle birlikte tespit edilen ekspresyonel değişim, mısır-*Ps* interaksyonunda da benzer bir role sahip ve konukçu savunmasında önemli olabileceğini göstermektedir.

Ekspresyon teyidi yapılmamış olmakla birlikte, tanımlanan diğer bir gen, GA biyosentez yolu, *ent*-kauren sentaz 2 enzimini kodlayan *An2*'dir. *Ps* inokülasyonu ile ekspresyonu indüklenen bu gen Harris ark. (2005) tarafından mısırdaki *Fusarium graminearum* inokülasyonu ile indüklendiği bulunmuştur. GA'ların hem bakteriyel, (*Xanthomonas oryzae pv. oryzae*) hem de fungal (*Magnaporthe oryzae*) patojenlerle interaksyonlarda pirinç savunma yanıtlarının negatif regülasyonunda görev aldığı ve konukçu duyarlılığının oluşumuna neden olduğu bilinmektedir (Qin ve ark. 2013). Pirinç gibi, mısırdaki da (farklı enzim olmakla birlikte) fungal patojenler, *Fusarium* ve *P. sorghi*, enfeksiyonları, GA sentez enzimi indüksiyonuyla duyarlılık ortaya çıkışını, endojen GA seviyesini yükselterek sağlıyor olabilir. Diğer tanımlanan biyotik ve abiyotik stres ilişkili genler arasında sıcaklık şoku proteinleri, *ArpP3*, tetratrikopeptide tekrar domein içeren proteinler ve SRC2, absisik asit-stres ve olgunlaşmayla indüklenen (ASR) proteinler, ribozom tekrar kullanım faktörü (RRF), büyüme düzenleyicisi faktörler de bulunmaktadır (Çizelge 2).

Sonuç olarak, sınırlı sayıda etiket çalışılmış olmakla birlikte, bitki-mikrop interaksyonlarında rol oynadığı bilinen

bir dizi genin sekans benzeri TDF tanımlanması ve bunların biyoteknolojik manipülasyonlarda kullanılabilir niteliklere sahip olması, çalışma kapsamı ve hedefi açısından önemlidir. Tanımlanan genler ve bunların muhtemel fonksiyonlarının bitki-patojen interaksyonlarında, özellikle de mısır-mısır pası uyumlu interaksyonunda gerçekleşen olayların moleküler arka planına ve manipülasyonlarına, önemleri ölçüsünde katkı sağlaması beklenmektedir.

Teşekkür

Çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi BAP projesi, 6601-FBE/19-256 kapsamında sağlanan destekle gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Bachem CWB, Van der Hoeven RS, de Bruijn SM, Vreugdenhil D, Zabeau M, Visser RGF (1996) Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP: Analysis of gene expression during potato tuber development. *The Plant Journal* 9: 745-53.
- Bigeard J, Colcombet J, Hirt H (2015) Signaling mechanisms in Pattern-Triggered Immunity (PTI). *Molecular Plant* 8: 521-539.
- Dickinson M (2005) *Molecular Plant Pathology*, pp. 160-168, BIOS Scientific Publishers. New York: Taylor & Francis Group.
- Flor HH (1971) Current status of the gene-for-gene concept. *Annual Review of Phytopathology* 9: 275-296.
- Gebrie SA (2016) Biotrophic fungi infection and plant defense mechanism. *Journal of Plant Pathology Microbiology* 7: 378-384.
- Greenberg JT (1997) Programmed cell death in plant-pathogen interactions. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48: 525-41.
- Harris LJ, Saparno A, Johnston A, Pristic S, Xu M, Allard S, Kathiresan A, Ouellet T, Peters RJ (2005) The maize *An2* gene is induced by *Fusarium* attack and encodes an ent-copalyl diphosphate synthase. *Plant Molecular Biology* 59: 881-894.
- Heath MC (2000) Hypersensitive response-related death. *Plant Molecular Biology* 44: 321-334.
- Hulbert SH (1997) Structure and evolution of the *rp1* complex conferring rust resistance in maize. *Annual Review of Phytopathology* 35(1): 293-310.
- Jelitto-Van Dooren EP, Vidal S, Denecke J (1999) Anticipating endoplasmic reticulum stress: a novel early response before pathogenesis-related gene induction. *The Plant Cell* 11: 1935-1944.
- Jones JD, Dangl JL (2006) The plant immune system. *Nature* 444: 323-329.
- Kazan K, Schenk PM, Wilson I, Manners JM (2001) DNA microarrays: New tools in the analysis of plant defense response. *Molecular Plant Pathology* 2(3): 177-185.
- Kim NK, Hwang BK (2015) Pepper aldehyde dehydrogenase CaALDH1 interacts with *Xanthomonas* effector AvrBsT and promotes effector triggered cell death and defense responses. *Journal Experimental Botany* 66(11): 3367-3380.
- Körner C, Du X, Vollmer ME, Pajeroska-Mukhtar K (2015) Endoplasmic reticulum stress signaling in plant immunity - At the crossroad of life and death. *International Journal of Molecular Sciences* 16: 26582-26598.
- Liang P, Pardee AB (1992) Differential display of eukaryotic messenger RNA by means of the polymerase chain reaction. *Science* 257: 967-971.
- Livak KJ, Schmittgen TD (2001) Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ method. *Methods* 25: 402-408.
- Lodha TD, Basak J (2012) Plant-pathogen interactions: What microarray tells about it?. *Molecular Biotechnology* 50: 87-97.
- Park CJ, Han SW, Chen X, Ronald PC (2010) Elucidation of XA21-mediated innate immunity. *Cell Microbiology* 12(8): 1017-1025.
- Qin X, Liu JH, Zhao WS, Chen XJ, Guo ZJ, Peng YL (2013) Gibberellin 20-oxidase gene *OsGA20ox3* regulates plant stature and disease development in rice. *Molecular Plant Microbe Interactions* 26: 227-239.
- Restrepo S, Myers KL, Pozo OD, Martin GB, Hart AL, Buell CR, Fry WE, Smart CD (2005) Gene profiling of a compatible interaction between *Phytophthora infestans* and *Solanum tuberosum* suggests a role for carbonic anhydrase. *Molecular Plant Microbe Interactions* 18: 913-922.
- Rezzonico F, Rupp O, Fahrentrapp J (2017) Pathogen recognition in compatible plant-microbe interactions. *Scientific Reports* 7: 63-83.
- Sahah DA, Dillard H (2006) Yield loss in sweet corn caused by *Puccinia sorghi*: A meta-analysis. *Plant Disease* 90: 1413-1418.
- Singh S, Brocker C, Koppaka V, Ying C, Jackson B, Matsumoto A, Thompson DC, Vasiliou V (2013) Aldehyde dehydrogenases in cellular responses to oxidative/electrophilic stress. *Free Radical Biology Medicine* 56: 89-101.
- Slaymaker DH, Navarre DA, Clark D, del Pozo O, Martin GB, Klessig DF (2002) The tobacco salicylic acid-binding protein 3 (SABP3) is the chloroplast carbonic anhydrase, which exhibits antioxidant activity and plays a role in the hypersensitive defense response. *The Proceedings of the National Academy of Sciences of U.S.A* 99: 11640-11645.
- Südüpak MA (2014) A cDNA-AFLP protocol with reciprocally arranged 2-enzyme sequential digestion and silver staining detection. *Turkish Journal of Biology* 38: 260-270.
- Tsunezoka H, Fujiwara M, Kawasaki T, Shimamoto K (2005) Proteome analysis of programmed cell death and defense signaling using the rice lesion mimic mutant *cdr2*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 18: 52-59.
- Wang D, Weaver ND, Kesarwani M, Dong X (2005) Induction of protein secretory pathway is required for systemic acquired resistance. *Science* 308: 1036-1040.
- Wang X, Wang Y, Hao W (2007) cDNA cloning and characterization of the novel genes related to aldehyde dehydrogenase from wild Chinese grape (*Vitis pseudoreticulata*). *DNA Sequence* 18(1): 9-18.
- Wang X, Liu T, Li C, Zhao Z (2012) Gene expression profiles in maize (*Zea mays* L.) leaves inoculation with southern corn rust (*Puccinia polysora* Underw.). *Acta Physiologiae Plantarum* 34: 997-1006.
- Wise RP, Moscou MJ, Bogdanove AJ, Whitham SA (2007) Transcript profiling in host-pathogen interactions. *Annual Review of Phytopathology* 48: 457-479.
- Yu M, Yun BW, Spoel SH, Loake GJ (2012) A sleigh ride through the SNO: Regulation of plant immune function by protein S-nitrosylation. *Current Opinion Plant Biology* 15: 424-430.
- Zhao Y, Li C, Ge J, Xu M, Zhu Q, Wu T, Guo A, Xie J, Dong H (2014) Recessive mutation identifies auxin-repressed protein ARP1, which regulates growth and disease resistance in tobacco. *Molecular Plant Microbe Interaction* 27(7): 638-654.



Antalya Demre ilçesinde faaliyet gösteren seraların yapısal özellikleri üzerine bir araştırma

A research on the structural properties of greenhouses in Demre district of Antalya

İlker KILIÇ¹, Büşra YAYLI¹, Ayşegül DANABAŞ¹

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Kılıç, e-posta (e-mail): ikilic@uludag.edu.tr
Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): busrayayli@uludag.edu.tr, aysgldnbs@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 16 Mayıs 2020
Kabul tarihi 20 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

Antalya
Sera
Konstrüksiyon
Sera boyutları
Yapı elemanları

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya ili Demre ilçesinde faaliyet gösteren seraların işletme, yapısal ve teknik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, bölgede 50 adet serada, işletme sahipleriyle bire bir yapılan anket çalışması ile veriler elde edilmiştir. Yapılan anket sonuçlarına göre Demre ilçesinde incelenen 50 adet işletmenin %64'ü sera ve %36'sı yüksek tünel seralardan oluşmaktadır. Sera işletme sahiplerinin %70'inin eğitim düzeyi ilköğretim seviyesidir ve incelenen tüm işletmelerde aile işletmeciliği yapılmaktadır. Seraların konstrüksiyon sistemi incelendiğinde tamamının çelik profillerden yapıldığı ve %78'inin plastik örtü materyali ile kaplandığı gözlemlenmiştir. İşletmelerin boyutsal özelliklerinin uzunluk ve yüksekliklerinin literatürdeki değerlerle uyumlu olduğu fakat sera genişliğinin literatürdeki değerlerden yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 18 February 2020
Received in revised form 16 May 2020
Accepted 20 May 2020

Keywords:

Antalya
Greenhouse
Construction
Greenhouse dimensions
Construction elements

ABSTRACT

In this paper, it is aimed to determine the current status of the structural properties of greenhouses operating in Demre district of Antalya province. For this purpose, data were obtained through a one-on-one survey study with operations' owners of 50 greenhouses in the region. According to the survey results, it was determined that of those 50 greenhouses examined in Demre district 64% are greenhouse and 36% are high tunnel greenhouse. The education level of 70% of greenhouse owners is the primary level, and family management is carried out in all the operations. When the construction system of the greenhouses is examined, it is observed that all of them are made of steel profile, and 78% of them are made of plastic cover material. It has been demonstrated that the length and height of the dimensional properties of the greenhouses are compatible with the values in the literature. On the other hand, greenhouse width is wider than the values cited in the literature.

1. Giriş

Türkiye'de nüfusun artışıyla birlikte tarımsal ürün tüketim miktarında artış, çeşitli nedenlerle tarımsal arazilerin küçülmesi, kırsal alanlardan kente göçlerin artması gibi sebepler ile seracılık daha önemli bir noktaya gelmiştir. Seralar; iklimsel çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan, sıcaklık, ışık ve nem gibi faktörlerin kontrol altında tutulmasıyla bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileriyle, bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak ve sergilemek amacıyla, cam, plastik vb. ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik şekillerde yapılan bitkisel üretim yapılarıdır (Öneş 1986; Yağanoğlu ve Örüng 1997; Yüksel 2000; Genç ve ark. 2010).

Örtüaltı tarımında kullanılan yapılar alçak plastik tüneller, yüksek plastik tüneller ve seralar olmak üzere üç grupta incelenmektedir. Fakat bitki yetiştirilebilmesi için çevre koşullarının olumsuz etkilerini kısmen ortadan kaldıran alçak ve yüksek tüneller, sera olarak nitelendirilmemektedir (Topçuoğlu 2013).

Günümüz Türkiye'sinde 61512 hektar olan örtüaltı yetiştiricilik alanlarının 8074 hektarı cam ve 27866 hektarı plastik örtülü seralardır. Halen kullanılan cam seraların oranı %22, plastik sera oranı ise %78'dir. Örtüaltı seracılığın %84'ü Akdeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (Baytorun 2016).

Türkiye’de seracılığın son 10 yılda gelişmesiyle birlikte işletme büyüklükleri taban alanı olarak ortalama 2 dekaradan 4 dekara kadar çıkmıştır. Toplam sera varlığı olarak üretim alanı ise yaklaşık 790 bin dekarlık bir seviyeye ulaşmıştır. Niteliklerine göre cam sera 75495 dekar, plastik sera 378670 dekar, yüksek sera 111038 dekar ve alçak tünel 224400 dekarlık alanı kapsamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı 2019). Antalya ili hem Akdeniz bölgesinin hem de Türkiye’nin örtüaltı yetiştiriciliğinde ilk sırada gelmektedir (Çizelge 1). Hem ülke genelinde hem de Akdeniz bölgesinde en fazla üretim yapan şehir %48’lik oran (3.8 milyon ton) ile Antalya’dır. Ülkemizin seracılıkta önde gelen diğer illeri sırası ile Mersin (%16), Adana (%13) ve Muğla (%9)’dır (Tarım ve Orman Bakanlığı 2019). Bu durum Akdeniz bölgesinin seracılık açısından önemli bir merkez konumunda olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Bazı illerin örtüaltı alanları (TUİK 2019).

Table 1. Areas of greenhouses by some provinces (TUİK 2019).

Şehir	Örtüaltı tarım alanı (da)
Türkiye	789.604
Antalya	286.522
Mersin	201.060
Adana	160.493
Muğla	39.048
İzmir	14.016
Aydın	12.717
Hatay	11.456
Burdur	9.843
Isparta	4.942
Amasya	4.881

Günümüzde, gerek birim alandan alınan ürün miktarında artış gerekse sera içerisindeki sıcaklık koşullarının kontrol altında tutulması, seraları modern üretim alanları haline getirmiştir. Türkiye’nin Akdeniz ve Ege Bölgesi’ndeki sera alanları iç tüketim potansiyelini karşılamakta her ne kadar yeterli olsa da tarım alanlarının gerek yerleşim olarak gerekse sanayi alanı veya turizm alanı olarak kullanılmasından dolayı gün geçtikçe azalmaktadır (Saltuk ve ark. 2019).

Kuruldukları bölgenin mikroklima koşullarına, toprak yapısına, yetiştirilen ürünlere ve maddi imkânlarına göre seralar yapısal özellikleri açısından birbirlerinden farklılık göstermektedir. Sera yapı elemanları temel, konstrüksiyon elemanları ve çatı olarak sınıflandırılabilir ve bu elemanların seçilmesinde ve inşasında bölgenin iklim durumu, yetiştirilmek istenen bitkinin türü, seracılık işletmesinin büyüklüğü ve işletmenin çeşidi dikkate alınmaktadır (Genç Ziraat 2019).

Seralardan kaliteli yüksek verimin elde edilebilmesi için; iç ortam sıcaklıklarının kontrol edilmesi oldukça önemlidir. Örneğin; sera dış sıcaklık değerleri 0-12°C arasında ise sera içinde ısıtma, 12-22°C arasında ise sera içi doğal havalandırma, 22-27°C arasında ise mekanik havalandırma ve/veya soğutma yapılmalıdır (Von Zabeltitz 2011).

Olumsuz çevre koşullarında daha çok cam sera yaygınlık gösterirken, ılıman iklimlerde örtü materyali olarak plastik örtü tercih edilmektedir. Fakat ülkemizde plastik örtü materyalleri daha ekonomik olduğundan dolayı kullanımı daha yaygındır ve genelde polietilen malzeme kullanılmaktadır. Ülke genelindeki seraların %10’u cam sera, %48’i plastik sera, %14’ü yüksek tünel ve %28’i ise alçak tünelidir (TUİK 2019).

Seralarda yeterli ışığın gelmesi ve azami ısınmanın sağlanabilmesi için seraların kuruluş yönleri önemlidir. Bu nedenle seraların uzun ekseninin güneş ışınlarında en fazla oranda yararlanabilmek için güneş ışığı yetersiz olan yerlerde doğu-batı yönünde ve güneş ışığının fazla olduğu bölgelerde ise kuzey-güney doğrultusunda kurulmalı; bitki sıralarının ise birbirlerine gölge oluşturmayacak şekilde kuzey-güney yönünde yerleştirilmesi daha yararlı olmaktadır (TÜRKTOP 2012; Olgun 2016).

Sera örtü materyallerinde ve iç ortamda yoğunlaşma olmaması için iç ortam hava sıcaklığının ve bağıl nem oranının düşük seviyede tutulması ve ortam havasında CO₂ konsantrasyonunun üretimi yapılan ürünler için belirli bir düzeyde tutulabilmesi amacıyla havalandırma yapılmaktadır (Güllüler 2007). Havalandırma, seralarda bulunan havalandırma açıklıkları ile doğal yolla yapılabildiği gibi, doğal havalandırmanın yetersiz olduğu bölgelerde mekanik olarak da gerçekleştirilebilmektedir.

Doğal havalandırma yönteminde havalandırma açıklıkları genellikle seraların yan duvarlarında ya da çatılarında bulunan pencereler şeklinde uygulanmaktadır. Fakat doğal havalandırma için çatı pencerelerini kullanmak daha etkili bir yöntemdir. Soğuk bölgelerde kurulu olan seralarda çatı pencereleri daha küçüktür. Çatı pencerelerinin açılıp kapanabilmeleri için farklı tipte sistemler kullanıldığı gibi en az yatay yüzey ile 15° açı yapacak şekilde kurulmalıdır. Yeterli bir havalandırma için çatı pencerelerinin toplam alanı, seranın sahip olduğu taban alanının %16-20’si kadar olması önerilmektedir (Genç 1981; Yüksel ve Yüksel 2012). Yan duvar pencerelerinin toplam alanı ise çatı pencerelerin 2/3’ü kadar olmalıdır. İçeriye ve dışarıya doğru açılıp kapanabilmekle birlikte düşeyle 70°lik açı yapacak şekilde açılmalıdır (Yüksel ve Yüksel 2012).

Seralarda mekanik havalandırma yöntemleri olarak genellikle emici, basıncı ve kombine tipte havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Emici tip havalandırma sistemleri daha çok plastik seralarda kullanılırken, basıncı tip havalandırma sistemleri ise daha çok fide yetiştirme seralarında ya da bireysel seralarda kullanılmaktadır (Olgun 2016).

Bu çalışmada Antalya’nın Demre ilçesinde bulunan 50 adet seracılık işletme sahipleri ile yüz yüze anketler yapılmıştır. Anketler sonucunda bölgedeki seraların işletme, yapısal ve teknik özellikleri belirlenmiştir ve belirlenen sorunlara yönelik öneriler sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Antalya ili Demre ilçesinde 2018 yılının Haziran-Aralık aylarında yürütülmüştür. Anket çalışması yapılan Demre ilçesi haritası Şekil 1’de verilmiştir (Google Haritalar 2019). Demre ilçesi Antalya’nın batısında Finike ve Kaş ilçeleri arasında yer almaktadır. İlçe halkının geçim kaynağı çoğunlukla tarımdır. Demre ilçesinde toplam 20000 dekarlık kapalı sera alanı bulunmaktadır. Demre ilçesinin özellikle yurt içinde turfanda sebze konusunda sahip olduğu pazar büyüktür ve örtüaltı sebzeçiliğe ait bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir (T.C. Demre Kaymakamlığı 2019).

Çalışmanın materyali için Demre ilçesinde sera yetiştiriciliği yapan ve bölgeyi temsil eder nitelikte 50 adet işletme seçilmiştir. İşletme sahipleri ile yüz yüze yapılan anket çalışmaları sonucunda işletmelerin işletme, yapısal ve teknik özellikleri belirlenmiştir. Anket değerlendirmelerinde belirlenen sorunlara yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.



Şekil 1. Antalya/Demre ilçesi konumu (Google Haritalar 2019).

Figure 1. Antalya/Demre district location (Google Haritalar 2019).

Çizelge 2. Demre ilçesine ait örtüaltı sebze yıllık üretim değerleri.

Table 2. Annual production values of greenhouse vegetables in Demre district.

Ürün Adı	Ekili/Dikili Alan (da)	Dekara Verim (ton yıl ⁻¹)	Yıllık Toplam Üretim (ton)
Domates	12000	17.5	210000
Biber	7000	14	100500
Hıyar	625	20	12500
Patlıcan	35	16	560
Kabak	340	16	5440
Toplam	20000		329000

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İncelenen işletmelere ve işletme sahiplerine ilişkin genel bilgiler

Çalışmanın arazi çalışmalarında işletme sahipleri ile yüz yüze yapılan anketler ile elde edilen genel bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir. Antalya ili Demre ilçesinde faaliyet gösteren sera işletmeleri içerisinde anket yapılan işletme sahiplerinin %70'inin ilkökul, %24'ünün ortaokul ve %6'sının lise mezunu olduğu belirlenmiştir. Türkyay ve ark. (2006) tarafından Anamur ilçesinde bulunan sera sahipleri ile yaptıkları anket çalışmasında, incelenen işletme sahiplerinin %48'inin ilkökul mezunu olduğunu ve bu oranın en yüksek değer olduğunu belirtmişlerdir. Tüzel ve ark. (2010) ise Antalya ili Serik ilçesinde yaptıkları anket çalışmasında incelenen geleneksel seraların sahiplerinin %90 oranında ilkökul mezunu olduklarını bulmuşlardır. Çalışmada yapılan arazi incelemelerinde geçimini tarımdan sağlayan üreticilerin büyük bir kısmının, ilkökul mezunu olduğu gözlemlenmiştir. İşletme sahiplerinin genellikle ilkökul mezunu olması ve geleneksel olarak seracılık faaliyetlerini gerçekleştirmelerinden dolayı bir önceki nesilden nasıl öğrenildiyse seracılık faaliyetlerine o şekilde devam edilmektedir. Eğitim seviyesinin düşüklüğü, yeniliğe kapalı olmalarına neden olmakla birlikte modern ve son tekniklerden haberdar olsalar dahi bunları seralarına uygulamakta çekinmektedirler. Bu durum gelişen sera teknolojisinin uygulamaya yansımamasına, işgücünün azalıp birim alandan verimliliğin artmasına engel olmaktadır.

Çalışmada anket yapılan işletmelerin tümünün (%100) aile işletmesi olarak üretim yaptıkları belirlenmiştir. Benzer şekilde incelenen işletmelerin %98'inin projersiz yapıldığı ve %2'sinin projeli olarak inşa edildiği belirlenmiştir. Bu durumda incelenen

işletmelerin sadece biri sera kurulumu konusunda bilgi sahibi profesyonel kişilerin uzmanlıklarına başvurduğu söylenebilir. Bu nedenle sera içi iklimsel çevre koşullarının optimum seviyelerde tutulması projeli olarak yapılan serada daha kolay ve maliyetsiz olacağı düşünülebilir. Projersiz yapılan seraların %52'sinde sera kurulurken bazı işletmelerin işletme sahibinin kendi fikri veya önceki deneyimlerine bağlı olarak inşa edildiği belirlenirken %48'inde ise çevrede kurulu bulunan seraların örnek alınarak inşa edildiği belirlenmiştir.

Çalışmada incelenen seracılık işletmelerinin tamamının aile işletmesi olmasına rağmen %14'ünün işçi çalıştırdığı belirlenmiştir. İncelenen seraların %86'sında ise aile bireyleri çalışmaktadır. İşçi çalıştıran işletmelerde çoğunlukla bir işçi çalıştırıldığı, bir işletmede 2 işçi ve bir işletmede de 3 işçi çalıştırıldığı tespit edilmiştir.

İncelenen seralarda elde edilen tarımsal ürünlerin pazarlanmasında üreticiler farklı seçenekleri kullandıkları belirlenmiştir. Çalışmada anket yapılan seraların %50'sinin komisyoncular aracılığıyla yurtdışına, %42'sinin hem yurtiçine hem de yurtdışına ve sadece %8'sinin yurtiçine farklı pazarlama yöntemleriyle sattıkları görülmüştür. Tüzel ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada Serik ilçesinde faaliyet gösteren modern seraların tamamına yakınının ürettikleri ürünleri ihracata gönderildiğini belirlemişlerdir.

Çalışmada incelenen seracılık işletme sahiplerinin %72'sinin 15 yıldan daha fazla bu işle uğraştığı tespit edilmiştir ve %40'nın aynı serada 15 yıldan daha fazla süredir işletmecilik yaptığı görülmüştür. İncelenen seracılık işletmelerinin %14'ünde işletme sahipleri 5-10 yıl arası ve %8'inde ise 10-15 yıl arası deneyime sahiptir. Sadece %6'sının ise bu işe yeni başladıkları tespit edilmiştir. İşletme sahiplerinin seracılıkla uzun yıllar boyunca uğraşması bu işle ilgili deneyim sahibi

olduklarını göstermektedir. Benzer şekilde aynı seranın uzun yıllar boyunca aynı işletme sahibi tarafından işletilmesi seranın yapısal özelliklerinin daha iyi tanınmasını ve bu durumun üretim verimliliğine olumlu etkisinin olacağı düşünülmektedir. [Tüzel ve ark. \(2010\)](#) çalışmalarında bu çalışma ile benzer şekilde Serik ilçesinde seracılıkla uğraşan geleneksel üreticilerin %50'sinin 15 yıldan fazla süredir seracılıkla uğraştıklarını belirlemişlerdir. [Çanakcı ve Akıncı \(2007\)](#) ve [Gale ve ark. \(2014\)](#) Antalya bölgesinde yaptıkları çalışma da bu bölgede seracılık faaliyetlerinin ikinci ve üçüncü kuşak aile bireyleri tarafından yapıldığını ve işletme sahiplerinin 15 yıldan daha uzun süredir bu işle uğraştıklarını bildirmişlerdir.

3.2. İncelenen seraların boyutsal özellikleri

Çalışmada incelenen seraların boyutsal özellikleri [Çizelge 4](#)'te verilmiştir. İşletmelerin sera boyutları lazermetre yardımıyla ölçülmüştür. Buna göre incelenen seraların genişlikleri 11-80 m, yükseklikleri 1-9 m, uzunlukları 30-150 m ve yan duvar yükseklikleri 2-4 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada en sık karşılan genişlik aralığı 21-40 m olup genel olarak ortalama sera genişliği 23.8 m'dir. Ayrıca çatı genişliği kriteri de dikkate alındığında seraların genişliğinin cam seralarda 9-12 m, plastik seralarda 6-9 m arasında olmalıdır ([Yüksel ve Yüksel 2012](#)). [Hakgören ve Kürklü \(2004\)](#), eşlenik çatılı bireysel seralarda sera genişliğinin 3-23 m arasında planlanabilir olduğunu ve 45-50 m'den uzun

seraların işçilik maliyetlerini artırması nedeniyle önerilmediğini bildirmektedir. İncelenen seralarda mahya yüksekliğinin %67 oranında 3 ile 6 m arasında değişmektedir. Yan duvar yükseklikleri ise %64 oranıyla 2-4 m'dir. [Yüksel ve Yüksel \(2012\)](#) yan duvar yüksekliğinin, seraların ısı kaybı dikkate alınarak soğuk bölgelerde 210-220 cm, ılıman bölgelerde 220-250 cm ve sıcak bölgelerde 250-300 cm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

[Saltuk \(2018\)](#) tarafından Mersin ilinde yapılan çalışmada, sera kurulumunda yaşanan bilgi eksikliğinin seraları kötü tasarlanmış tarımsal üretim yapılarına dönüştürdüğünü bildirilmiştir.

Çalışmada anket yapılan seraların uzunluklarının en çok 31-60 m arasında değişmektedir. Buna karşın [Yağanoğlu \(2013\)](#), seraların ısıtma ve havalandırma gereksinimleri açısından sera uzunluğunun 50-60 m arasında olmasının uygun olacağını belirtmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar ışığında, çalışmada incelenen seraların, toplam genişliklerinin iki adet blok sera dışındaki tekil seralarda önerilen sınır değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Sera uzunluklarının bazı araştırmacıların önerdiği değerlere uygunken, bazı araştırmacıların önerdiği değerlerin ise üstünde olduğu belirlenmiştir. Sera yükseklik ve yan duvar yüksekliklerinin ise literatürde önerilen yükseklik değerleri ile uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. İşletmeler ile ilgili genel bilgiler.

Table 3. General information about enterprises.

İşletmelere ait genel bilgiler	Seçenekler	İşletme Sayısı	
		Adet	Yüzde (%)
İşletme sahibi eğitim durumu	İlköğretim	35	70
	Ortaöğretim	12	24
	Lise	3	6
	Üniversite	-	-
İşletmenin yapısı	Aile İşletmesi	50	100
	Ortaklık İşletmesi	-	-
	Hibe Destekli İşletme	-	-
Proje durumu	Projeli	1	2
	Projesiz	49	98
İşletmede Çalışan İşçi Durumu	Evet	7	14
	Hayır	43	86
İşletmede Çalışan İşçi Sayısı	0-1	5	72
	1.1-2	1	14
	2.1-3	1	14
Ürünlerin Pazarlanması	Yurtiçi	4	8
	Yurtdışı	25	50
	Karma	21	42
Seracılıkla ilgili deneyim	1-5 yıl	3	6
	5-10 yıl	7	14
	10-15 yıl	4	8
	15 yıl <	36	72
Seranın işletilme süresi	1-5 yıl	9	18
	5-10 yıl	6	12
	10-15 yıl	15	30
	15 yıl <	20	40

Çizelge 4. İncelenen seraların boyutsal özellikleri.**Table 4.** Dimensional properties of the monitored greenhouses.

Parametre	Boyutlar	Sera sayısı	Yüzde (%)
Genişlik	≤20	23	46
	21-40	24	48
	41-60	2	4
	61-80	1	2
Yükseklik	≤3	16	32
	3.1-6	33	67
	6.1-9	1	2
Uzunluk	≤30	1	2
	31-60	23	46
	61-90	21	42
	91-120	4	8
	121-150	1	2
Yan Duvar Yüksekliği	≤2	18	36
	2.1-4	32	64

3.3. İncelenen seraların yapısal özellikleri ile ilgili bilgiler

Bir seranın yapısal olarak en önemli özelliği seranın yapısal elemanlarının kendi ağırlığı ile birlikte üzerine etki etme olasılığı bulunan yükleri rijitliğini bozmadan taşıyabilmesidir. İncelenen seralara ait genel yapısal özellikler Çizelge 5’de verilmiştir. Seralarda iskelet malzemesi olarak tek organik madde olan ahşap malzemeden çok eski zamanlardan beri yararlanılmaktadır. Fakat 1990’lı yıllardan beri ahşap sera malzemesi kullanılmamakla birlikte hafif ve dış hava koşullarından çok etkilenmeyen çelik profiller, alüminyum ve alaşımları günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. İncelenen seraların tamamında konstrüksiyon malzemesi olarak çeşitli boy ve kesitlerde çelik profiller kullanılmıştır.

Seralarda yetiştiricilik türü, yerleşim yerinin iklim koşulları, işletme sahibinin tercihi, işletmenin ekonomik gücü, işletmenin alet ve ekipman olanakları gibi sebeplerle sera tipleri farklılık gösterebilmektedir (Yüksel ve Yüksel 2012). İncelenen seralar, kuruluş şekillerine göre değerlendirildiğinde %36’sı yüksek tünel ve %64’ü seradır. Boyacı (2018), Kırşehir’de yapmış olduğu bir çalışmada sera ve yüksek tünel işletmelerinin bulunduğu işletmeleri incelemiştir. İncelediği 10 adet sera işletmesinin %60’ının ve 15 adet yüksek tünel işletmesinin ise %20’sinin 0-5 yıl arasında yetiştiricilik yaptığını belirtmiştir. Bunun sebebinin Türkiye’nin güneyinde başlayan ve örtüaltı tarımının yoğun olarak yapıldığı Antalya ilinde üreticilerin çoğunluğu tecrübe sahibi iken Kırşehir ilinde sera ve yüksek tünelde yetiştiricilik tecrübesinde yeni olduklarını belirtmiştir.

Seralarda çatı ve iskeletlerin örtü malzemesi olarak plastik ve cam malzemeler kullanılmaktadır. Plastik örtü malzemesi ekonomik olduğundan dolayı en yaygın kullanılan materyaldir. Plastik örtü malzemesi olarak polietilen plastiklerden UV, IR ve antifog katkılı plastikler uzun ömürlü olmaları nedeniyle üreticiler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Saltuk 2005). İncelenen seralarda örtü malzemesi olarak %78 oranında plastik örtülü seralar kullanılmıştır. Kullanılan plastik materyal incelendiğinde ise %90 UV+IR+EVA katkılı polietilen plastik örtünün kullanıldığı belirlenmiştir. Fenkli ve Filiz (2013), Batı Akdeniz bölgesindeki seralarda yaptıkları çalışmada incelenen seraların %64.6’sının plastik örtü malzemesi kullanılarak inşa edildiğini tespit etmişlerdir.

3.4. İncelenen işletmelerin yapı elemanları ile ilgili bilgiler

Seranın yapısal elemanları seranın kurulmak istendiği iklim koşullarına, yetiştirilecek bitkinin türüne, işletme büyüklük ve tipine bağlı olarak önem kazanmaktadır (Arıcı 2003). Seranın çatı örtüsü hafif olsa da temelinin iklim koşullarına karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Çatı üzerinde örtü malzemesinin ve merteklerin yüklerini çatı makaslarına ileten aşıklar, seraların tasarımında önemli taşıyıcı yapısal elemanlardır. İncelenen seralarda aşıkların uzunlukları 40’tan az ve 200’den fazla olacak şekilde çeşitli sayılarda inşa edilmiştir. Seralarda en yaygın (%26 oranında) 41-80 adet aralığında aşıklar bulunmaktadır (Çizelge 6).

Seralarda havalandırma sistemi doğal ve mekanik havalandırma şeklinde uygulanmaktadır. İncelenen 50 adet serada doğal havalandırma, havalandırma açıklıkları ile gerçekleştirilmektedir. Doğal havalandırma sistemlerinde havalandırma işlemi sera yan duvarları ve çatılarında bulunan pencerelerden gerçekleştirilir. İyi bir havalandırma yapılabilmesi için seranın, pencere toplam alanının sera taban alanının %16-25’i arasında olması gerekir (Kolay 2016). Pencereler, sera iç ortamındaki oksijen dengesi ve CO₂ miktarının azalması, fazla ısı ve nemin optimum değerlerde tutulmasını sağlamak için gerekli doğal havalandırma sağlamaları açısından önemli yapı elemanlarıdır (Fenkli 2012). Çalışmada incelenen seraların havalandırma açıklıklarının eni 0.45-2 m, boyu 0.50-2 m ve açıklıkları 0.30-2 m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Pencerelerin boyutları ise en 1-2 m ve boy 0.50-1.51 m aralarında değişiklik göstermektedir.

Seralarda kapılar iş girişi çıkışı sağlayan, doğal ışığı geçiren saydam örtülü yapı elemanıdır. Seralarda kapıların genişliği 90-180 cm ve yükseklik 200 cm olmalıdır (Yüksel ve Yüksel 2012). İncelenen seralarda kapıların genişliği 1-3 m ve boyları 1-3 m arasında değişmekte olduğu gözlemlenmiştir.

3.5. İncelenen işletmelerde seraların bakımı ile ilgili bilgiler

Seralarda kullanım ömrü ilerledikçe hem sera iç ortamında hem de sera örtü malzemesinde yıpranmalar meydana gelmektedir. Seraları daha uzun ve verimli kullanılabilmesi için düzenli olarak bakım ve onarım çalışmalarının yapılması

gerekmektedir (Güllüler 2007). Modern seralarda yapılan üretim çok verimli olmaktadır. Bunun yanında seralardaki plastik örtünün bertaraf edilmesi önemli bir sorun olmaktadır ve çevresel etkileri giderek artmaktadır (Atılğan ve ark. 2014). Anket çalışması yapılan seralarda plastik örtü materyali kullanan seralarda örtülerin yenilenme sürelerinin 1-3 yıl arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 7). İşletmelerin %76'sı örtü malzemelerini 3 yılda bir yenilemektedirler. Cam

örtü materyali kullanan seralarda ise seraların %55'inin örtü materyallerinin bakımlarının 3 yıldan fazla sürelerle yapıldığı belirlenmiştir. İncelenen seralarda işletme sahipleri seraların temizliklerinde farklı yöntemler uygulamakta oldukları gözlemlenmiştir. Seraların %30'unda sera örtü malzemesi basınçlı su ile yıkanarak temizlenirken, seraların %70'inde ise işletme sahiplerinin sera örtü malzemelerinin yıkanması için yağmurun yağmasını beklemektedir.

Çizelge 5. İşletmenin yapısal özellikleri ile ilgili bilgiler.

Table 5. Information about the structural features of the enterprises.

İşletmelere ait genel bilgiler	Seçenekler	İşletme Sayısı	
		Adet	Yüzde (%)
Sera konstrüksiyon malzemesi	Ahşap	-	-
	Çelik	50	100
	Galvanize Demir	-	-
	Hava şişirmeli sera	-	-
	Alüminyum	-	-
Sera yapısı çeşidi	Alçak Tünel	-	-
	Yüksek Tünel	18	36
	Sera	32	64
Sera örtü malzemesi	Cam	8	16
	Plastik	39	78
	Cam-Plastik	3	6
Serada kullanılan plastik örtü malzemesi	Polietilen	2	5
	UV Katkılı Polietilen	1	2
	UV+IR+EVA Katkılı Polietilen	38	90
	Antifog Polietilen	1	2

Çizelge 6. İncelenen seraların yapı elemanlarının boyutsal özellikleri.

Table 6. Dimensional properties of the structural elements of the greenhouses monitored.

Yapı Elemanı	Seçenekler	Sera sayısı	Yüzde (%)
Aşık Sayısı (adet)	≤40	1	2
	41-80	13	26
	81-120	12	24
	121-160	7	14
	161-200	6	12
	200<	11	22
Pencere	En (m)	≤1	4
		1.1-2	46
	Boy (m)	≤50	29
		51-100	20
Kapı	Genişlik (m)	100-151	1
		≤1	7
		1.1-2	20
	2.1-3	23	
Boy (m)	≤1	-	
	1.1-2	25	
	2.1-3	25	
Havalandırma Açıklığı	En (m)	≤1	16
		1.1-2	1
	Boy (m)	≤1	9
		1.1-2	6
	Açıklık (m)	≤1	23
		1.1-2	0

Çizelge 7. Yapı elemanlarının yenilenmesi ve bakımı ile ilgili bilgiler.**Table 7.** Information on the renewal and maintenance of structural elements.

Bakım İle ilgili Sorular	Seçenekler	İşletme Sayısı	
		Adet	Yüzde (%)
Plastik örtü malzemesinin yenilenme süresi (yıl)	1	-	-
	2	5	12
	3	32	76
	3<	5	12
Cam örtü malzemesinin bakım sıklığı (yıl)	1	-	-
	2	3	27
	3	2	18
	3<	6	55
Sera örtü malzemesinin temizlenme şekli	Basıncılı su ile yıkıyorum.	15	30
	Sera üstü spring sistemi ile yıkıyorum.	-	-
	Temizlenmesi için yağmurların yağmasını bekliyorum.	35	70
	Diğer	-	-

4. Sonuç

Antalya ili Demre ilçesinde incelenen seraların yapısal özellikleri işletme sahipleriyle yüz yüze yapılan anketler sonucunda ortaya konulmuştur. İşletme sahiplerinin %72'sinin 15 yıldan fazla deneyim sahibi olduğu göz önüne alınarak çoğunluğunun ilkököl mezunu olduğu ve seralarını uzman kişilerden yardım almadan projersiz bir şekilde inşa edildiği belirlenmiştir. Geleneksel olarak inşa edilen seraların ileriye yönelik düşünüldüğünde yapısal sorunların oluşacağı ve verimin düşebileceği göz önüne alınarak tedbirlerin alınması önemlidir.

İncelenen seraların tamamı aile işletmesi olarak işletilmektedir. Yetiştirilen ürünler çoğunlukla yurt dışına olmak üzere yurt içine de ürün pazarlanarak hem bölgesel hem ulusal ekonomik katkı sağlanmaktadır.

İncelenen seralarda boyutsal özellikleri ortalama olarak genişlik 23.7 m, uzunluk 64.8 m, yükseklik 3.6 m ve yan duvar yüksekliği 2.3 m'dir. Genel olarak tekil seraların boyutları literatürdeki optimum değerler ile karşılaştırılınca uzunluk ve yükseklik değerlerinin normal değerler ile örtüşürken genişlik boyutları literatürdeki değerlerin üzerinde gözlemlenmiştir. Bu durum seraların ısıtması için tüketilecek olan dizel yakıtı artıracak ve dolayısıyla enerji maliyetleri de artmış olacaktır.

Antalya'nın ikliminden dolayı sera örtü malzemesi olarak plastik, yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik materyali içerisinden ise işletmelerin %90'ının UV (ultraviyole) + IR (infrared) + EVA (Ethylene Vinyl Acetate) katkılı polietilen malzemesi kullandığı belirlenmiştir. Seralarda kullanılan iskelet sistemi incelendiğinde, tamamında çelik profil kullanılırken seraların %64'ü sera, %36'sı ise yüksek tünel şeklinde işletilmektedir. İncelenen seralarda kullanılan örtü malzemeleri, bölgenin iklim özelliklerine uyumludur ve IR katkısı olması güneşin olumsuz etkilerine karşı plastik örtü malzemesini koruyarak uzun süre kullanımına olanak sağlayacaktır.

İncelenen seralarda kullanılan aşık, mertekler, kapı ve pencereler ile havalandırma açıklarında kullanılan yapı malzemesi ve boyutlar genel anlamda literatürde seralar için önerilen özellikleri karşılamaktadır. Ancak havalandırma açıklıklarının açılması ve kapanması işlemlerinde manuel işletimden ise otomasyon ile işletilmesi iç ortamdaki temiz hava ve CO₂ miktarı için oldukça önem taşımaktadır.

Demre ilçesinde incelenen plastik örtü materyalini kullanan seraların %76'sı örtü materyallerini 3 yılda yenilemektedir.

Plastiklerin ömürleri 6 ay ile 3 yıl arasında değiştiğinden dolayı yenileme süreleri idealdir. Cam örtü malzemesi kullanan seraların %55'inde ise bakımlarının 3 yıldan fazla süre aralıklarla yapıldığı gözlemlenmiştir. Sera işletme sahipleri ekonomik olması ve iş gücü gerekmediğinden dolayı genel olarak seralarının yıkanması için yağmurun yağmasını beklemektedir.

Sonuç olarak, seracılık faaliyetlerinden beklenen ekonomik kazanımları sağlayabilmek için planlamadan, projelene ve inşasına kadar olan tüm aşamalarında geleneksel inşa yaklaşımından vazgeçilmesi ve konuyla ilgili eğitim almış uzmanların görüşleri doğrultusunda inşa edilmesi gerekir. Ancak bu yol ile ekonomik olarak rakip ülkelerle rekabet edebilecek ürün verimi ve karlılık oranını yakalayabiliriz.

Kaynaklar

- Arıcı İ (2003) Sera Yapım Tekniği. IV. Baskı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Bursa.
- Atılğan A, Oz H, Yılmaz, HI, Uzer H (2014) Determination of current status in the resulting of waste materials from production of greenhouse and its environmental interaction. 13th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings. Jelgava, Latvia. Volume 13, s. 120-125.
- Baytorun AN (2016) Seralar, Sera Tipleri, Donanım ve İklimlendirilmesi. 1.Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Boyacı S (2018) Kırşehir ilindeki sera ve yüksek tünellerin mevcut durumu üzerine bir araştırma. Mediterranean Agricultural Sciences 31(2): 129-136.
- Çanakcı M, Akıncı İ (2007) Antalya ili seralarında kullanılan havalandırma ve ısıtma sistemleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2): 241-252.
- Fenkli M (2012) Antalya yöresindeki seralarda dinamik dış yüklerden dolayı meydana gelen konstrüksiyon hasarlarının tespiti ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Fenkli M, Filiz M (2013) Batı Akdeniz bölgesi sera yapılarının yapısal karakteristiklerinin incelenmesi. SDU International Journal of Technological Science 5(2): 114-121.
- Google Haritalar (2019) Antalya Haritası. <https://www.google.com/maps/place/Demre,+Antalya/@36.238852,9.29,9166509,12.5z/data=!4m5!3m4!1s0x14c1f2125d67bfbfd:0xda7c5f586d1b7586!8m2!3d36.244444!4d29.987479>. Erişim 10 Şubat 2019.

- Gale U, Tüzel Y, Öztekin GB (2014) Antalya'nın Kepez ilçesinde geleneksel sera üretiminin özellikleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 1(1): 68-77.
- Genç E (1981) Seralarımızda Isıtma, Havalandırma (Klima) Özellikleri ve Alınabilecek Tedbirler. I. Türkiye Seracılık Kongresi, Antalya, s. 63-68.
- Genç Ö, Yüksel AN, Şişman CB, Gezer E (2010) Balıkesir koşullarında sera ısı gereksinimlerinin belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24: 73-84.
- Genç Ziraat (2019) Seralarda Kullanılan Yapı Malzemeleri ve Seralarda Yapı Elemanları. <http://www.gencziraat.com/sera-planlamasi/seralarda-kullanilan-yapi-malzemeleri-ve-seralarda-yapi-elemanlari.html>. Erişim 12 Şubat 2019.
- Güllüler F (2007) Adana ili ve ilçelerindeki seraların yapısal özelliklerinin incelenmesi ve T.S.E standartlarına uygunluğunun araştırılması. Yüksek lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hakgören F, Kürklü A (2004) Sera Planlaması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Antalya.
- Kolay HŞ (2016) İstanbul ili sınırları içerisinde yer alan örtüaltı yetiştiriciliğin yapısal yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Olgun M (2016) Tarımsal Yapılar. 3. Baskı, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Öneş A (1986) Sera Yapım Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 970, Ankara.
- Saltuk B (2005) Mersin ili ve ilçelerinde bulunan plastik seraların yapısal yönden incelenmesi ve geliştirilme olanakları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Saltuk B (2018) Current situation in Mediterranean greenhouses and a structural analysis example (Mersin province). Fresenius Environmental Bulletin 27(12B): 9954-9961.
- Saltuk B, Aydın Y, Mikail N (2019) Siirt ve Antalya illeri için seraların ısı gereksiniminin belirlenmesi ve karşılaştırılması. Mediterranean Agricultural Sciences 32(1): 73-78.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2019) Örtüaltı Yetiştiricilik <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-ve-Bahce-Bitkileri/Ortu-Altı-Yetiştiricilik>. Erişim 13 Nisan 2020.
- Topçuoğlu K (2013) Muğla yöresi yüksek tünel tipi örtüaltı yapısının statik analizi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 6 (2): 133-139.
- TÜİK (2019) Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Örtüaltı Üretimi, <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim 13 Nisan 2020.
- Türkay C, Öztürk HH, Pınar H, Hocagil MM (2006) Anamur yöresindeki muz seralarının yapısal ve işlevsel özellikleri. Alatarım Dergisi 5(2): 17-22.
- TÜRKTOP (2012) Türkiye Tohumcular Birliği. <http://www.turktob.org.tr>. Erişim 25 Aralık 2019.
- Tüzel Y, Öztekin GB, Karaman İ (2010) Serik ilçesindeki modern ve geleneksel sera işletmelerinin üretici özellikleri, sera yapısı ve sebze üretim teknikleri bakımından karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(3): 223-230.
- T.C. Demre Kaymakamlığı (2019). <http://www.demre.gov.tr/tarim-ve-hayvancilik>. Erişim 13 Şubat 2019.
- Von Zabeltitz C (2011) Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Crop Growth Requirements and Climate Control, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 30.
- Yağanoğlu AV, Özüng İ (1997) Seracılıkta son gelişmeler ve sera tipleri. 2. Seracılık Sempozyumu, 31 Mayıs-01 Haziran, Kütahya.
- Yağanoğlu V (2013) Örtüaltı yapıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Yüksel AN (2000) Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Dağıtım, İstanbul.
- Yüksel AN, Yüksel E (2012) Sera Yapım Tekniği. 5. Baskı, Hasad Yayıncılık Dağıtım, İstanbul.



Retrotranspozon temelli moleküler belirteçler kullanılarak Türk arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin genomik karakterizasyonu

Genomic characterization of Turkish barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars using retrotransposons-based molecular markers

Hülya SİPAHİ¹, Ayşen YUMURTACI²

¹Sinop Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 57000, Sinop

²Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 34722, İstanbul

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): H. Sipahi, e-posta (*e-mail*): hsipahi@sinop.edu.tr

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 17 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 01 Mayıs 2020
Kabul tarihi 03 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

Arpa
Retrotranspozon belirteçler
IRAP
REMAP
iPBS

ÖZ

Kökene Doğu Akdeniz ülkelerine dayanan, hayvan yemi ve maltlık olarak tüketilen arpanın, dünyanın birçok bölgesinde tarımı ve ıslahı yapılmaktadır. Arpa çeşitlerinde genetik çeşitliliğin belirlenmesi, çeşitler arasındaki genetik ilişkilerin ortaya çıkarılması ve ıslahçı haklarının korunması için moleküler yöntemlerden faydalanılmaktadır. Bu çalışmada, arpa genomunun önemli bileşenlerinden olan *BARE-1* retrotranspozonu ile ilişkili IRAP (Retrotranspozon-arası Çoğaltılmış Polimorfizm), REMAP (Retrotranspozon-Mikrosatellit Çoğaltılmış Polimorfizmi) ve iPBS (Primer Arası Bağlanma Yeri Polimorfizmi) olarak adlandırılan moleküler belirteçler kullanılarak ulusal birçok çeşidin karakterizasyonu yapılmıştır. Toplamda 211 alel olmak üzere, 3 IRAP primer çifti 49.5 REMAP primer çifti 55 ve 7 iPBS primer çifti için 107 alel tespit edilmiştir. Locus başına ortalama 14 alel belirlenmiştir. Polimorfik Bilgi İçeriği (PIC) ortalama değeri REMAP için 0.407, IRAP için 0.454 ve iPBS için de 0.442 bulunmuştur. Genetik benzerlik değerleri 0.41 ila 0.93 arasında değişmiştir. Tüm belirteçler için ortalama fark yöntemi (UPGMA) kümeleme analizi yapılarak, çeşitler genetik benzerliklerine göre gruplandırılmışlardır. Bu çalışmada, fazla sayıda alel ve yüksek PIC değeri vermeleri, ucuz ve kolay elde edilebilirliği nedeniyle, transpozon temelli moleküler belirteçler ile çok yakın ilişkili çeşitlerin dahi ayrımının kolay bir şekilde yapılabileceği görülmüştür. Transpozon esaslı belirteçler, çeşitler arasında genetik ilişkileri belirlemenin yanı sıra genetik kaynakların korunmasında ve tohum bankalarının yönetiminde faydalı olabilecektir.

ARTICLE INFO

Received 17 February 2020
Received in revised form 01 May 2020
Accepted 03 May 2020

Keywords:

Barley
Retrotransposon markers
IRAP
REMAP
iPBS

ABSTRACT

Barley, which is originated from Eastern Mediterranean countries and is consumed as animal feed and malt, is cultivated and breeding in many regions of the world. Molecular methods are benefited to determine the genetic diversity in barley cultivars, to define the genetic relationship between cultivars and to protect the breeder rights. In this study, characterization of many national cultivars was carried out using molecular markers called as IRAP (Inter retrotransposon amplified polymorphism), REMAP (Retrotransposon microsatellite polymorphism) and iPBS (inter-priming binding site) associated with *BARE-1* retrotransposons that is one of the important components of barley genome. A total of 211 alleles, 49 for 3 IRAP, 55 for 5 REMAP, and 107 for 7 iPBS primer pairs were detected. An average of 14 alleles per locus was determined. Polymorphic Information Content (PIC) mean value was 0.407 for REMAP and 0.454 for IRAP and 0.442 for iPBS. Genetic similarity values ranged from 0.41 to 0.93. Cultivars were divided into groups according to their genetic similarities by performing the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) clustering analysis for all markers. In this study, it was observed that, due to their high number of alleles and high PIC values, and their cheap and easy acquisition, it can be easily distinguished even very closely related cultivars by using transposon-based molecular markers. Transposon based markers can be useful for conserving the genetic resources and managing the seed banks beside as determining the genetic relationship between cultivars.

1. Giriş

Bitki üretim sistemleri, daha iyi donanımlı ortamlar altında, yüksek verimli ve kaliteli seçilmiş çeşitlerin kullanılmasına dayanmaktadır. Ancak dar bir genotip aralığında olan yani genotipik olarak benzer çeşitlerin yaygın olarak kullanılmasına dayalı üretimde, zararlıların yayılması, iklim değişikliği etkilerinin ortaya çıkması gibi şartların daha az elverişli hale gelmesiyle söz konusu mahsulün tükenme olasılığını artıran riskler oluşmaktadır. Kültürü yapılan çeşitler açısından genetik varyasyonun zenginliği, değişen ortamlarda türlerin ve çeşitlerin hayatta kalmalarını ve çoğalmalarını garantilemektedir. Ayrıca ürünün mevcut genetik bileşimi, onun gelecekteki değişen fiziksel ve biyotik ortamlara ne kadar iyi adapte olabileceğini etkilemektedir. Dolayısıyla genetik çeşitliliği belirleme ve değerlendirme araçları ile genetik olarak benzersiz olan her bir çeşidin DNA parmak izini belirlemek önem taşımaktadır. Genetik varyasyon analizi, bitki genetiğinin, ıslahının ve ekolojinin ayrılmaz bir parçası olmuştur.

Moleküler belirteçler, bitki türlerinin varyasyonunu ölçmek için değerli araçlardır. Genetik belirteç bir organizmanın genotip bilgisinin elde edilebileceği herhangi bir karakterdir. Yüksek verimli moleküler belirteçler ile fazla sayıda genetik kaynağın kısa sürede karakterize edilmesi mümkündür. Moleküler belirteçler, çeşitlerin DNA parmak izlerini oluşturarak farklılıkları saptanmasının yanı sıra cins ve tür filogenilerinin belirlenmesi, bağlantı haritalarının oluşturulması, ıslah çalışmalarında istenen özellikteki hatların seçimi, popülasyonlar arasında ve içinde çeşitliliğin belirlenmesinde de kullanılmalarıyla tarımsal genetiğin vazgeçilmezidir (Henry 2013; Jiang 2013).

Genetik varyasyonun bir kısmı, hareketli genetik elementlerin (TE) transpozisyonundan kaynaklanır. Transpozonlar olarak ta bilinen yer değiştirebilen elementler, kromozomlar içinde ve arasında hareket ederek kendilerini genom içinde farklı bir yere entegre edebilirler. TE lerin, hem genleri bozma ve mutasyonlara neden olma hem de çift iplik kırıkları gibi kromozomal hasar yapma kapasiteleri bulunmaktadır (Capy ve ark. 2000). Genomda TE ailesi elementlerinin büyük bir kısmı genellikle tam değildir, delesyonludur ve otonom değildir. Retrotranspozonlar olarak bilinen TE elementlerin bir grubu, önce RNA'ya transkribe edilip daha sonra komplementer DNA'ya ters transkripsiyonu yapılarak genomda yeni bir yere hareket edebilirler. Bu elementler doğada replikatiftir ve konakçı genomda sayısını artırma eğilimindedir. Ancak yayılımları, hem elementlerin kendilerince hem de konakçı genom tarafından engellenmektedir. TE'lerin bitki genomlarındaki dağılımı ve yaygınlığı nedeniyle, bunlardan türetilen belirteçler, genomların ayrımı ve genetik çeşitlilik çalışmaları için mükemmel birer araçlardır (Kalender ve ark. 1999; Roy ve ark. 2015)

Genetik çeşitlilik çalışmalarında retrotranspozonların bitki genlerine integrasyon olaylarını araştırmak için Retrotranspozon-arası Çoğaltılmış Polimorfizm (IRAP), REtrotranspozon Mikrosatellit Çoğaltılmış Polimorfizm (REMAP) teknikleri ve Primer Arası Bağlanma Yeri Polimorfizm (iPBS) olarak adlandırılan moleküler belirteçler kullanılmıştır (Kalender ve ark. 1999; Mandoulakani ve ark. 2011). Bu metotlar PCR temellidir ve genomun büyük bir kısmını tespit ederler (Kalender ve ark. 1999; Kalender ve Schulman 2006; Branco ve ark. 2007; Sanz ve ark. 2007; Mansour ve ark. 2010; Poczai ve ark. 2013). Arpa genomunun önemli bir kısmı (yaklaşık % 80'i) retrotranspozonlardan oluşur

(Gozukirmizi ve ark. 2015). Arpa retrotranspozonlarının önemli bir kısmı evrimsel süreçler boyunca inaktive edilmelerine rağmen, bunların hareketlilik oranlarını değiştirerek bitkide strese cevap oluşturdıkları belirlenmiştir (Capy ve ark. 2000; Miller ve Capy 2004). Arpa genomunun retroelementi BARE-1 kullanılarak IRAP metodu, *Oryza sativa* (Branco ve ark. 2007), *Musa* (Teo ve ark. 2005; Nair ve ark. 2005), *Brassica* (Tatout 1999), *Spartina* (Baumel ve ark. 2002), *Triticum* (Boyko ve ark. 2002) ve *Solanum* (Mansour ve ark. 2010) genotiplerinin parmak izlerinin oluşturulmasında, arpada (Manninen ve ark. 2000) ve *Aegilops tauschii* (Boyko ve ark. 2002) gen haritalama uygulamalarında ve otlarda (Vicent ve ark. 2001) genom evrimi çalışmalarında kullanılmıştır. Kalender ark. (1999) *Hordeum* cinsine ait türlerde ve 15 arpa çeşidinde BARE-1 retrotranspozonunun genomik dağılımlarını IRAP ve REMAP metotlarını kullanarak çalıştılar ve DNA parmak izini oluşturdular. REMAP, çeltik blast patojeninde (*Magnaporthe grisea* SP) (Chadha ve Gopalakrishna 2005), spartinada (Baumel ve ark. 2002) ve yulafta (Tanhuanaa ve ark. 2007) birçok genotipin filogenetik ilişkileri, benzerlikleri ve çeşitliliğin ölçülmesinde kullanılmıştır. Branco ve ark. (2007) IRAP ve REMAP'ın pirinç çeşitleri arasındaki genetik benzerliği değerlendirmek için uygun olduğunu göstermişlerdir ve Brezilya ve Japon pirinç çeşitlerinin farklılaşmasının sonuçlarını ortaya koymuşlardır. iPBS, DNA parmak izi oluşturulmasında evrensel belirteç sistemidir (Kalender ve ark. 2010) ve birçok bitki türünde genetik çeşitlilik çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Nemli ve ark. 2015; Yıldız ve ark. 2015; Bayat ve ark. 2018; Yıldız ve ark. 2018).

Bu çalışmada, arpa BARE-1 retrotranspozonu için geliştirilmiş, Retrotranspozon-arası Çoğaltılmış Polimorfizm (IRAP), Retrotranspozon Mikrosatellit Çoğaltılmış Polimorfizm (REMAP) ve Primer Arası Bağlanma Yeri (iPBS)'ne dayalı belirteç teknikleri kullanılarak, Türkiye'de geliştirilmiş birçok arpa çeşidi arasındaki genetik varyasyonu ortaya çıkarmak ve genetik ilişkileri belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye'de tescilli 25 arpa çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Tohumlar toprağa ekilmiş ve 5-6 yapraklı aşamada yapraklardan DNA izolasyonu Song ve Herry (1995)'den alınan yönteme göre yapılmıştır. IRAP ve REMAP PCR analizleri, Miller ve Capy (2004)'ye göre küçük değişikliklerle yapılmıştır.

PCR reaksiyon karışımı; 1X Dream Taq tamponu, 1U Dream Taq polimeraz, 0.2 mM dNTP karışımı, 10-24 ng DNA, REMAP için her bir primerden 0.4 µM, iPBS (2224, 2232,

Çizelge 1. Arpa çeşit listesi.

Table 1. List of barley cultivars.

No	Çeşit adı	No	Çeşit adı	No	Çeşit adı
1	Tarm-92	10	Erginel	19	İnce arpa
2	Yesevi-93	11	Sladoran	20	Bolayır
3	Zeynelağa	12	Bülbül-89	21	Durusu
4	Çatalhöyük	13	Kral-97	22	Martı
5	Aydanhanım	14	Kalaycı-97	23	Akar
6	Karatay-94	15	Larende	24	Burakbey
7	Anadolu-86	16	Avcı-2002	25	Özen
8	Obruk-86	17	Efes-98		
9	Angora	18	Başgül		

2398, 2373) için 0.6 µM primer, iPBS (2378, 2383, 2075) için 1 µM primer, DMSO'dan IRAP 1, REMAP 2, 6 için 0.25 µl ve IRAP 2, REMAP 3, 4 için 0.25 µl içermektedir.

PCR çoğaltım koşulları: IRAP1 ve REMAP1, 2, 3, 4, 6 için; 94°C 1.5 dk, 35 döngü (94°C 30 s; primer bağlanma sıcaklığı (T_a) primere göre, 45 sn, 72°C 1 dk), 72°C 5 dk; IRAP2 ve 3 için; 95°C 3 dk, 32 döngü (95°C 15 s; primer bağlanma sıcaklığı (T_a) primere göre, 30 sn, 72°C 1 dk), 72°C 5 dk; tüm iPBS belirteçleri için; 95°C 3 dk, 30 döngü (95°C 15 s; primer bağlanma sıcaklığı (T_a) primere göre, 1 dk, 72°C 5 dk), 72°C 5 dk dır.

Primer dizi bilgileri, IRAP ve REMAP için Kalendar ve ark. (1999), iPBS için Kalendar ve ark. (2010)'dan alınmıştır (Çizelge 2). Primerlerin bağlanma sıcaklıkları (T_a); IRAP1 (60°C), IRAP2 ve IRAP3 (61.8°C), REMAP1 (60°C), REMAP2 (55°C), REMAP3, REMAP4, REMAP 6 (65°C), 2075 (51.3°C), 2398 (51°C), 2373 (51.8°C), 2224 (55°C), 2232 (57°C), 2378 (49°C), 2383 (51°C).

Elektroforez, %1.7'lik agaroz (TopVision Agarose Thermo Fisher R0491) jelde (20x20 cm), 0.5X TBE tamponunda, 80 V da 4.5-5 saat yürütülerek yapılmıştır. Jeller etidyum bromid ile boyanıp, görüntülenmiştir.

Jel değerlendirilmelerinde, her bir belirteç için, bant var ise 1, yok ise 0 verilmiştir. Polimorfik lokus oranı, lokus başına ortalama alel sayısı ve polimorfik bilgi içeriği (PIC) değerleri (PIC= $1 - \sum(P_{ij})^2$; P_{ij}; her belirteç için bir alelin frekansı) hesaplanmıştır. PIC değeri (Weber 1990)'e göre, genetik benzerlik Dice (75)'e göre hesaplanmıştır. Genetik benzerlik değerleri kullanılarak dendrogram çiziminde ortalama fark yöntemi UPGMA (Sneath and Sokal 1973) kullanılmıştır. NTSYS-peversion 2.0 istatistik programından yararlanılmıştır (Rohlf 1997).

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, retrotranspozon esaslı moleküler belirteçlerden IRAP, REMAP ve iPBS yöntemleri kullanılarak, 25 arpa çeşidine ait DNA bant modelleri elde edilip, çeşitlerdeki genetik varyasyon belirlenip, çeşitler arasındaki genetik ilişkiler ortaya konulmuştur.

IRAP ve REMAP yönteminde, *BARE-1* retrotranspozonlarının ekspresyonu ve integrasyonu için önemli olan, korunmuş uzun terminal bölge (LTR) dizilerinden dışarı yönelen primerler kullanılmaktadır (Suoniemi ve ark. 1997; Kalendar ve ark. 1999). Retrotranspozonlar genomda iki oryantasyonda entegre olurlar. Birincisi, kafa kafaya ("head-to-head") veya kuyruktan kuyruğa ("tail-to-tail"), ikincisi kafadan kuyruğa ("head-to-tail"). İlkinde, birbirine yakın iki retrotranspozon elementi arasında PCR ürünü elde etmek için tek bir primer yeterlidir. Bu çalışmada IRAP3 primeri bu şekildedir. İkincisinde kafadan kuyruğa ("head-to-tail") yönde yer alan retrotranspozonların arasına giren bölgeyi çoğaltmak için 5' ve 3' LTR primerlerine gerek vardır. Çalışmadaki IRAP1 ve IRAP2 primerleri de bu yöndedir. IRAP analiz sonuçlarına göre, 25 çeşitte, %50 ila %77.2 arasında değişen polimorfizm oranıyla, 10 ila 22 arasında bant belirlenmiştir (Çizelge 2). IRAP da görülen bant sayısı, PCR ile çoğaltılabilecek kadar birbirine yakın *BARE-1* elementlerinin sayısını yansıtmaktadır. Kalendar ve ark. (1999) *H. vulgare*'de haploid genomda yaklaşık 180×10^3 LTR'nin varlığını ve bununda 30 bant göstereceğini bildirmişlerdir. LTR lerin 5' ve 3' dış yönüne doğru kullanılan primerlerle elde edilen IRAP bant modelleri, $3-7 \times 10^4$ kopya halinde bulunan *BARE-1* elementlerinin genomda eşit aralıklarla dağılmış olmadığını, aksine birlikte kümelendiklerinin güçlü bir kanıtı olduğu belirtilmiştir. Kopyaların genomda eşit

Çizelge 2. Retrotranspozon belirteçlerine ait primer dizi bilgileri, bant sayıları, polimorfik alel yüzdesi ve PIC değerleri.

Table 2. Primer sequence information of retrotransposon markers, fragment numbers, polymorphic allel percentages and PIC values.

Belirteç	Primer Dizi Bilgisi (5'-3')	Alel sayısı	Polimorfik alel yüzdesi (%)	Polimorfizm bilgi içeriği (PIC)	Ortalama polimorfik alel yüzdesi (%)
IRAP1	LTR6149: TCGCTCGCCCACTACATCAACCGCGTTTATT	22	77.2	0.596	60.03
	LTR6150:CTGGTTCGGCCCATGTCTATGTATCCACACATGGTA				
IRAP2	LTR6149: TCGCTCGCCCACTACATCAACCGCGTTTATT	17	52.9	0.305	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
IRAP3	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC	10	50	0.461	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
REMAP 1	SSR 1: GAGAGAGAGAGAGAGAGAC	20	65	0.335	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
REMAP 2	SSR 2: CACACACACACACACACAG	8	62.5	0.521	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
REMAP 3	SSR 3: CACCACCACCACCACCACCT	9	77.8	0.471	58.40
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
REMAP 4	SSR 4: CACCACCACCACCACCACCG	3	0	0	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
REMAP 6	SSR 6: ACACACACACACACACAG	15	86.7	0.708	
	LTR-A: GGAATTCATAGCATGGATAATAAACGATTATC				
2075	CTCATGATGCCA	11	45.5	0.302	
2398	GAACCCTTGCCGATACCA	21	42.9	0.318	
2373	GAACCTTGCTCCGATGCCA	23	87	0.653	
2224	ATCCTGGCAATGGAACCA	17	100	0.689	
2232	AGAGAGGCTCGGATACCA	13	61.5	0.227	
2378	GGTCTCATCCA	10	10	0.081	
2383	GCATGGCCTCCA	12	100	0.824	

aralıkta dağılmış olmaları durumunda, klasik PCR metodu ile IRAP çoğaltım ürünlerinin elde edilemeyeceği bildirilmiştir (Kalender ve ark. 1999).

Çalışılan 25 arpa çeşidinde, 4 REMAP belirtecinde (REMAP 1, 2, 3, 6) %65 ila %86.7 arasında değişen polimorfizm oranıyla, 8 ila 20 arasında bant belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu oranlar, REMAP belirteçleri için yüksek polimorfizm oranını göstermekte olup, REMAP4 belirtecinde ise sadece 3 monomorfik bant belirlenmiştir. Kalender ve ark. (1999) bir arpa çeşidi setinde IRAP ve REMAP belirteçlerinin ıslah programlarında uygulanabilecek kadar polimorfik olduklarını belirtmişler ve tüm REMAP ve IRAP bantlarını polimorfik bulmuşlardır. REMAP bant desenleri, mikrosatellitlerin *BARE-I* LTR'lerine yakınlığından ortaya çıkmaktadır. REMAP da gözlenen varyasyonun çoğu mikrosatellitlerden ziyade *BARE-I* elementlerinin kaybı veya insersiyonundan ortaya çıkmaktadır. REMAP ile oluşturulan çoklu bantlar, *BARE-I* elementlerini tekrarlı DNA bölgelerine girme eğilimini göstermektedir (Kalender ve ark. 1999). REMAP metodunda, kullanılan primerin birine mikrosatellitlerin 3' ucuna bir nükleotit ilave edilir, böylece mikrosatellit tekrar bölgesindeki polimorfizmden kaçınılır.

Evrensel DNA parmak izi yöntemi olarak kullanılan iPBS yönteminde, iki LTR retrotranspozon arasındaki bölgelerin zit yönde çoğaltılmasını sağlayacak primer kullanılmaktadır. Bu çalışmada, iPBS belirteçleri ile 25 çeşitte, %10 ila %100 arasında değişen polimorfizm oranıyla, 10 ila 23 arasında bant belirlenmiştir (Çizelge 2). Benzer şekilde, Türkiye'de patates (Demirel ve ark. 2017), pirinç (Cömertpay ve ark. 2016), tütün (Yıldız ve ark. 2018) emmer buğday (Arystanbekkyzy ve ark. 2018), fasulye (Nemli ve ark. 2015), safran (Bayat ve ark. 2018), banya (Yıldız ve ark. 2015) genotiplerinde, iPBS belirteçlerinden elde edilen genetik çeşitlilik, genetik benzerlik verileri ve DNA profilleri sayesinde, genotiplerin tanımlanmasının mümkün olduğu, ebeveyn seçiminde bu bilgilerin ıslahçılara fayda sağlayacağı ve genotipler arasında filogenetik ilişkilerin belirlenebileceği bildirilmiştir.

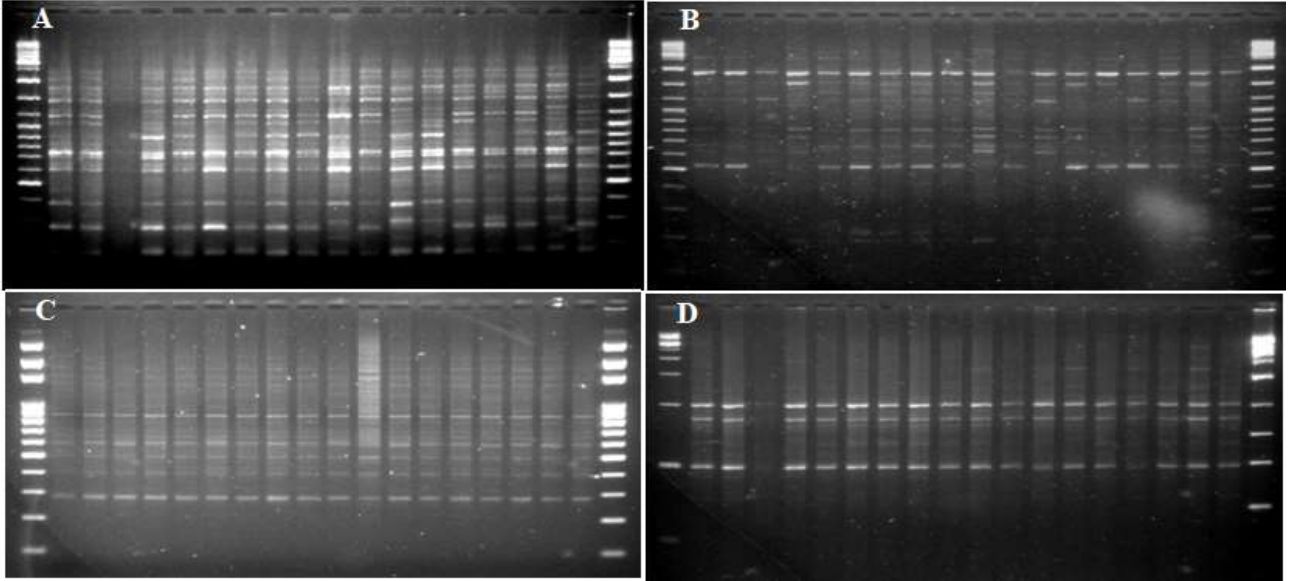
Bu çalışmada kullanılan belirteçler yönünden, çeşitler arasında bant sayılarında belirgin bir değişim bulunmamaktadır (Çizelge 2). Kalender ve ark. (1999) *Hordeum* türleri arasında filogenetik ilişkilerin incelenmesinde ve kültür arparındaki varyasyonun belirlenmesinde REMAP ve IRAP polimorfik bant modellerinin kullanışlı olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, tür ve çeşitlerde bant sayılarındaki gözlenen varyasyonun, çoğu *BARE-I* elementinin kaybından veya insersiyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir. Yeni bantların, genomda bir *BARE-I* LTR elementine veya bir mikrosatellit bölgesine, PCR ile çoğaltım yapılabilecek kadar yakın mesafede yeni bir *BARE-I* kopyasının ilavesiyle ortaya çıkabileceği açıklanmıştır. Herhangi bir bant kaybının ise, belirli PCR ürünlerinin baskın çoğaltımı, primer bağlanma bölgesinin 3' ucundaki nokta mutasyonları, mikrosatellitlerin veya LTR lerin rekombinasyon kayıpları ve mikrosatellitlerin tekrar sayılarındaki azalışlar olduğu bildirilmiştir. Campbell ve ark. (2011) arpada doku kültüründe somaklonal varyasyonları araştırmak için kullandıkları IRAP belirteçlerinin, genetik farklılıkları tespit etmede etkili belirteçler olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışmada her belirteç için PIC değeri, çeşitlerdeki varyasyonu belirlemek için hesaplanmıştır (Çizelge 2). Kullanılan toplam 15 belirteçten, IRAP1'in 0.596, REMAP 6'nın 0.708 ve iPBS 2383'ün 0.824 en yüksek PIC değerleri ile en bilgilendirici belirteçler oldukları bulunmuştur. REMAP 4 belirteci hiç bilgilendirici bulunmazken, bunu iPBS 2378 belirteci 0.081 değeri ile takip etmiştir. En polimorfik (IRAP1, REMAP6 ve iPBS 2383) ve monomorfik belirteçlere (REMAP4) ait örnek jel fotoğrafları Şekil 1A, B, C, D'de verilmiştir. 34 Türk arpa çeşidinde mikrosatellit belirteçlerinin kullanıldığı bir diğer çalışmada, bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer şekilde PIC değerleri değişken (0.164 ila 0.747 arasında) bulunmuştur (Sipahi 2011). Bazı belirteçler daha fazla sayıda allele sahip olmalarına rağmen daha düşük PIC değeri göstermişlerdir. Benzer sonuçlar arpa çeşitlerinde IRAP belirteçleri (Campbell ve ark. 2011) ve RAPD belirteçleri (Sipahi ve ark. 2010) için de bildirilmiştir.

25 çeşitte IRAP belirteçler REMAP belirteçlerinden genellikle daha fazla bant vermiştir. Bu sonuç, yabancı arpa ve çeşitlerinde yapılan bir çalışmanın bulgularıyla da uyumlu olmuştur (Singh ve ark. 2017). Aynı çalışmada ayrıca iki belirteç kullanılarak yapılan kümeleme analizinde, yabancılar kültür arpasından ayrı kümelerde gruplanmış olup, yabancılar kendi aralarında coğrafik orijinlerine uyumlu şekilde gruplara ayrılabilmiştir (Singh ve ark. 2017).

25 arpa çeşidinin, kullanılan üç belirtece göre elde edilen bant modellerindeki bantların varlığı veya yokluğu esas alınarak genetik benzerlik (GB) indeksi oluşturulmuştur (Çizelge 3). Buna göre en düşük benzerlik indeksi (0.70) Obruk-86 ile Zeynelağa ve Burakbey ile Erginel çeşitleri arasında olmuşken, en yüksek benzerlik indeksi (0.93) ise Yesevi-93 ile Tarm-92 çeşitleri arasında tespit edilmiştir. Genetik benzerlik oranının tüm çeşitlerde 0.70 ila 0.93 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durum Türkiye'deki çeşitlerin çoğunun yüksek genetik benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuç, devam eden ıslah çalışmalarında mevcut çeşitlerden genotipik olarak daha farklı hatların kullanılması ve genetik yapının devamlı revizyondan geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çünkü biyotik ve abiyotik koşulların daha az elverişli hale geldiği çevre koşullarında, türün veya popülasyonun hayatta kalma ve adaptasyon olasılığı, onun genetik çeşitlilik oranıyla doğru orantılı olmaktadır.

Çeşitler arasındaki genetik ilişkileri göstermek için, genetik benzerlik indeksine göre kullanılan 3 belirteç tipi için benzerlik dendrogramları oluşturulmuştur (Şekil 2a, b, c). Her üç dendrogram incelendiğinde aynı ıslah gruplarından tescil edilen bazı çeşitlerin, genetik olarak benzer olmaları veya ortak ataları paylaşmaları nedeniyle aynı veya çok yakın gruplar halinde kümelendikleri görülmektedir (Şekil 2a, b, c). Örneğin, çeşitler arasındaki genetik benzerlik indeksi Tarm-92, Yesevi-93, Çatalhöyük, Anadolu-86 ve Aydanhanım çeşitleri için 0.93; Bülbül-89 ve Avcı için 0.90; Akar, Burakbey ve Özen için 0.84; Efes 98 ve Başgül için 0.92, Angora ve Durusu için 0.80 dir ve bunlar yakın kümelenebilirlerdir. iPBS genetik benzerlik verilerinden elde edilen verilere ve dendrograma (Şekil 1C) göre tüm çeşitlerin ayrımı mümkün olmuştur.



Şekil 1. Arpa çeşitlerine ait en polimorfik belirteçler (A; IRAP1, B; REMAP6, C; iPBS 2383) ve monomorfik belirteç (REMAP4) için jel fotoğraf örnekleri. Jellerdeki örnek sırası Çizelge 1 deki çeşit sırası ile aynıdır. A, B, C'de DNA ladder mix, D'de 1kb lik ladder kullanılmıştır.

Figure 1. An example of gel photos for the most polymorphic markers (A; IRAP1, B; REMAP6, C; iPBS 2383) and monomorphic marker (REMAP4) which belong to the barley cultivars, Sample orders on gels is the same with the cultivars given on Table 1. DNA ladder mix is used at A, B, C, 1kb ladder for D.

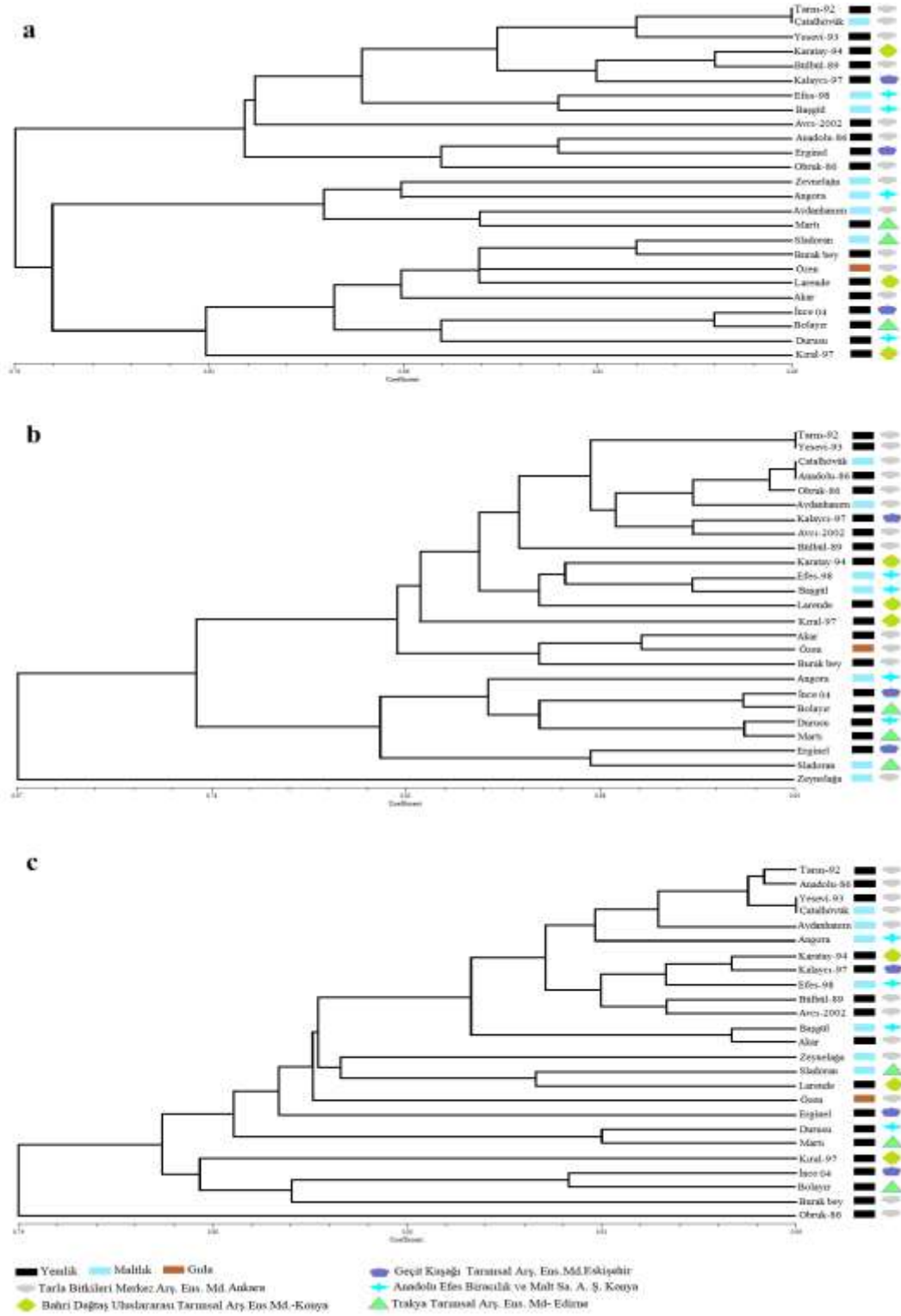
4. Sonuç

Bu çalışmada, retrotranspozon temelli moleküler belirteçler, ürettikleri polimorfik yüksek alel sayıları ve PIC değerleri ile hızlı ve etkili parmak izi metodu olarak, ülkemizdeki yakın ilişkili arpa çeşitleri arasında ayrımı kolayca sağlayabilmiş ve aralarındaki varyasyonu ortaya çıkarabilmiştir. Mevcut çeşitler arasında genetik ilişkileri göstermek üzere çizilmiş benzerlik dendrogramları, ıslah çalışmalarını yürüten çeşitli kamu veya özel araştırma grupları tarafından ıslah programlarını tasarlamada önemli olabilir. Ülkemizde tescil edilecek yeni çeşitlerin verim ve adaptasyon yeteneği yüksek genotipler olmasına odaklanılırken, aynı zamanda mevcut çeşitlerden genetik olarak daha farklı olanlara yönelmeli ve bu konuda retrotranspozon belirteçlerin bilgilendirici özelliklerinden faydalanılmalıdır. Ayrıca çeşitlere özgü belirlenen bant modelleri ıslahçı haklarının korunmasına katkı sağlayacağı gibi gelecekte arpa ıslahında belirteç aracılığı ile seleksiyon, genetik kaynakların korunması ve tohum bankalarının yönetimi konusunda da faydalı olacaktır.

Çizelge 3. IRAP, REMAP ve iPBS belirteç verilerine göre genetik benzerlik indeksi.

Table 3. Genetic similarity index according to the IRAP, REMAP, and iPBS markers data.

Çeşit adları	Tarm-92	Yesevi-93	Zeynelağa	Çatalhöyük	Aydanhanım	Karatay-94	Anadolu-86	Obruk-86	Angora	Erginel	Sladoran	Bülbül-89	Kral87	Kalaycı-97	Larende	Avcı-2002	Efes-98	Başgül	İncearpa	Bolayır	Durusu	Martı	Akar	Burakbey	Özen
Tarm-92	1.00																								
Yesevi-93	0.93	1.00																							
Zeynelağa	0.80	0.78	1.00																						
Çatalhöyük	0.92	0.93	0.76	1.00																					
Aydanhanım	0.88	0.86	0.82	0.88	1.00																				
Karatay-94	0.88	0.88	0.75	0.89	0.84	1.00																			
Anadolu-86	0.91	0.92	0.79	0.93	0.89	0.89	1.00																		
Obruk-86	0.81	0.83	0.70	0.83	0.79	0.86	0.86	1.00																	
Angora	0.80	0.81	0.83	0.81	0.84	0.79	0.83	0.72	1.00																
Erginel	0.81	0.81	0.79	0.81	0.81	0.80	0.83	0.74	0.84	1.00															
Sladoran	0.80	0.79	0.80	0.83	0.82	0.81	0.83	0.73	0.79	0.81	1.00														
Bülbül-89	0.86	0.89	0.72	0.89	0.81	0.88	0.88	0.82	0.76	0.77	0.82	1.00													
Kral87	0.74	0.75	0.67	0.78	0.79	0.77	0.77	0.72	0.72	0.73	0.77	0.79	1.00												
Kalaycı-97	0.85	0.87	0.71	0.88	0.82	0.91	0.87	0.82	0.80	0.76	0.79	0.91	0.80	1.00											
Larende	0.80	0.79	0.75	0.81	0.79	0.83	0.79	0.76	0.77	0.75	0.87	0.83	0.83	0.86	1.00										
Avcı-2002	0.82	0.86	0.72	0.85	0.81	0.86	0.86	0.82	0.79	0.78	0.80	0.90	0.81	0.89	0.84	1.00									
Efes-98	0.89	0.89	0.75	0.87	0.82	0.90	0.89	0.82	0.79	0.79	0.78	0.88	0.76	0.90	0.83	0.89	1.00								
Başgül	0.85	0.84	0.71	0.85	0.79	0.88	0.85	0.79	0.79	0.76	0.79	0.85	0.79	0.88	0.84	0.87	0.92	1.00							
İncearpa	0.74	0.72	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.71	0.74	0.72	0.78	0.76	0.77	0.79	0.80	0.76	0.75	0.81	1.00						
Bolayır	0.78	0.74	0.80	0.74	0.79	0.79	0.77	0.71	0.78	0.75	0.81	0.74	0.77	0.78	0.81	0.76	0.76	0.82	0.91	1.00					
Durusu	0.77	0.74	0.73	0.77	0.75	0.80	0.79	0.72	0.80	0.79	0.78	0.78	0.75	0.77	0.78	0.78	0.80	0.85	0.82	0.85	1.00				
Martı	0.78	0.76	0.77	0.78	0.79	0.78	0.77	0.69	0.83	0.83	0.77	0.76	0.71	0.76	0.76	0.75	0.80	0.81	0.77	0.81	0.90	1.00			
Akar	0.81	0.78	0.73	0.82	0.83	0.82	0.81	0.74	0.80	0.74	0.81	0.81	0.79	0.84	0.82	0.81	0.82	0.86	0.81	0.83	0.80	0.80	1.00		
Burakbey	0.79	0.76	0.72	0.79	0.78	0.80	0.79	0.74	0.72	0.70	0.80	0.79	0.79	0.81	0.81	0.79	0.81	0.84	0.81	0.84	0.80	0.78	0.85	1.00	
Özen	0.79	0.78	0.73	0.79	0.80	0.84	0.80	0.76	0.77	0.76	0.82	0.82	0.80	0.84	0.82	0.81	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.84	0.84	1.00



Şekil 2. IRAP (a), REMAP (b) ve iPBS (c) belirteç verileri kullanılarak Dice/UPGMA analizleriyle oluşturulan dendrogramlar
 Figure 2. Dendrograms generated by Dice/UPGMA analysis using IRAP (a), REMAP (b), and iPBS (c) markers data.

Teşekkür

Bu çalışma Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen FEF-1901-18-20 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Arystanbekkyzy M, Nadeem MA, Aktaş H, Yeken MZ, Zencirci N, Nawaz MA, Ali F, Haider MS, Tunc K, Chung G, Baloch FS (2018) Phylogenetic and taxonomic relationship of Turkish wild and cultivated emmer (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) revealed by iPBS-retrotransposons markers. *International Journal of Agriculture and Biology* doi: 10.17957/IJAB/15.0876.
- Baumel A, Ainouche M, Kalendar R, Schulman AH (2002) Retrotransposons and genomic stability in populations of the young allopolyploid species *Spartina anglica* C.E. Hubbard (*Poaceae*). *Molecular Biology Evolution* 19: 1218-1227.
- Bayat M, Amirnia R, Özkan H, Gedik A, Ates D, Tanyolac BM, Rahimi M (2018) Diversity and phylogeny of saffron (*Crocus sativus* L.) accessions based on IPBS markers. *Genetika* 50: 33-44.
- Boyko E, Kalendar R, Korzun V (2002) A high density cytogenetic map of the *Aegilops tauschii* genome incorporating retrotransposons and defense related genes: insight into cereal chromosome structure and function. *Plant Molecular Biology* 48: 767-790.
- Branco CJ, Vieira EA, Malone G, Kopp MM, Malone E, Bernardes A, Mistura CC, Carvalho FIF, Oliveira CA (2007) IRAP and REMAP assessments of genetic similarity in rice. *Journal of Applied Genetics* 48: 107-113.
- Campbell B, LeMare S, Piperidis G, Godwin I (2011) IRAP, a retrotransposon-based marker system for the detection of somaclonal variation in barley. *Molecular Breeding* 27: 193-206.
- Capy P, Gasperi G, Biemont C, Bazin C (2000) Stress and transposable elements: co-evolution or useful parasites?. *Heredity* 85: 101-106.
- Chadha S, Gopalakrishna T (2005) Retrotransposon-microsatellite amplified polymorphism (REMAP) markers for genetic diversity assessment of the rice (*Oryza sativa*) blast pathogen (*Magnaporthe grisea*). *Genome* 48: 943-945.
- Cömertpay G, Baloch FFS, Derya M, Andeden EE, Alsaleh A, Sürek H, Özkan H (2016) Population structure of rice varieties used in Turkish rice breeding programs determined using simple-sequence repeat and inter-primer binding site-retrotransposon data. *Genetics and Molecular Research* 15(1) doi: 10.4238/gmr.15017158.
- Demirel U, Tındaş İ, Yavuz C, Baloch FS, Çalışkan ME (2017) Assessing genetic diversity of potato genotypes using inter-PBS retrotransposon marker system. *Plant Genetic Resources* 1-9.
- Gozukirmizi N, Yılmaz S, Maraklı S, Temel A (2015) Retrotransposon-based molecular markers; Tools for variation analysis in plants Applications of Molecular Markers in Plant Genome Analysis and Breeding, Taski-Ajdukovic K. ed., Research Signpost, Kerala, 19-45.
- Henry RJ (2013) Evolution of DNA marker technology in plants. In: Henry RJ (ed) *Molecular markers in plants*. Wiley-Blackwell Pub, Ames, pp. 3-20.
- Jiang GL (2013) Molecular markers and marker-assisted breeding in plants. In: Andersen SB (ed) *Agricultural and Biological Science. Plant Breeding from Laboratories to Fields* doi: 10.5772/52583.
- Kalendar R, Grob T, Regina M, Suoniemi A, Schulman AH (1999) IRAP and REMAP: Two new retrotransposon-based DNA fingerprinting techniques. *Theoretical and Applied Genetics* 98: 704-711.
- Kalendar R, Schulman AH (2006) IRAP and REMAP for retrotransposon-based genotyping and fingerprinting. *Nature Protocols* 1: 2478-2484.
- Kalendar R, Antonius K, Smýkal P, Schulman AH (2010) iPBS: A universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation. *Theoretical Applied Genetics* 121: 1419-1430.
- Mandoulakani BA, Piri Y, Darvishzadeh R, Bernoosi I, Jafari M (2011) Retroelement insertional polymorphism and genetic diversity in *Medicago sativa* populations revealed by IRAP and REMAP markers. *Plant Molecular Biology Reporter* 30: 286-296.
- Manninen O, Kalendar R, Robinson J, Schulman AH (2000) Application of BARE-1 retrotransposon markers to the mapping of a major resistance gene for net blotch in barley. *Molecular Genetics and Genomics* 264: 324-334.
- Mansour A, Jaime A, da Silva T, Edris S, Younis RAA (2010) Comparative assessment of genetic diversity in some tomato cultivars using IRAP, ISSR and RAPD molecular markers. *Genes, Genomes and Genomics* 4: 41-47.
- Miller WJ, Capy P (2004) Mobile genetic elements as natural tools for genome evolution. *Methods in Molecular Biology* 260: 1-20.
- Nair AS, Teo CH, Schwarzacher T, Heslop-Harrison P (2005) Genome classification of banana cultivars from South India using IRAP markers. *Euphytica* 144: 285-29.
- Nemli S, Kianoosh T, Tanyolac MB (2015) Genetic diversity and population structure of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions through retrotransposon-based interprimer binding sites (iPBSs) markers *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 39: 940-948.
- Poczai P, Varga I, Laos M, Cseh A, Bell N, Valkonen JPT, Hyvonen J (2013) Advances in plant gene-targeted and functional markers: A review. *Plant Methods* 19: 6.
- Rohlf FJ (1997) NTSYS-PC Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.02i, Applied Biostatistics Inc., Exeter Software, Setauket, New York.
- Roy NS, Choi JY, Lee NSK (2015) Marker utility of transposable elements for plant genetics, breeding, and ecology: A review. *Genes and Genomes* 37: 141-151.
- Sanz AM, Gonzalez SG, Syed NH, Suso MJ, Saldaña CC, Flavell AJ (2007) Genetic diversity analysis in *Vicia* species using retrotransposon-based SSAP markers. *Molecular Genetics and Genomics* 278: 433-441.
- Singh S, Nandha S, Singh J (2017) Transposon-based genetic diversity assessment in wild and cultivated barley. *The Crop Journals* 4: 296-304.
- Sipahi H, Akar T, Yıldız MA, Sayim I (2010) Determination of genetic variation and relationship in Turkish barley cultivars by hordein and RAPD markers. *Turkish Journal of Field Crops* 2: 108-113.
- Sipahi H (2011) Genetic screening of Turkish barley genotypes using simple sequence repeat markers. *Journal of Cell and Molecular Biology* 2: 19-26.
- Sneath PHA, Sokal RR (1973) *Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification*. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Song W, Henry RJ (1995) Molecular analysis of the DNA polymorphism of wild barley (*Hordeum spontaneum*) germplasm using the polymerase chain reaction. *Genetic Resources and Crop Evolution* 42: 273.
- Suoniemi A, Schmidt D, Schulman AH (1997) BARE-1 insertion site preferences and evolutionary conservation of RNA and cDNA processing sites. *Genetica* 100: 219-230.
- Tanhuanaa P, Kalendar R, Schulman A, Kiviharju E (2007) A major gene for grain cadmium accumulation in oat. *Genome* 50: 588-594.
- Tatout C, Warwick S, Lenoir A, Deragon JM (1999) Sine insertions as clade markers for wild Crucifer species. *Molecular Biology and Evolution* 16: 1614-1621.

- Teo CH, Tan SH, Ho CL, Faridah QZ, Othman YR, Heslop-Harrison JS, Kalendar R, Schulman AH (2005) Genome constitution and classification using retrotransposon-based markers in the orphan crop banana. *Journal of Plant Biology* 48: 96-105.
- Vicient C, Jaaskelainen M, Kalendar R, Schulman A (2001) Active retrotransposons are a common feature of grass genome. *Plant Physiology* 125: 1283-1292.
- Weber JL (1990) Informativeness of human (cC-dA)n(dG-dT)n polymorphisms. *Genomics* 7: 524-530.
- Yaldız G, Çamlıca M, Nadeem MA, Nawaz MA, Baloch FS (2018) Genetic diversity assessment in *Nicotiana tabacum* L. with iPBS-retrotransposons. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 42: 154-164.
- Yıldız M, Koçak M Baloch FS (2015) Genetic bottlenecks in Turkish okra germplasm and utility of iPBS retrotransposon markers for genetic diversity assessment. *Genetics and Molecular Research* 14: 10588-10602.



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

Pelin ALABOZ¹ , Talip ÇAKMAKCI² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 32100, Isparta

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 65080, Van

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): T. Çakmakçı, e-posta (*e-mail*): talipcakmakci@yyu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (*Author e-mail*): pelinalaboz@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 16 Aralık 2019
Düzeltilme tarihi 01 Nisan 2020
Kabul tarihi 07 Nisan 2020

Anahtar Kelimeler:

Kokopit
Tarla kapasitesi
Toprak düzenleyicileri
Toprak suyu içeriği
Devamlı solma noktası

ÖZ

Toprak nem sabiteleri, sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerin başında gelmektedir. Bu çalışmada; kokopit uygulamalarının, farklı tekstürlere sahip topraklarda suyun tutulması üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, kumlu tın ve killi tın tekstürlü topraklara 4 farklı dozda (%0, 1, 2, 3) kokopit uygulanarak, 3 farklı süreyle inkübasyona [1 ay (T1), 2 ay (T2), 3 ay (T3)] bırakılmış ve toprakların tarla kapasitesi ile devamlı solma noktası belirlenmiştir. İncelenen özelliklerde inkübasyon süresine bağlı olarak belirgin bir artış gözlenmemiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Her iki tekstür grubu için toprakların tarla kapasitesinde en yüksek artış (yaklaşık %8 oranında) %3 kokopit uygulamasıyla T3 inkübasyon süresiyle sağlanmıştır. Toprakların devamlı solma noktasında en belirgin artış kumlu tın tekstür grubunda %3 uygulamasının T3 inkübasyon süresinde (%3.81) bulunmuştur. Ayrıca, her iki tekstür grubu için materyalin ekonomik olarak uygulanabilirliği göz önüne alındığında devamlı solma noktasında optimum artış %2 kokopit uygulamasıyla elde edilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 16 December 2019
Received in revised form 01 April 2020
Accepted 07 April 2020

Keywords:

Cocopeat
Field capacity
Soil regulators
Soil water content
Permanent wilting point

ABSTRACT

Soil moisture constants are the main parameters used to determine the amount of irrigation water. In this study, the effect of cocopeat application on the retention of water in soils with different textures was investigated. For this purpose, four different doses (0, 1, 2, 3%) of cocopeat were applied to sandy loam and clay loam textured soils for three different incubations [1 month (T1), 2 months (T2), 3 months (T3)] and soil field capacity and moisture content at permanent wilting point were determined. At the end of the study, it was observed that there weren't significant increases in the investigated properties depending on the incubation time and these were not statistically significant. The highest increase in field capacity (approximately 8%) of soils for both texture groups were obtained from 3% cocopeat application with the T3 incubation period. The most significant increase in the permanent wilting point was found in sandy loam texture for 3% application and T3 incubation time (3.81%). Moreover, considering its economic applicability, it had been determined that optimum increase in permanent wilting point was achieved by 2% cocopeat application for both texture groups.

1. Giriş

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, düşük kil ve organik madde içeriğine sahip topraklarda su tutma kapasitesi (Abdelfattah 2013) ve verimlilik düşüktür (Xu ve ark. 2015). Kuraklık sorununun gün geçtikçe arttığı ülkemizde, toprakların su tutma kapasitelerinin artırılması, bitkilerin toprak suyundan etkin bir şekilde yararlanması için önemlidir. Toprakta farklı uygulamalara yer verilmesi tarımın sürdürülebilirliği açısından

önemli bir seçenek haline gelmiştir (Bhardwaj ve ark. 2007). Bu sebeple toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek için farklı toprak düzenleyicileri kullanılmaktadır (Thombare ve ark. 2018). Zeolit (Ippolito ve ark. 2011), kireç, polyacrylamide (PAM), biyokatı (Özdemir ve ark. 2014), balmumu (Bhosale ve ark. 2012), pomza (Korkanç ve ark. 2017), saman malçları, kağıt pelet (Meral ve ark. 2015) gibi

bazı düzenleyicilerin toprak koşullarını iyileştirdiği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Yine, hem doğal hem de sentetik toprak düzenleyicileri; bitki kök bölgesinde gerekli olan suyun bulunmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Vijayalakshmi ve ark. 2012).

Hindistan cevizinin kabuğu (kokopit), bitki yetiştirme ortamlarında kullanılan oldukça lifli yapıya sahip, su tutma kapasitesi yüksek bir materyaldir (Abad ve ark. 2002). Kokopit'in yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesini araştıran Evans ve ark. (1996) ile İlahi ve Ahmad (2017), kokopit'in kuru ağırlığının %750-1100'ü kadar su tutma özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu özelliğinden dolayı, kokopit su ve besin elementi tutulumunun düşük olduğu topraklarda düzenleyici olarak kullanılabilir (Arachchi ve Somasiri (1997).

Bu çalışmanın amacı; farklı tekstürlere (kumlu tın ve killi tın) sahip topraklara kokopit uygulamalarının (%0, 1, 2, 3), inkübasyon süresindeki değişime bağlı olarak bazı nem sabiteleri üzerindeki (tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası) etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür. Arazi koşullarını yansıtmaya ve üreticiye uygulama kolaylığı olması adına hem toprak hem de kokopit 4 mm'lik elekten geçirilerek denemede kullanılmıştır. Toprak ve kokopit'in bazı özellikleri Çizelge 1'de belirtilmiştir. Killi tın toprak, üniversitenin çiftlik arazisinden kumlu tın bünyeli topraklar ise bölgede yetiştiriciliği yapılan bağ'lık alanlardan temin edilmiştir. Kokopit bölgede bulunan bir tarım firmasından alınmıştır. Su tutma potansiyeli düşük olan kumlu topraklar bu çalışmada özellikle tercih edilmiş, killi bünye ise su tutma yönünden problemlili olmasa da kumlu bünye ile karşılaştırma adına ve bölgede yaygın olan tekstür grubu olması ile tercih edilmiştir. Kumlu tın ve killi tın topraklar Ülgen ve Yurtsever (1988)'e göre "düşük" organik madde içerikli, hafif alkalın reaksiyonlu (Jones 1984) ve "tuzsuz" (Dahnke ve Whitney 1988) olarak tanımlanmaktadır. Kokopit materyali ise asit (Jones 1984) karakterli, tuzsuz sınıfta, su tutma kapasitesi ise kuru ağırlığının 8.37 katı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Toprağın ve kokopit'in bazı özellikleri.

Table 1. Some properties of soil and cocopeat.

Materyal	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Organik madde (%)	CaCO ₃ (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)
Kumlu tın	18.05	20.90	61.05	1.25	12.1	7.84	0.47
Killi tın	30.55	30.90	38.55	1.85	18.2	8.01	0.58
Kokopit	-	-	-	-	-	6.20	0.22

Çizelge 2. Varyans analiz sonuçları.

Table 2. Variance analysis results.

Tekstür	Uygulamalar	Devamlı solma noktası %		Tarla kapasitesi %	
		F	P	F	P
Killi Tın	Doz	8.02	0.003	12.93	0.000
	İnkübasyon	1.66	0.232	0.38	0.692
	Dozxİnkübasyon	0.71	0.652	0.30	0.923
Kumlu Tın	Doz	5.37	0.014	29.87	0.000
	İnkübasyon	1.46	0.272	0.05	0.955
	Dozxİnkübasyon	0.62	0.711	0.80	0.585

Denemede, 1'er kg'lık kumlu tın ve killi tın tekstürlü toprağa kuru ağırlık esasına göre %0, 1, 2 ve 3 (D0, D1, D2, D3) düzeylerinde elenmiş kokopit eklenerek homojen bir görünüme gelinceye kadar karıştırılmıştır. Kokopit-toprak karışımları plastik kapaklı kaplara konulmuş hava alması için üzerlerinden küçük delikler açılmıştır. Farklı inkübasyon sürelerine (1(T1), 2(T2), 3(T3) ay) tabi tutulan karışımlar oda sıcaklığında (25°C±3°C) ve tarla kapasitesi'nin (TK) %70'i seviyesine gelecek şekilde haftada bir sulanmıştır. Eksilen su miktarı ağırlık takibiyle kontrol edilmiş, TK'nın %70'ine getirmek için gereken su miktarı hesaplanarak uygulanmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş, analizler üçer paralelli olarak yapılmıştır. Her inkübasyon süresi sonunda uygulama yapılan toprak-kokopit karışımından örneklemeler yapılarak tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (SN) belirlenmiştir.

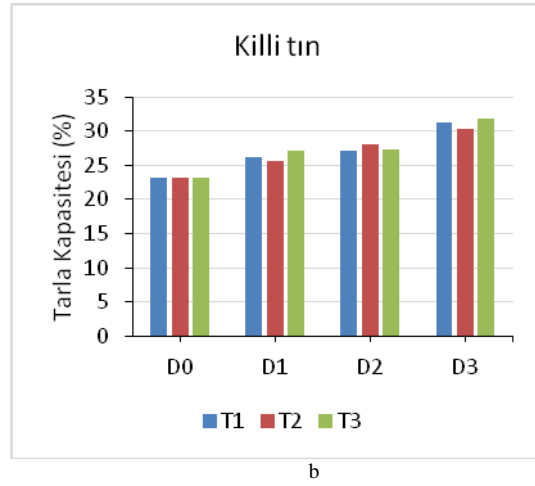
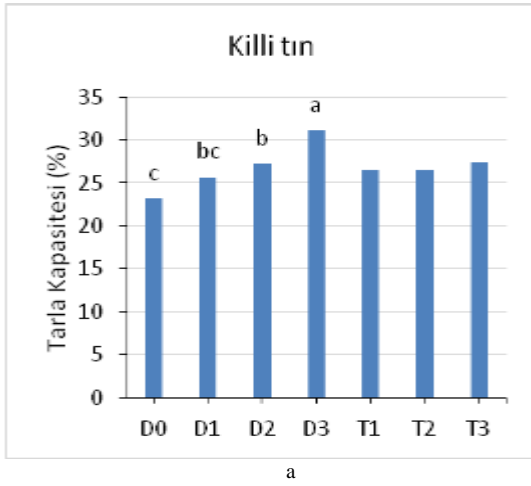
Çalışmada kullanılan materyallerin pH ve EC değerleri Kacar (2009) ve US Salinity Laboratory Staff (1954)'a göre 1:1 toprak-su ve 1:10 kokopit-su süspansiyonları kullanılarak, organik madde içeriği değiştirilmiş Walkey-Black yöntemi, Eşdeğer % CaCO₃ ise Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Kacar 2009). Mekanik analiz sonucu % kum, silt ve kil dağılımlarında hidrometre yöntemi kullanılmıştır (Demiralay 1993). Toprakların tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası belirlenmelerinde 0.33 ve 15 bar basınçlarda tutulan nem miktarları basınç tencereleri yardımıyla (Demiralay 1993) gravimetrik olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde Minitab-19 paket programından yararlanılmıştır. Veriler varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. (Minitap 2020).

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı dozlarda kokopit uygulamalarının toprakların tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası üzerine etkisini gösteren %95 güven düzeyinde hipotez test sonucunun anlamlılığını veren F ve P değerleri (varyans analiz tablosu) Çizelge 2'de belirtilmiştir. Genel olarak doz uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak %1 ve daha düşük seviyelerde önemli bulunurken uygulamalar arasındaki interaksyonlar istatistiksel olarak önemsiz (P<0.05) belirlenmiştir.

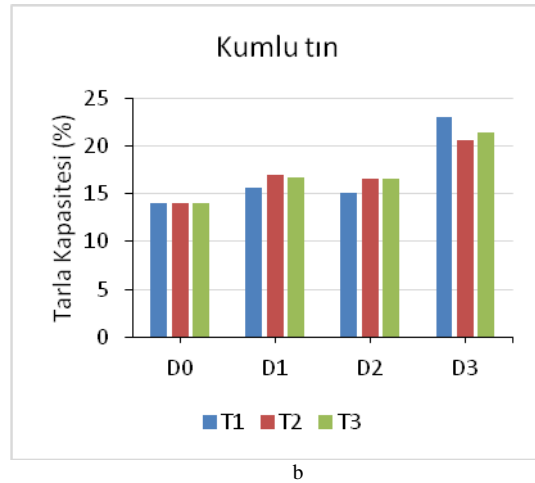
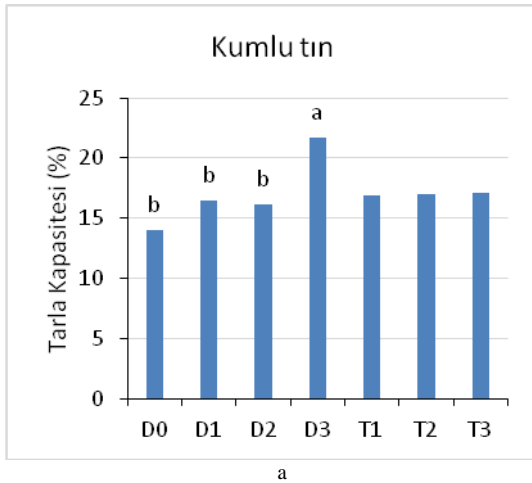
Killi topraklara kokopit uygulamalarının tarla kapasitesi (TK) üzerine etkisi Şekil 1'de belirtilmiştir. Uygulamaların ana etkilerinden doz uygulamaları istatistik olarak önemli seviyede değişim gösterirken ($P<0.01$) doz x inkübasyon etkileşimi önemli bulunmamıştır. İnkübasyon süresine bağlı olarak TK sırasıyla %26.55, 26.47 ve 27.37 olarak belirlenmiştir. T1 ve T2 inkübasyon süreleri sonucunda TK'daki nem seviyeleri birbirine oldukça benzerlik gösterirken, T3'de yaklaşık %1'lik bir artış tespit edilmiştir (Şekil 1a). Artan doz uygulamalarına bağlı TK sırasıyla %23.18, 25.65, 27.18 ve 31.17 olarak bulunmuştur. D0 dozu diğer uygulamalara göre istatistik olarak önemli farklılık göstermiştir. D1 ve D2 sonuçları birbirine benzer iken D3 uygulaması en yüksek tarla kapasitesi değeri ile diğer dozlardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Şekil 1a). Dozların inkübasyona bağlı değişimlerinde en düşük TK, T1'in D0'doğunda (%23.18) en yüksek ise T3'ün D3 (%31.89) dozunda belirlenmiştir (Şekil 1b). Kontrol uygulamasına kıyasla TK'da yaklaşık %8'lik bir artış gözlenmiştir. Yine literatürdeki çalışmalarda, kokopit'in su tutma kapasitesi üzerinde pozitif etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Kadıoğlu ve Canbolat 2019).

Kumlu topraklara uygulanan kokopit'in TK'üzerine etkileri Şekil 2'de belirtilmiştir. Kokopit uygulamalarında inkübasyon süreleri incelendiğinde sırasıyla elde edilen TK seviyeleri %17.16, 17.04, 16.93'dür (Şekil 2a). İnkübasyon süresine göre TK'da bir değişimin olmaması parçalanma ayrışma olayının aktif olarak gerçekleşmeye başlamaması kaynaklı olabilmektedir. Organik materyaller farklı oranlarda C/N oranlarına sahip olup bu oran parçalanma ayrışmayı etkilemekte, dolayısıyla zamana bağlı su tutma özelliklerinde farklılıklar görülmektedir (Yılmaz ve Alagöz 2008). Doz uygulamalarının etkisi incelendiğinde uygulamalara bağlı TK seviyelerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). D0 (%13.98), D1 (%16.44) ve D2 (%16.11) dozları istatistik olarak birbirine benzer iken D3 dozu (%21.66) diğer dozlardan önemli seviyede farklılık göstermektedir (Şekil 2a). En düşük TK, T2'nin D0 dozunda (%13.98) en yüksek ise T1'in D3 uygulamasında (%22.98) belirlenmiştir. İnkübasyon süresinin farklı dozlardaki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. D3 uygulaması kontrole göre kumlu tın toprağın TK'sında yaklaşık %8'lik bir artış sağlamıştır (Şekil 2b).



Şekil 1. Killi tın toprakta kokopit uygulamasının tarla kapasitesi üzerine etkisi. D: Dozların seviyesi, T: İnkübasyon süreleri.

Figure 1. Effect of cocopeat application on field capacity in clay loam soil. D: Level of doses, T: Incubation times.



Şekil 2. Kumlu tın toprakta kokopit uygulamasının tarla kapasitesi üzerine etkisi. D: Dozların seviyesi, T: İnkübasyon süreleri.

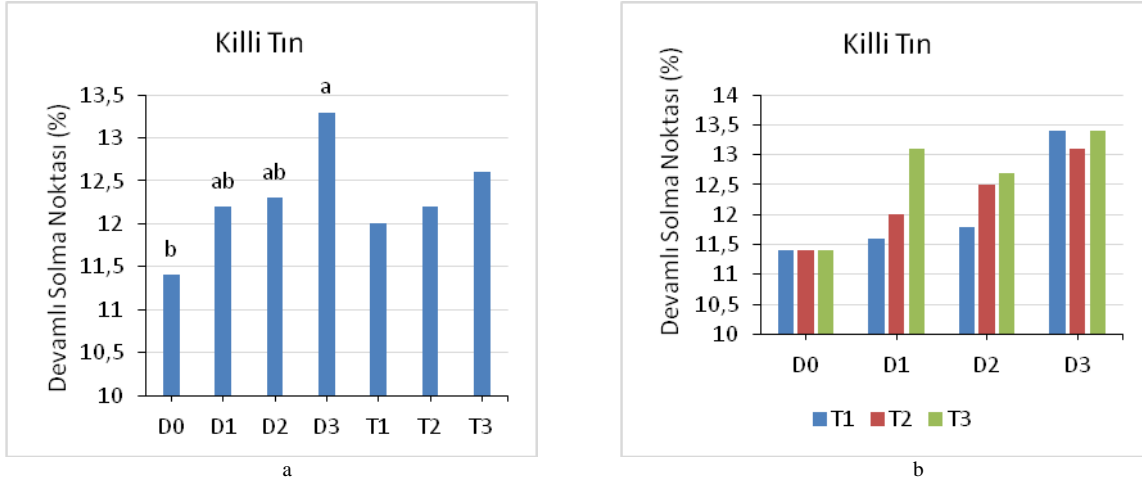
Figure 2. Effect of cocopeat application on field capacity in sandy soil. D: Level of doses, T: Incubation times.

Hem killi hem de kumlu toprakta inkübasyon süresine bağlı olarak TK seviyesinde önemli bir artış gözlenmemiştir. Killi toprakta D0, D2 ve D3'e göre farklı belirlenirken kumlu topraklarda D0, D1 ve D2 ile benzer bulunmuştur. Hem kumlu hem de killi topraklarda en yüksek su artışı D3 dozunda belirlenmiştir. Artan dozlarda kokopit uygulamalarının -10 kPa'da tutulan nem içeriğinde artış sağladığı Arachchi ve Somasiri (1997) tarafından belirtilmiştir. Artan dozda farklı toprak düzenleyici uygulamaları toprakların TK ve SN'lerini arttırmaktadır (Özdemir ve ark. 2014). Ayrıca, organik atık uygulamaları ile kil ve tınlı kum bünyeli toprakların su tutma kapasiteleri, diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri olumlu yönde etkilenmektedir (Candemir ve Gülser 2011).

Killi topraklara uygulanan kokopitin devamlı solma noktası üzerine etkisi Şekil 3'de belirtilmiştir. Inkübasyon süresi ile dozun etkisi önemli bulunmazken, doz uygulamalarındaki değişim devamlı solma noktasında (SN) istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0.01$) ve killi toprakların devamlı solma noktası %11.3-13.4 arasında değişim göstermiştir. Doz uygulamaları arasında en yüksek devamlı solma noktası %13.3 ile D3'de belirlenirken, D3, D2 ve D1 uygulamalarında istatistiksel olarak birbirine benzer sonuçlar

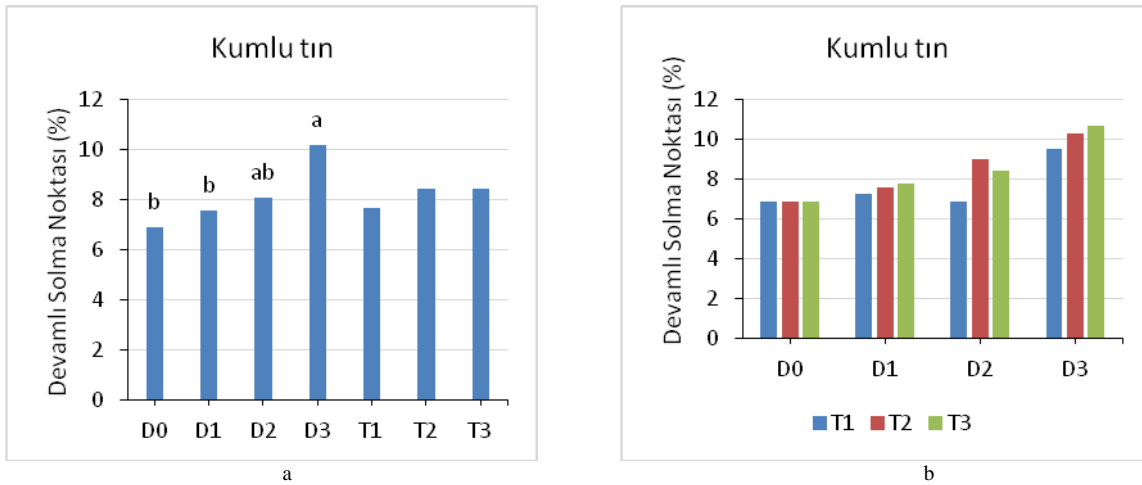
gözlemlenmiş, en düşük SN ise D0'da bulunmuştur (Şekil 3a). Kontrol uygulamasına göre D3 doz uygulamasında da %1.18'lik bir artış gözlenmiştir. Artan inkübasyon sürelerine bağlı olarak SN değerleri sırasıyla %12, 12.2, 12.6 olarak artış göstermiş fakat bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamaların etkileşimleri incelendiğinde en yüksek SN, T3'ün D3 dozunda, en düşük ise T1'in D0 dozunda belirlenmiştir (Şekil 3b). Organik bir materyal olan kokopitin su tutma üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Organik madde ile tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası arasında anlamlı ilişkilerin ($R^2: 0.567, 0.644$) olduğu literatürlerde de belirtilmiştir (Gülser 2004). Yine Yangyuoru ve ark. (2006) kokopit uygulaması ile sulamadan 5 gün sonra, kontrole kıyasla %100 daha fazla suyun tutulduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, organik düzenleyicilerin zamanla parçalanıp ayrılarak etkisini yitirmesinden dolayı sentetik düzenleyiciler üzerine daha fazla odaklanılabilmektedir.

Kumlu toprağa kokopit uygulamalarının etkisi Şekil 4'de belirtilmiştir. Uygulamaların ana etkilerinden doz uygulamaları istatistik olarak önemli ($P<0.05$) doz, inkübasyon süresi etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Toprakların SN değerleri %6.86-10.67 arasında değişim göstermiş,



Şekil 3. Killi tın toprakta kokopit uygulamasının devamlı solma noktası üzerine etkisi. D: Dozların seviyesi, T: İnkübasyon süreleri.

Figure 3. The effect of cocopeat application on permanent wilting point in clay soil. D: Level of doses, T: Incubation times.



Şekil 4. Kumlu tın toprakta kokopit uygulamasının devamlı solma noktası üzerine etkisi. D: Dozların seviyesi, T: İnkübasyon süreleri.

Figure 4. Effect of cocopeat application on permanent wilting point in sandy soil. D: Level of doses, T: Incubation times.

inkübasyon süresine bağlı olarak T1 süresinde %7.63 olan SN T2 ve T3'de benzer (%8.42) bulunmuştur (Şekil 4a). Doz uygulamalarının etkisinde en yüksek SN, D3 (10.17) en düşük ise D0 dozunda (%6.87) belirlenmiştir. D0, D1 ve D2 uygulamaları istatistik olarak birbirine benzer iken, D3 dozu D0 ve D1 doz uygulamalarından istatistiksel olarak farklı, D2 ile D3 doz uygulamaları ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar sergilemiştir (Şekil 4a). Uygulamaların interaksiyonları incelendiğinde değişim istatistiksel olarak önemli olmasa da en düşük SN, T2'nin D0 (%6.86) en yüksek ise T3'ün D3 (%10.67) uygulamasında bulunmuştur. Kontrolde göre kokopit uygulamalarıyla kumlu toprakların SN'sinde %3.81'lik bir artış gözlenmiştir (Şekil 4b). Özellikle kumlu topraklara uygulanan organik madde, suyu kendi bünyesinde tutarak yararlı su boşluklarını arttırmaktadır (Yılmaz ve Alagöz 2008).

Killi toprakta inkübasyon süresince düşük seviyelerde artış gösteren SN, kumlu toprakta T2 ve T3 süresince sabit kalmıştır. Killi toprakta doz uygulamalarına bağlı olarak genel bir artış olsa da bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kumlu topraklarda ise D3 dozu D0 ve D1 doz uygulamasına göre farklılık sergilemiştir. Genel olarak SN incelendiğinde kumlu topraklara uygulanan kokopit SN'de fazla artışa sebep olmamıştır. Düşük su tutma kapasitesine sahip materyallere kokopit uygulamaları ile daha iyi sonuçlar elde edilmekte (İlahi ve Ahmad 2017) olup organik bir atık olarak değerlendirilen kokopit'in %6.3 oranında kumlu topraklara uygulanmasıyla ideal su tutma kapasitesine ulaştığı literatürlerde bildirilmiştir (Arachchi ve Somasiri 1997).

Tüm tekstür grupları için kokopit uygulama dozlarının TK üzerine etkileri incelendiğinde D3 uygulaması diğer dozlardan istatistiksel olarak önemli bir değişim göstererek söz konusu uygulamayla en yüksek TK elde edilmiştir. Fakat SN'de D3 ve D2 arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamış, TK'daki aynı etki SN'de görülmemiştir. Söz konusu bu farklılık uygulanan materyalin gözenek yapısı ile ilgili olabilmektedir. Devamlı solma noktası üzerinde mikro gözenekliliğin daha etkili olduğu bilinmektedir (Reeve 1986). Ayrıca kokopitin ince fraksiyonunun kaba lifli durumuna göre daha fazla su tutma özelliğine sahip olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (Lodolini ve ark. 2017).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı dozlarda kokopit uygulamalarının inkübasyon süresine bağlı olarak farklı tekstürde (kumlu tın ve killi tın) toprakların tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası nem sabiteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. İnkübasyon süresine bağlı olarak nem sabitelerinde istatistiksel olarak önemli seviyede değişimler belirlenmemiştir. Kokopit uygulamalarının, ekonomik olarak uygulanabilirliği göz önüne alındığında devamlı solma noktasındaki optimum artışın D2 ile sağlandığı bulunmuştur. Her iki toprak grubu için tarla kapasitesindeki en iyi artış ise D3 uygulamasında belirlenmiştir. Kumlu ve killi topraklarda D3 ile tarla kapasitesi yaklaşık %8 oranında artarken, killi topraklarda devamlı solma noktası %1.18, kumlu topraklarda ise %3.81 seviyelerinde artış göstermiştir.

Çalışma sonunda, orta ve kaba bünyeli topraklarda su tutma kapasitesinin artırılması, sulama zamanlarının azaltılması ve genellikle bölgede bağ ve gül yetiştiricilikleri yapılan kumlu tın tekstürlü topraklarda suyun etkili kullanımı için kokopit materyalinin kullanılabilirliği belirlenmiştir. Ayrıca benzer çalışmaların arazi koşullarında, daha yüksek dozlar ve daha

küçük parçacık boyutuyla denenmesinin, problemlili olan toprak koşullarının iyileştirilmesi adına etkili olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abad M, Noguera P, Puchades R, Maquieira A, Noguera V (2002) Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology* 82(3): 241-245.
- Abdelfattah MA (2013) Pedogenesis, land management and soil classification in hyper-arid environments: results and implications from a case study in the United Arab Emirates. *Soil Use and Management* 29(2): 279-294.
- Arachchi LV, Somasiri LLW (1997) Use of coir dust on the productivity of coconut on sandy soils. In *Cocos* (12): 54-71.
- Bhardwaj AK, Shainberg I, Goldstein D, Warrington DN, Levy GJ (2007) Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils. *Soil Science Society of America Journal* 71(2): 406-412.
- Bhosale PR, Chonde SG, Nakade DB, Raut PD (2012) Studies on physico-chemical characteristics of waxed and dewaxed pressmud and its effect on water holding capacity of soil. *ISCA Journal of Biological Sciences* 1(1): 35-41.
- Candemir F, Gülser C (2011) Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42(1): 13-28.
- Dahnke WC, Whitney DA (1988) Measurement of soil salinity. *Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region* 221: 32-34.
- Demiralay İ (1993) Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Evans MR, Konduru S, Stamps RH (1996) Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. *HortScience* 31(6): 965-967.
- Gülser C (2004) Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerinin toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilişkili pedotransfer eşitliklerle belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(3): 19-23.
- İlahi WFF, Ahmad D (2017) A study on the physical and hydraulic characteristics of cocopeat perlite mixture as a growing media in containerized plant production. *Sains Malaysiana* 46(6): 975-980.
- Ippolito JA, Tarkalson DD, Lehrsch GA (2011) Zeolite soil application method affects inorganic nitrogen, moisture, and corn growth. *Soil Science* 176(3): 136-142.
- Jones Jr JB (1984) *A Laboratory Guide of Exercises in Conducting Soil Test, and Plant Analyses*. No. 631.42 J6.
- Kacar B (2009) Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kadioğlu B, Canbolat MY (2019) Organik ve inorganik materyallerin ince bünyeli toprağa ilavesi ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının hidrofiziksel özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 50(2): 107-114.
- Korkaç SY, Çimen Ş, Aklan F, Arabacıoğlu R, Köprülü H (2017) Bazı toprak iyileştiricilerin toprakların hidro-fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri. *Türkiye Ormanlık Dergisi* 18(2): 125-132.
- Lodolini EM, Pica F, Massetani F, Neri D (2017) Physical, chemical and biological properties of some alternative growing substrates. *European Journal of Science* 12(1): 32-38.
- Meral R, Demir AD, Demir Y, Malaslı MZ, Turan V (2015) The improvement of soil water holding capacity, infiltration rate, and aggregate stability with different soil conditioners. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(11): 3550-3555.
- Minitap (2020) Versiyon 19. <http://www.minitab.com/en-us/products/minitab/>. Erişim 01 Ocak 2020.

- Özdemir N, Gülser C, Ekberli İ, Kop ÖT (2014) Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 2(1): 27-32.
- Reeve MJ (1986) Water retention, porosity, and composition inter-relationships of alluvial soils in mid Hawke's Bay and their relevance in irrigation planning. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29(3): 457-468.
- Thombare N, Mishra S, Siddiqui MZ, Jha U, Singh D, Mahajan GR (2018) Design and development of guar gum based novel, superabsorbent and moisture retaining hydrogels for agricultural applications. *Carbohydrate Polymers* 185: 169-178.
- US Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and improvement of salina and alkali soils. *Agricultural Handbook* 60, U.S.D.A.
- Ülgen N, Yurtsever N (1988) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. 3. Baskı, TC Tarım Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, Ankara.
- Vijayalakshmi V, Nemichandrapa M, Reddy K.S, Ayyanagowdar MS (2012) Effect of polymers on moisture retention and soil water holding capacity. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 25(4): 469-471.
- Xu S, Zhang L, McLaughlin NB, Mi J, Chen Q, Liu J (2015) Effect of synthetic and natural water absorbing soil amendment soil physical properties under potato production in a semi-arid region. *Soil and Tillage Research* 148: 31-39.
- Yangyuoru M, Boateng E, Adiku SGK, Acquah D, Adjadeh TA, Mawunya F (2006) Effects of natural and synthetic soil conditioners on soil moisture retention and maize yield. *West Africa Journal of Applied Ecology (WAJAE)* 9(1): 6-18.
- Yılmaz E, Alagöz Z (2008) Organik madde toprak suyu ilişkisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 1(2): 15-21.



Tarla koşullarında doymamış toprak hidrolik iletkenliğinin belirlenmesi ve matematiksel modellenmesi

Determination of unsaturated hydraulic conductivity at field conditions and mathematical modeling

Alhan SARIYEV¹, Sertan SESVEREN², Yusuf TÜLÜN³, Harun KAMAN⁴, Mert ACAR¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Avşar Yerleşkesi, 46050, Onikişubat, Kahramanmaraş

³Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli, Mersin

⁴Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07059, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Sesveren, e-posta (e-mail): sesveren@ksu.edu.tr

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): asariyev@cu.edu.tr, yusuf.tulun@tarimorman.gov.tr, hkaman@akdeniz.edu.tr, acarmrt.06@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 07 Şubat 2020
Düzeltilme tarihi 08 Mayıs 2020
Kabul tarihi 19 Mayıs 2020

Anahtar Kelimeler:

TDR
Serbest drenaj yöntemi
Doymun olmayan hidrolik iletkenlik
Toprak su içeriği

ÖZ

Bu çalışmada, 37°00'53" K ve 35°21'24" D koordinatlarına sahip ağır bünyeli Arıklı toprak serisinde doymun olmayan toprak hidrolik iletkenliğinin belirlenmesi ve arazide yerinde ölçülen ile laboratuvarında ölçülen toprak hidrolik iletkenlik değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Serbest drenaj altında üzeri PE film ile kapatılmış toprak parsellerinin doymun hale getirilmesi için su uygulanmıştır. Toprak parselleri yaklaşık olarak 2×2 m boyutlarında oluşturulmuştur. Toprak su içeriği ve matriks emişin zamanla değişimi TDR ve tensiyometre ile izlenmiştir. Arıklı toprak serisine ilişkin hidrolik iletkenlik değeri 0.007-0.652 cm sa⁻¹ arasında hesaplanmıştır. Toprak-su karakteristiğine ilişkin matematiksel model geliştirilmiş ve model üstel bir fonksiyon ile ifade edilmiştir. Genel olarak, tarla koşullarında gözlemlenen hidrolik iletkenlik K (θ)_{göz} ile tahminlenen hidrolik iletkenlik K (ψ)_{mod} arasındaki uyum test edildiğinde; kök ortalama kare hatası (RMSE) 0.081 cm sa⁻¹ ve ortalama mutlak hata (MAE) 0.053 cm sa⁻¹ ile küçük olmakla beraber ortalama göreceli hata (MRE) değeri %16.5 ile yüksek bir hata değerine sahip olmuştur. Sonuçlar ayrıca, önerilen yaklaşımın kuru toprak suyu içeriğindeki K (θ)_{göz} tahminlemesinde doğru olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, doymun koşullarda iyi sonuç vermediği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak toprak su dinamiği çalışmalarında çalışma yapılacaksa, toprak hidrolik iletkenliğinin belirlenmesinde arazide yerinde ölçümlerin yapılması gerekmektedir.

ARTICLE INFO

Received 07 February 2020
Received in revised form 08 May 2020
Accepted 19 May 2020

Keywords:

TDR
Free drainage method
Unsaturated hydraulic conductivity
Soil water content

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the unsaturated soil hydraulic conductivity in the heavily structured Arıklı soil series with 37°00'53" N and 35°21'24" S coordinates and to compare the unsaturated soil hydraulic conductivity measured in the field and laboratory. Water applied to saturate soil plots, which were covered with PE film under free drainage. The soil plots of square shapes had 2×2 m-dimensions. Water content and matric suction of soil with time were monitored by TDR/tensiometer. Arıklı series hydraulic conductivity was calculated as 0.007-0.652 cm hr⁻¹. The mathematical model of soil-water characteristics was developed and models were expressed by exponential functions. When the agreement between K (θ)_{obs} observed in field conditions and estimated K (ψ)_{mod} was tested; root mean square error (RMSE) with 0.081 cm hr⁻¹ and mean absolute error (MAE) with 0.053 cm hr⁻¹ was small but the mean relative error (MRE) value had a high error value of 16.5%. The results also revealed that the proposed approach was accurate for predicting K (θ)_{obs} in the dry range of soil water content. However, good results were not obtained in saturation. If the soil-water dynamics studies will be carry out, on-site measurements should be made to determine soil hydraulic conductivity.

1. Giriş

Toprak hidrolik iletkenliği hidrolojik su döngüsünde önemli bir etkidir. Bundan dolayı topraklardaki su döngüsünün anlaşılmasında değişik toprak özellikleri ile ilişkili olarak hidrolik iletkenliğin sayısal büyüklüğünün belirlenmesi oldukça önemlidir. Toprakların hidrolik iletkenlik özelliğinin bilinmesi kil tipi, toprak sıkışması, toplam porozite, por büyüklük dağılımı, por geometrisi, bünye ve strüktür gibi toprak özellikleri hakkında fikirler vermekte ve çıkarımlar yapılmasına olanak sağlamaktadır (Öztekın ve ark. 2007; Rahimi ve ark. 2011). Ayrıca, toprakların geçirgenlik özelliklerini ve dolayısıyla topraklarda tuz ve tarımsal kimyasalların taşınma ve yıkanmasını kontrol eden önemli fiziksel bir özellik olup, tarım toprakları içinde büyük yersel değişkenlik göstermektedir (Smedema ve Rycroft 1988; Kırdı ve Sarıyev 2002). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında hidrolik iletkenlik tekstür ilişkisini ve hidrolik iletkenliğin toprak profili boyunca (vertikal) değişimi değerlendirildiğinde; özellikle toprak yüzey altı katmanlarında, gözeneklerin boyutuna bağlı olarak tekstürle hidrolik iletkenlik arasında doğru bir ilişki olduğu, yüzey katmanında ise bu ilişkinin yer yer gözlemlendiği belirtilmiştir. Bu farklılaşmanın; kullanılan amenajman teknikleri, arazi kullanım türleri ve toprakların organik madde içeriğinden kaynaklandığı varsayılmıştır (Özcan ve Akbulut 2006).

Hidrolik iletkenlik ya laboratuvarından toprak örnekleri üzerinde ya da arazide yerinde yapılan denemelerle saptanabilir. Her iki durumda da toprak kitlesinde belirli akış koşulları oluşturulmakta ve daha sonra ölçülen boşalım miktarının hidrolik iletkenlik değeri ile akış koşulları ve boşalım arasındaki ilişkiyi veren eşitlikte yerine konmasıyla hidrolik iletkenlik değeri hesaplanmaktadır (Gemalmaz 1992). Daima arazide yerinde ölçümler tercih edilmekle beraber, ölçüm hataları ve toprağın konumsal değişkenliği elde edilen değerlerin doğruluğunu azaltmaktadır. Yeteri doğrulukta bir hidrolik iletkenlik değeri için de, çok fazla emeğe ve zamana ihtiyaç vardır. Suyu doymamış toprak hidrolik iletkenliğin ölçülmesinde kullanılabilir birçok yöntem bulunmaktadır. Toprak-su karakteristik eğrisi (Talsma 1985), parça dağılım eğrilerine ilişkin veriler, infiltrasyon (Youngs 1987) ve suction permeameter (Cook 1991) yöntemleri kullanılabilir. Laboratuvar ölçümleri tarla koşullarındakine göre daha açık ve doğru olduğunu göstermektedir (Zhuang ve ark. 2001). Ancak, laboratuvar koşullarında sabit veya geçiş durumundaki akış koşullarının sağlanması oldukça zordur ve yöntem tarla koşullarını tamamen temsil etmeyebilir (Nandagiri ve Prasad 1996). Laboratuvar ve tarla yöntemlerinde değinilen problemler, teorik yaklaşımların kullanılmasını yaygın hale getirmiştir.

Bu yaklaşımlar; idealleştirilmiş sınır koşulları altında topraktaki suyun durumu ve hareketi ile ilgili matematiksel kuramlarla çalışmaktadır. Böyle kuramlar yalnız sınırlı yerlerde uygulanmakta ve gerçek tarla koşulları altında yararlı bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri de serbest drenaj yöntemidir. Rose ve ark. (1965) ve Watson (1966) tarafından önerilen yöntem kararsız su akışı ve hidrolik iletkenliğin ölçülmesine dayanan ve tarla koşullarında doymamış hidrolik iletkenliğin ölçülmesinde kolaylıkla kullanılabilir bir yöntemdir. Yöntem yalnız drenaj koşulları altında buharlaşma ve terleme önlendiğinde toprak ıslaklığının ve matrik tansiyon profilinin sık sık ve aynı anda ölçülmesini gerektirir (Watson 1966; Reichardt ve ark. 1998). Yöntem, ters modelleme yaklaşımları ile geliştirilebilir. Ters modelleme kestirimleri ile gözlemlenen veriler arasındaki farkları en aza

indirgeyerek doymamış olmayan akış koşullarında toprak özelliklerini temsil eden denklemleri kullanır. Ve doymamış olmayan hidrolik iletkenliğin en iyi tahminini verdiğine inanılmaktadır (Finsterle ve Faybishenko 1999; Zhang ve ark. 2003).

Son zamanlarda benzer olmayan ortam kavramları (*non-similar media concepts*) için yapılan yaklaşımlar üzerine durulmuştur (Comegna ve ark. 2000; Rahimi ve ark. 2011; Ahmadi ve Sepaskhah 2012). Toprak-su içeriğine bağlı olarak hidrolik iletkenliğin doymamış koşullardaki değeri, toprak yapısı ve gözenek özelliklerini kullanan tekniklerle (fiziksel esaslı, ampirik esaslı yada analitik) modelleme yapılabilmektedir. Analitik metotların daha güvenilir olduğu ve aynı zamanda geniş alanlarda gerçek koşulları daha iyi yansıttığı söylenebilir (Ahuja ve Williams 1991). Diğer taraftan, Tyler ve Wheatcraft (1989) bu teknikleri kullanmış ve çok yüksek su içeriklerinde gözlem değerleri ile hesaplanmış doymamış toprak hidrolik iletkenlik değerleri arasında oldukça başarılı bir eşleşme sağlandığını, çok düşük su içeriklerinde ise uygun veri kümelerinin oldukça sınırlı kaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, doymamış toprak hidrolik iletkenliğin belirlenmesinde farklı ölçeklerde ve yerinde ölçmek amacıyla uygulanabilir modeller vardır. Bunlar, doymamış toprak hidrolik iletkenlik esaslı, toprak su içeriği karakteristik eğrisi temelinde dayanan (Mualem 1976; van Genuchten 1980), por büyüklük dağılımı, por geometrisine dayanarak (Zhuang ve ark. 2000; Ahmadi ve Sepaskhah 2012; Ahmadi ve ark. 2015) geliştirilmiş ve denenmiştir. Az sayıda olmak üzere, pedotransfer eşitlikler hidrolik iletkenliğin doymamış (Zhuang ve ark. 2001; Mermoud ve Xu 2006) ve doymamış koşullardaki değerlerinin tahminlenmesinde de kullanılmıştır (Yakupoglu ve ark. 2013).

Sonuç olarak bu alanda temel bilgiler ile bunların uygulanabilirliği arasında zorluklar var olabilmektedir. Bu nedenle doymamış toprak durumundaki hidrolik iletkenliğin tarla koşullarında ölçülmesi ve modellenmesi için kullanılabilir duruma gelen çeşitli yöntemlerin test edilmesinde fayda olabileceği düşünülebilir. Bu çalışmada, günümüzde kullanılabilir durumda olan "serbest drenaj" metodu ile Çukurova Bölgesi Arıklı serisi toprak yapısına ilişkin doymamış hidrolik iletkenlik değerlerinin tarla koşullarında belirlenmesi ve modellenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme Çukurova Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yer alan Arıklı serisi üzerinde kurulmuş olup, 37°00'53" K ve 35°21'24" D koordinatlarına sahiptir. Söz konusu geçit seri toprağını tanımlamak amacıyla 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış örnekler alınmıştır. İleride farklı bağıntıların kurulması amacıyla geçit seri toprağına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Tekstür analizi hidrometre yöntemiyle Bouyoucos (1962)'a göre, tarla kapasitesi (33 kPa) ve solma noktasındaki (1500 kPa) su tutma kapasiteleri, Klute (1986)'e göre, organik madde modifiye edilmiş Lichterfelder yaş yakma yöntemine göre (Schlichting ve Blume 1966) yapılmıştır. Kireç, Scheibler kalsimetresi ile (McLean 1982), % Total tuz (1:1 toprak-su karışımında elektriksel iletkenliğe bağlı kondaktivite metodu ile (Black 1965), toprak reaksiyonu Beckman pH metresiyle belirlenmiştir (United States Salinity Laboratory Staff 1954). Alınan bozulmamış toprak örneklerinde makro, mikro ve toplam

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı özellikleri.**Table 1.** Some soil properties of the experimental area.

Derinlik (cm)	Organik mad. (%)	pH (1:1)	Tuz %	Kireç %	Kil			Silt (%)	Kum	Tekstür sınıfı
0-10	1.72	7.72	0.058	38.5	44.3	37.8	17.9	C		
10-20	1.79	7.68	0.055	38.6	43.4	36.5	20.1	C		
20-30	1.66	7.66	0.052	38.6	43.3	36.6	20.1	C		

Çizelge 2. Araştırma alanı toprağının 0-30 cm derinlikte bazı fiziksel özellikleri.**Table 2.** Some physical properties of the research area soil at a depth of 0-30 cm.

Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Hidrolik İletkenlik (cm sa ⁻¹)	Toplam gözeneklilik (%)	Mikro gözeneklilik (%)	Makro gözeneklilik (%)
0-10	1.26	0.15	57.62	36.37	21.25
10-20	1.27	0.14	56.20	35.31	20.89
20-30	1.30	0.13	55.32	34.35	20.97

gözeneklilik durumu, Danielson ve Sutherland (1986)'e; hacim ağırlığı Blake ve Hartge (1986)'ye göre yapılmıştır.

Toprakların suyu iletme ve geçirgenlik parametresi olan doymuş hidrolik iletkenlik değerleri, Klute ve Dirksen (1986)'in düşen yük metoduna göre aşağıdaki gibi yapılmıştır.

2.1. Değişken su yükü altında toprak geçirgenliği

Bozulmamış toprak örnekleri, 100 cm³ çelik silindirde alınmış saf suyla doyurulduktan sonra, çelik silindirin alt ve üst kısımlarına kapaklar yerleştirilmiştir. 100 cm³ boyundaki bürüt saf su ile doldurulmuş ve bürütün alt ucuna geçirilen borunun havası alınarak çelik silindirin alt kapağına takılarak bürütün kayıt edilmiş seviyesinden suyun geçmesi için uygulama başlatılmıştır. Örnekten su çıkışı görüldüğü zaman, bürütten düşüş kayıt edilerek, değişken su yükü altında toprak geçirgenliği için kullanılan ilgili formülle ($K = (a \cdot L / A \cdot t) \cdot \ln(H_1 / H_2)$) toprağın doymunluktaki hidrolik iletkenliği hesaplanmıştır. Yukarıdaki eşitlikte; a: pipet alanı, L: çelik silindirin boyu, A: toprak kesit alanı, t: zaman, H₁: pipet su yüksekliği, H₂: düşen su yüksekliğidir.

Laboratuvarında ilgili yöntemle elde edilen sonuçlar ile arazide serbest drenaj yöntemi ile elde edilmiş verilerin karşılaştırılması arazi ve laboratuvar çalışmaları bakımından önem arz etmektedir. Bu bakımdan teknik olarak yöntemi kısaca açıklamakta fayda vardır:

2.2. Teorik kısım (serbest drenaj yöntemi)

Çalışmanın temel yaklaşımını veren teorik eşitlik (1) aşağıda verilmiştir (Kırda ve Sarıyev 2002).

$$K(\bar{\theta}) \Big|_{z=L} = \left[\frac{dS/dt}{dH/dZ} \right]_{z=L,t} \quad (1)$$

Eşitlikte;

Ø: Toprak hacimsel su içeriği (cm³ cm⁻³); S: Kök bölgesinde depolanan su miktarı (cm³ cm⁻³); H: Toplam hidrolik yük (cm); Z: Toprak derinliği (cm); K(Ø): Toprak hidrolik iletkenliği (cm sa⁻¹); t: Zaman (saat).

Burada dS/dt ve dH/dZ sırasıyla, zaman ile eşdeğer su içeriğindeki (cm sa⁻¹) ve derinlik ile hidrolik yükteki (cm cm⁻¹) değişimleri ifade etmektedir.

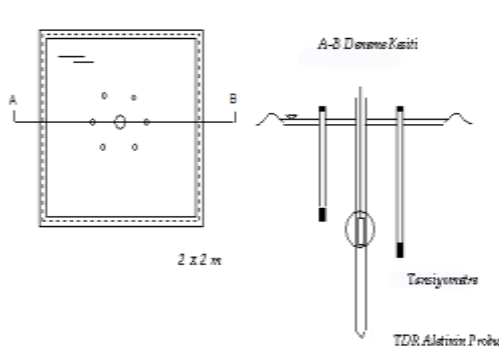
Serbest drenaj yönteminin uygulanabileceği koşullar altında, tarlada yapılacak ölçümlere ilişkin işlem sırası aşağıdaki gibidir:

1. Yaklaşık 2×2 m genişliğinde bir tava hazırlanmıştır. Tava kenarlarının 10-15 cm yüksekliğinde bir sırt olarak hazırlanması su verilmesini kolaylaştırmıştır. TDR problemleri tavanın merkezine yakın noktalara 15-30 cm ve 30-60 cm derinliklere yerleştirilmiştir. Tansiyometreler 15, 30, 45 ve 60 cm'ye çakılmıştır. Toprağın 60-70 cm derinliği doymun hale getirilecek miktarda parsel su verilmiştir. Tavaya verilmiş olan suyun tamamı infiltre olduktan sonra toprak yüzü plastik bir örtü ile kapatılmış ve böylece toprak yüzeyinden olabilecek buharlaşma (yukarı yöndeki su akışı) önlenmiştir. İlk 2 saat içerisinde özellikle toprak profili drenaj bölgesini (su içeriğinin azaldığı üst katmanları) kapsamak üzere farklı derinliklerde TDR ile toprak su içeriği ölçülmüştür. Ölçüm t= 0 da, Z= 10 veya Z= 15 cm derinlikten başlayarak tüm drenaj bölgesini (Z₀) kapsamak üzere yapılmıştır. Tüm drenaj bölgesini kapsayan bir set ölçüm tamamlandıktan sonra yine başa dönülerek yeni bir ölçüm seti başlatılmıştır. 2 saat sürekli ölçüm yapıldıktan sonra yeni ölçüm setleri 30 veya 60 dakika aralıklarla yapılmıştır. Tansiyometre okumaları ilk 2 saat içerisinde her 15 dakika da bir yapılmıştır. Tansiyometre verileri toprak derinliği ve ölçüm zamanını dikkate almıştır. İlk 24 saat içerisinde yapılan ölçümler başlangıçta dakika, saat sonrada gün aralıklarında yapılmıştır. Değişik zamanlarda matrik potansiyel ve su içeriği değerleri, değişik su içeriklerindeki hidrolik iletkenliğin hesaplanması için ölçülmüştür. Denemeye ait aletlerin tarla görünüşü ve şematik diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.

2. Akış diyagramı hesaplamalar için hazırlanmış ve kaydedilmiş zamanlarda doymun olmayan toprak hidrolik iletkenlik değişik su içeriklerinde verilmiş olan denklem 1. ile hesaplanmıştır. Doymunluk düzeyi sağlandığında, toprak plastik örtü ile kapatılmıştır. Farklı derinliklerde matrik emiş tansiyometreler ile belirlenmiştir. Toprak su içeriği TDR ile izlenmiştir. Elde edilen veri Excel'de değerlendirilmiştir (Çizelge 3 ve 4).

Aşağıda verilen literatürlerdeki ortak modeller toprak-su özellikleri ve hidrolik iletkenlik için kullanılmıştır (Bondarenko ve ark. 1982; Poluektov 1991; Sarıyev ve ark. 2007):

$$\psi_m = \psi_D \times EXP \cdot (A \times (\theta_D - \theta)) \quad (2) \quad K(\psi) = K_f \times (\psi_d / \psi)^m \quad (3)$$



Şekil 1. Deneme parcelindeki hidrolik iletkenliğin ölçülmesindeki tansiyometre ve TDR yerleşimi.

Figure 1. Installation of TDR and tensiometers in experimental plot for measuring hydraulic conductivity.

Çizelge 3. Tarla parsellerinde yapılmış olan hidrolik iletkenlik ölçümlerine ilişkin su içeriği (θ , $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) ve matrik emiş-toplam hidrolik yük (Ψ_m , cm).

Table 3. Water content (θ , $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) and matrix suction or total hydraulic load (Ψ_m , cm) related to hydraulic conductivity measurements made in the field plots.

Derinlik (cm)	Zaman (saat)								
	0	1	2	3	24	48	72	96	120
	Su içeriği (θ, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)								
20	0.51	0.50	0.49	0.47	0.45	0.44	0.43	0.42	0.40
30	0.50	0.49	0.47	0.46	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39
40	0.48	0.47	0.47	0.46	0.42	0.42	0.40	0.39	0.37
	Matrik emiş (Ψ_m, cm)								
15		12	13	14	40	72	101	135	130
30		18	20	35	58	89	135	180	220
45		32	34	50	69	100	148	190	231
40 cm için hesaplanmış değer		27.3	29.3	45.0	65.3	96.3	143.6	186.7	227.3

Çizelge 4. Toprağın $Z = 40$ cm derinliğinde yapılan hidrolik iletkenlik hesaplamalarının özeti.

Table 4. Summary of hydraulic conductivity calculations made at soil depth of $Z = 40$ cm.

Zaman (saat)	Hidrolik iletkenlik (K , cm sa^{-1})								
	0	1	2	3	24	48	72	96	120
Mean θ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	0.500	0.490	0.480	0.465	0.438	0.430	0.418	0.408	0.390
$q = dS/dt \Big _{z=40} = z^* (d\theta/dt)$		0.400	0.400	0.600	0.052	0.013	0.021	0.017	0.029
$dH/dz \Big _{z=40}$		0.61	0.65	1.24	1.01	0.97	1.71	2.07	3.89
$K(\theta)$ (cm sa^{-1})		0.652	0.612	0.484	0.052	0.013	0.012	0.008	0.007

Eşitlik 2'de; ψ_m matrik potansiyeli (cm H₂O); ψ_D doymuş koşullarda su potansiyeli (cm H₂O); A , toprak tekstürüne ilişkin katsayıdır; θ_D doymuş koşullarda toprak hacimsel su içeriğidir ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) ve θ ölçüm sırasında toprak hacimsel su içeriğidir ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$). Eşitlik 3'de, m yarı ampirik katsayıdır; K_f doymuş durumda hidrolik iletkenliktir (cm sa^{-1}).

Modelin tahminleme doğruluğu, ortalama mutlak hata (MAE), kök ortalama kare hatası (RMSE) ve ortalama göreceli hata (MRE) temel alınarak değerlendirilir:

$$\text{MAE} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^{i=N} |K_{\theta g \ddot{oz}} - K_{\psi \text{ mod}}| \quad (4)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (K_{\theta g \ddot{oz}} - K_{\psi \text{ mod}})^2}{N}} \quad (5)$$

$$\text{MRE} = \frac{100}{N} \times \sum_{i=1}^{i=N} \left(\frac{K_{\psi \text{ mod}} - K_{\theta g \ddot{oz}}}{K_{\theta g \ddot{oz}}} \right) \quad (6)$$

Ölçülen $K_{\theta g \ddot{oz}}$ deneysel olduğu ve modellenen $K_{\psi \text{ mod}}$ toprağın doymamış hidrolik iletkenliği tahmin edildiği durumlarda N , gözlem sayısıdır. Ayrıca, hesaplanan ve tahmin edilen değerler arasındaki doğrusal korelasyonu ölçmek için belirleme katsayısı (R^2) seçilmiştir. Bununla birlikte, R^2 matematiksel modele uyum derecesini yansıtır (Nath ve Chattopadhyay 2007). R^2 değeri 1'e ne kadar yakın olursa, model gerçek verilere o kadar iyi uyar.

3. Bulgular ve Tartışma

$K(\theta)$ değerleri 0.652-0.007 cm sa^{-1} arasında değişmiştir (Çizelge 4). Sonradan istenildiğinde hidrolik iletkenliğin toprak su içeriğine bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermek üzere üstel bir fonksiyon kullanılabilir veya zamansal boyutta hesaplanmış ve ölçülmüş hidrolik iletkenlikler arasındaki farklılıklar verilebilir. Şekil 2 incelendiğinde, su içeriğinin doymunluktan tarla kapasitesine doğru ve daha düşük su içeriği düzeylerine gidildikçe (24-120 saat) ölçülen ve modellenen doymamış hidrolik iletkenlik değerleri oldukça yüksek bir doğruluk göstermiştir. Bu, kullanılan ortak modellerin düşük toprak su içeriği aralığında $K(\theta)$ 'u tahmin edebildiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bu basit ölçeklendirme yaklaşımı $K(\theta)$ 'nın tarla kapasitesi ve daha düşük su içeriğinde tahmin edilmesinde başarılıdır.

Doymun ve yüksek toprak suyu içeriğinde, modelin, (I) toprak gözeneklerindeki suyun nispeten serbest hareketini etkili bir şekilde dikkate alamayacağını ve (II) muhtemelen diğer toprak yapı parametrelerinin (toprak bünyesi, makro gözenek yapısı, antropojenik modifikasyon) bu fenomene hâkim olduğu düşünülebilir. Bu durumu bazı araştırmacılar; (I) "Yüksek toprak suyu içeriğinde, iki akışkanlı bir faz sistemi söz konusudur. Bunlar farklı yüzey gerilimi olan su-katı ve su-hava arayüzleri ile sınırlandırılmış su dolu gözeneklerden ibarettir. Dolayısıyla modellerin performansını etkileyen su dolu gözenek alanların farklı geometrilere yol açabilecek olması dikkat çekicidir. Ancak bu, yüksek toprak su içeriği için kalibrasyon ve doğrulama verileri arasındaki uyumsuzluğu ortaya çıkarabilir" şeklinde açıklamaktadırlar (Lebeau ve Konrad 2010; Mohammadi ve Vanclouster 2011; Tokunaga 2011). (II) Sadeghi ve ark. (2011), toprağın hidrolik özelliklerinin ölçeklendirilmesinin performansının toprağın bünyesine ve başlangıçtaki toprak suyu içeriği koşullarına duyarlı olduğunu bildirmiştir. Bu koşullar altında, toprak bünyesinin bir sınıflandırmasının ve başlangıç koşullarının doğrulamadaki zayıf performansı giderilebileceğini bildirmişlerdir. Bu yaklaşım, su tutma eğrisine dayalı tahminleme ile birleştirildiğinde (Kosugi ve Hopmans 1998; Sadeghi ve ark.

2011), farklı alanlarda toprak hidrolik özellikleri için sağlam bir temel oluşturabilir.

Arlıklı serisine ait toprağın $K_{\theta g\ddot{u}z}$ ve $K_{\psi mod}$ arasındaki hata kriterleri Çizelge 5'te verilmiştir. RMSE, MRE ve MAE sırasıyla 0.081 cm sa^{-1} , %16.45 ve 0.053 cm sa^{-1} olarak hesaplanmıştır. RMSE ve MAE değerleri küçük olmakla beraber MRE değeri %16.5 ile yüksek bir hata değerine sahiptir. Bunun nedeni olarak Şekil 2'ye bakıldığında ilk 24 saat içerisinde doymun su içeriği düzeylerinde $K_{\theta g\ddot{u}z}$ ve $K_{\psi mod}$ arasındaki farkın yüksek olması hata payını yükselterek genel hata ortalamasını da artırmıştır.

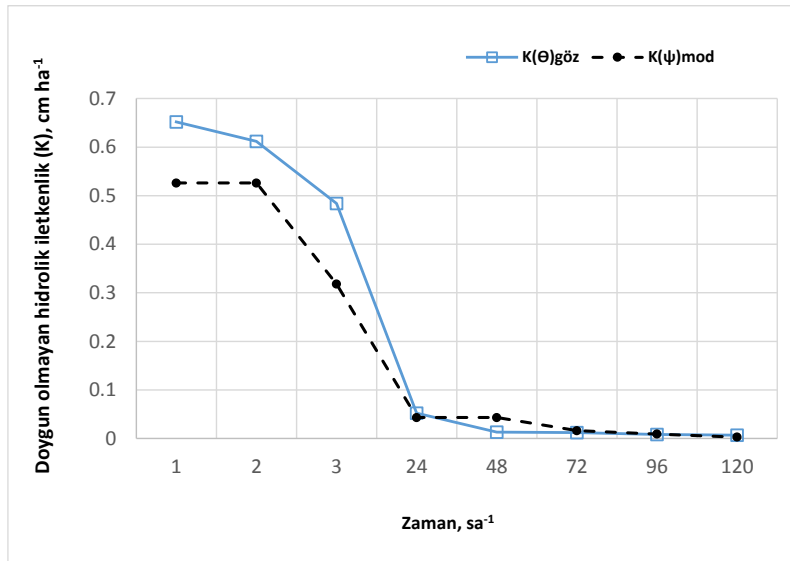
Çizelge 5. Araştırma alanı toprağına ilişkin doymamış hidrolik iletkenliğin tahminlenmesinde kullanılan modelin test sürecinde hata kriterleri.

Table 5. Error criteria during testing process of the model for prediction of unsaturated hydraulic conductivity of the research area soils.

Hata kriteri	Birim	Değer
RMSE	(cm sa^{-1})	0.081
MAE	(cm sa^{-1})	0.053
MRE	(%)	16.45
R^2	(---)	0.9812

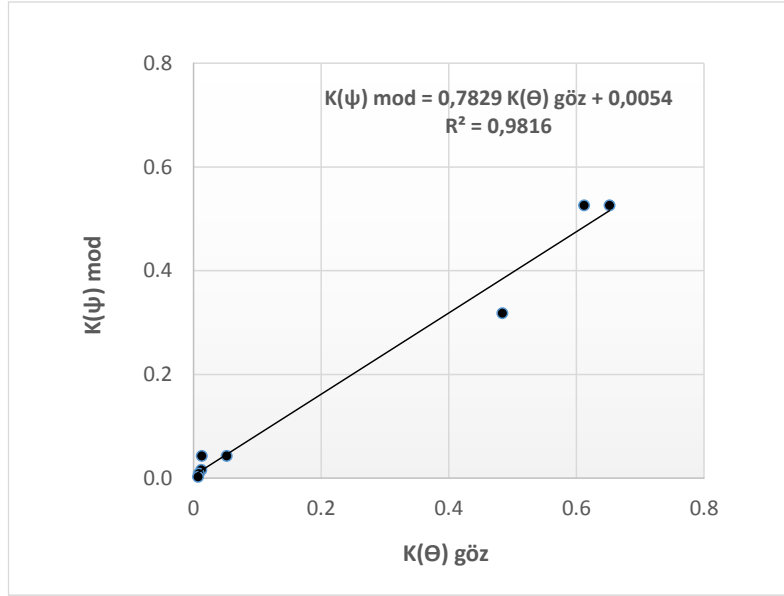
Al-Sulaiman ve Aboukarima (2016) Yapay Sinir Ağları (YSA) modelinin tarımsal toprakların doymamış hidrolik iletkenlik değerlerini tahmin etmede çok doğru olduğunu yaptıkları çalışmadaki RMSE (0.000333251 cm s^{-1}), MRE (%4.184) ve MAE (0.000284699 cm s^{-1}) değerleri arasında küçük bir hata ile ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, hesaplanan ve tahmin edilen değerler arasındaki doğrusal korelasyonu belirleme katsayısı (R^2) 0.9812 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Bu işlem sonucundaki $K_{\theta g\ddot{u}z}$ ve $K_{\psi mod}$ arasındaki ilişkiyi sunan denklem ise $K(\psi)_{mod} = 0.7829 K(\theta)_{g\ddot{u}z} + 0.0054$ şeklinde türetilmiştir.



Şekil 2. Zamana göre $K(\theta)_{g\ddot{u}z}$ ve $K(\psi)_{mod}$ arasındaki uyum.

Figure 2. Correlation between $K(\theta)_{obs}$ and $K(\psi)_{mod}$ over time.



Şekil 3. Kullanılan model ile tarla denemesi aşamasında toprağın öngörülen ve ölçülen doymamış hidrolik iletkenliği arasındaki ilişki.

Figure 3. Relationship between the measured and the predicted unsaturated hydraulic conductivity of soil during the field testing phase using the model.

Libardi ve ark. (1980) tarafından incelenen beş toprağın doymamış iletkenlikleri, önerilen ilişkiler kullanılarak su tutma eğrilerinden tahmin edilmiştir. Bu uyum, deneysel ve tahmin edilen değerler arasında 0.976 korelasyon katsayısı ile iyi bir uyum yakalamıştır. Bu uyum toprak hidrolik iletkenliğinin, 0.0001 mm sa⁻¹ ile 0.01 mm sa⁻¹ arasında ölçülen aralığında yüksek doğrulukta gerçekleşmiştir. Burada, araştırmacılar daha yüksek korelasyon katsayısının nedenini, "laboratuvar koşullarında hidrolik iletkenlik hesaplamaları sırasındaki zayıflık yada uygulama hatalarının, tarla koşullarında ölçümleme sırasındaki köklerin oluşturduğu kanallar ve büyük çatlaklar, makro gözenek akışına bağlı hatalardan daha az olması" olarak göstermişlerdir. Bu durum ölçüm değerlerini tahminlemede kullanılan denklemlerin teorik varsayımlarına daha yakın hale getirmektedir.

Burada verilen örnekler; sayısal modeller, laboratuvar koşullarında ve ampirik eşitliklere dayalı hesaplanmış verilerin kullanımının önemli ölçüde farklı sonuçlar vereceği de kesindir.

4. Sonuç

Toprakların hidrolik iletkenlik değeri doygunluktaki nem içeriğinden uzaklaştıkça hızlı bir şekilde azalmaktadır. Arazi koşullarında toprak su içeriği sürekli değişim gösterdiği için, toprak su dinamiği ve bütçesi çalışmalarında hidrolik iletkenliğin toprağın matrik emişine veya nem düzeyine bağlanması ve modellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Eşitlik (3)'de de görüldüğü gibi, toprak su içeriğinin azalması (matrik emişin artması), hidrolik iletkenliğin de ortamdaki duruma göre doygunluktan uzaklaşacağına matematik ifadesini yansıtmaktadır. Yapılan çalışmada serbest drenaj yöntemi ile toprak neminin azalmasıyla, hidrolik iletkenlik değerinin düştüğü görülmektedir. Arıklı serisinin hidrolik iletkenliği 0.652 cm sa⁻¹'ten 0.007 cm sa⁻¹'ye düşmüştür.

Araştırmadaki asıl amacımız arazide yerinde ölçülen hidrolik iletkenlik ile laboratuvar da ölçülen hidrolik iletkenliğin karşılaştırılması olmuştur. Toprak suyunun dinamiğini çalışacak kişiler hidrolik iletkenliği kullanacaksa bunun arazide ölçülmesi

gerekmektedir. Çünkü arazide yerinde yani bozulmamış toprakta su akışı ile laboratuvar ortamına taşıdığımız bozulmamış örnekte düşen su yükünde ölçülen hidrolik iletkenlik değerleri çok farklılık göstermekte ve laboratuvar ortamında ölçülen hidrolik iletkenlik değerleri araziye uygulandığında sıkıntılar çıkarabilmektedir. Yapılan çalışma bunu destekler niteliktedir. Toprak su dinamiği çalışmalarında, ölçümlerin arazide yerinde yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde laboratuvar ortamında ölçülen değerlerin araziye uygulanmasında sıkıntılar doğabilmektedir. Laboratuvar ortamında çalışma yapılması durumunda Bondarenko ve ark. (1982)'nin kullandığı eşitlik ile arazi çalışmalarında doymamış koşullarda hidrolik iletkenlik değerlerine ulaşılabilen ya da tahmin edilebilmektedir.

Toprak hidrolik iletkenlik modellerinin geliştirilmesi üzerine gelecekteki araştırmalar, nispeten yüksek toprak nem içeriğinde K(Θ)'yi etkileyen spesifik toprak fiziksel parametrelerin ayrıntılı olarak odaklanmalıdır. Temel toprak yapısını ve gözenek geometrisi içeren pedotransfer fonksiyonlarının geliştirilmesi, daha doğru ölçeklendirme faktörlerinin elde edilmesine yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

- Ahmadi SH, Sepaskhah AR (2012) Prediction of saturated hydraulic conductivity of compacted soils using empirical scaling factors. Archives of Agronomy and Soil Science 58: 1303-1316.
- Ahmadi SH, Sepaskhah AR, Fooladmand HR (2015) A simple approach to predicting unsaturated hydraulic conductivity based on empirically scaled microscopic characteristic length. Hydrological Sciences Journal 60(2): 326-335.
- Ahuja LR, Naney JW, Nielsen DR (1991) Scaling soil water properties and infiltration modeling. Soil Science Society of America Journal 48: 970-973.
- Al-Sulaiman M, Aboukarima A (2016) Prediction of unsaturated hydraulic conductivity of agricultural soils using artificial neural network and c#. Journal of Agriculture and Ecology Research International 5(4): 1-15.

- Black CA (1965) Methods of soil analysis part-II. America Society of Agronomy-Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, pp. 1372-1376.
- Blake GR, Hartge KH (1986) in ed.: A. Klute, Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods, Agronomy. Monograph 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison WI, pp. 363-375.
- Bondarenko HF, Jukovsky EE, Muskin IG, Nerpin SV, Poluektov RA, Uskov IB (1982) Simulation of Agroecosystem Productivity, Russia.
- Bouyoucos GJ (1951) A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43: 435-438.
- Comegna V, Damiani P, Sommella A (2000) Scaling the saturated hydraulic conductivity of a vertic ustorthens soil under conventional and minimum tillage. *Soil and Tillage Research* 54: 1-9.
- Cook FJ (1991) Calculation of hydraulic conductivity from suction permeameter measurements. *Soil Science*, pp. 321-325.
- Danielson RE, Sutherland PL (1986) Porosity. *Methods of Soil Analysis Part 1, Physical and Mineralogical Methods Second Edition*, pp. 443-462.
- Finsterle S, Faybishenko B (1999) Inverse modeling of a radial multistep outflow experiment for determining unsaturated hydraulic properties. *Water Resources Research* 2: 431-444.
- Gemalmaz E (1992) Örneklenen toprak hacmi ile arazide ölçülen hidrolik iletkenlik değerlerinin varyansı arasındaki ilişki, IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tanımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Erzurum.
- Kırda C, Sarıyev A (2002) Toprak Fiziki. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel yayın No: 245, Ders Kitapları Yayın No: A-79, Adana.
- Klute A (1986) Water Retention: Laboratory Methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*. (Ed: A. Klute) Agronomy. Monograph. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison WI. pp. 635-662.
- Klute A, Dirksen C (1986) in ed.: A. Klute, *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy. Monograph. 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison WI, pp. 687-734.
- Kosugi K, Hopmans JW (1998) Scaling water retention curves for soils with lognormal pore-size distribution. *Soil Science Society of America Journal* 62: 1496-1505.
- Lebeau M, Konrad JM (2010) A new capillary and thin film flow model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resources Research* 46: W12554 doi: 10.1029/2010WR009092.
- Libardi PL, Reichardt K, Nielsen DR, Biggar JW (1980) Simple field methods for estimating soil hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal* 44: 3-7.
- McLean EO (1982) Soil pH and lime requirement. In Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis. Part 2 - Chemical and microbiological properties*. (2nd Ed.). *Agronomy* 9: 199-223.
- Mermoud A, Xu D (2006) Comparative analysis of three methods to generate soil hydraulic functions. *Soil Tillage Research* 87: 89-100.
- Mohammadi MH and Vanclooster M (2011) Predicting the soil moisture characteristic curve from particle size distribution with a simple conceptual model. *Vadose Zone Journal* 10: 594-602.
- Mualem Y (1976) A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resources Research* 12: 513-520.
- Nandagiri L, Prasad R (1996) Field evaluation of unsaturated hydraulic conductivity models and parameter estimation from retention data. *Journal of Hydrology* 179: 197-205.
- Nath A, Chattopadhyay PK (2007) Optimization of oven toasting for improving crispness and other quality attributes of ready to eat potato-soy snack using response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 80(4): 1282-1292.
- Özcan H, Akbulut C (2006) 1. Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli-2006 (UZAL-CBS-2006), İstanbul Teknik Üniversitesi. http://uzalCBS.org/wpcontent/uploads/2016/11/2006_16.pdf.19/06/2019.
- Öztekin T, Cemek B, Brown L (2007) Pedotransfer functions for the hydraulic properties of layered soils. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 77-86.
- Poluektov RA (1991) *Simulation of Agroecosystem Dynamics, Gidrometoizadat*, St.Petersburg, Russia, pp. 312.
- Rahimi A, Sepaskhah AR, Ahmadi SH (2011) Evaluation of different methods for prediction of saturated hydraulic conductivity of tilled and untilled soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 57: 899-914.
- Reichardt K, Portetan-Filho O, Libardi PL, Bacchi OS, Moraes SO, Oliveria JCM, Fallerios MC (1998) Critical analysis of the field determination of soil hydraulic conductivity functions using the flux-gradient approach. *Soil Tillage Research* 48: 81-89.
- Rose CW, Stem WR, Drummond JE (1965) Determination of hydraulic conductivity as a function of depth and water content for soil in situ. *Australian Journal of Soil Research* 3: 1-9.
- Sadeghi M, Ghahraman B, Davary K, Hasheminia SM, Reichardt K (2011) Scaling to generalize a single solution of Richards' equation for soil water redistribution. *Scientia Agricola (Piracicaba, Brazil)* 68: 582-591.
- Sarıyev A, Polat V, Müjdecı M, Yusufova M, Akça E (2007) Mathematical modelling of soil hydraulic properties and numerical analyses of moisture dynamic. *Asian Journal of Chemistry* 19(4): 3125-3131.
- Schlichting E, Blume HP (1966) *Bodenkundliches praktikum*. Verlag Paul Paney, Hamburg und Berlin, pp. 121-125.
- Smedema LK, Rycroft DW (1988) *Land Drainage*. B T Batsford Ltd. London, ISBN 0-7134-6045-8.
- Talsma T (1985) Prediction of hydraulic conductivity from soil water retention data. *Soil Science* 140: 184-188.
- Tokunaga, TK (2011) Physicochemical controls on adsorbed water film thickness in unsaturated geological media. *Water Resources Research* 47: W08514, doi: 10.1029/2011WR010676.
- Tyler SW, Wheatcraft SW (1989) Application of fractal mathematics to soil water retention estimation. *Soil Science Society of America* 53: 987-996.
- United State Salinity Laboratory Staff (1954) *Diagnosis and Improvement of Soil Saline and Alkaline Soils*. Agricultural Handbook No: 60.
- van Genuchten MT (1980) A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* 44: 892-898. doi: 10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x.
- Watson KK (1966) An instantaneous profile method for determining the hydraulic conductivity of unsaturated porous materials. *Water Resources Research* 2: 709-715.

- Yakupođlu T, Şişman AÖ, Karagöktař M, Demir ÖF (2013) Toprakların doygun koşullardaki hidrolik iletkenlik değerlerinin pedotransfer eşitlikler ile tahminlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi 8(1): 84-92.
- Youngs EG (1987) Estimating hydraulic conductivity values from ring infiltrometer measurements. *European Journal of Soil Science* 38(4): 623-632.
- Zhang ZF, Andy L, Gee GW (2003) Estimating soil hydraulic parameters of a field drainage experiment using inverse techniques. *Vadose Zone Journal* 2: 201-211.
- Zhuang J, Nakayama K, Yu GR, Miyazaki T (2000) Scaling of saturated hydraulic conductivity: A comparison of models. *Soil Science* 165: 718-727. doi: 10.1097/00010694-200009000-00005.
- Zhuang J, Nakayama K, Yu GR, Miyazaki T (2001) Predicting unsaturated hydraulic conductivity of soil based on some basic soil properties. *Soil and Tillage Research* 59: 143-154. doi: 10.1016/S0167-1987(01)00160-X.



Ordu ilindeki sığırçılık işletmelerinin ırk tercihinin ve önemli sorunlarının belirlenmesi*

Determination of breed preference and important problems of cattle enterprises in Ordu province

Sezai ALKAN¹ , Zeki GÜNEY²

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, ORDU

²Ünye Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, ORDU

Sorumlu yazar (Corresponding author): S. Alkan, e-posta (e-mail): sezaialkan61@gmail.com

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 08 Ocak 2020
Düzeltilme tarihi 25 Şubat 2020
Kabul tarihi 26 Şubat 2020

Anahtar Kelimeler:

Ordu ili
Sığırçılık işletmesi
İrk tercihi
Sorun

ÖZ

Bu çalışmada, Ordu ilindeki sığırçılık işletmelerindeki sığır ırklarının ve önemli sorunlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada Ordu ilinin merkezinde ve ilçelerinde bulunan 517 adet sığırçılık işletmesinde yapılan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Anket yapılan işletmeler hayvan sayılarına göre ≤ 5 büyükbaş, 6-15 büyükbaş, 16-29 büyükbaş ve ≥ 30 büyükbaş olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Araştırmada, işletmelerde kullanılan hayvanların %45.07'sini melez, %31.53'ünü yerli ve %14.12'sini ise kültür ırklarının oluşturduğu saptanmıştır. İşletmelerin en önemli sorunları yem fiyatlarının yüksek olması (%48.55) ve ürünlerin fiyatına satılamaması (%34.43) olarak belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 08 January 2020
Received in revised form 25 February 2020
Accepted 26 February 2020

Keywords:

Ordu province
Cattle enterprise
Breed presence
Problem

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the animal breeds and important problems of cattle enterprises in Ordu province. In the study, data that were obtained by conducting surveys in 517 cattle farms located in the center and districts of Ordu province were used. The surveyed enterprises were divided into four groups according to the number of animals that they have; ≤ 5 cattle, 6-15 cattle, 16-29 cattle and ≥ 30 cattle. In the research, 45.07% of the animals used in enterprises were cross-bred, 31.53% were domestic and 14.12% were culture breeds. The most important problems of the enterprises are the high feed prices (48.55%) and not being able to sell products at a value price (34.43%).

*BY-1706 proje numarası ile desteklenen Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

1. Giriş

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenebilmelerinde hayvansal kaynaklı proteinler önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan birçok çalışmada yetişkin bir insanın günde 70 g proteine ihtiyacı olduğu ve bu ihtiyacın yaklaşık olarak %40'ının hayvansal kaynaklı proteinlerden karşılanması gerektiği ortaya konulmuştur (Alkan ve Güney 2019; Alkan ve Ünlü 2019). Yeterli ve dengeli beslenmede önemli rolü bulunan hayvancılık sektörü milli geliri ve istihdamı artırmasının yanında birim yatırıma yüksek katma değer kazandırması, çeşitli sanayi dallarına hammadde sağlaması ve kalkınmaya katkıda bulunması açısından büyük önem taşımaktadır (İçöz 2004). Ayrıca, hayvancılık kırsal alandaki açık ve gizli işsizliğin azaltılmasında ve kırsaldan şehirlere olan göçün önlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'de hayvancılık

işletmelerinin çoğu geleneksel uygulamalardan vazgeçerek modern işletmelere sahip olmuş bulunmaktadır. Sığırçılık işletmelerinin modernleşmesi küresel rekabete ayak uydurabilmeleri açısından günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir.

Sığırçılık faaliyetleri uzun zaman gerektirmekte olup faaliyete başlandıktan yapılan yatırımların başka yatırımlara çevrilmesi oldukça zor olmaktadır. Bundan dolayı da yetiştiricilerin hayvancılığı bırakıp başka sektörlerle geçmeleri kolay olmamaktadır (Şahin ve Yılmaz 2008). Sığırçılık faaliyetinde yöre şartlarına uygun hayvan ırklarının seçilmesi yanında, işletmenin mevcut kapasitesi, yetiştiricilerin bilinç düzeyi, sürü yönetimi, barınak şartları, işgücünün niteliği, besleme teknikleri ve sağlık koruma gibi etmenler üretimi

doğrudan etkilemektedir. Üretimde sağlanan teknik başarı, işletme karlılığı ve verimliliği doğrudan etkilemektedir (Demir ve ark. 2013).

Türkiye’de artan nüfus ve yükselen sosyo-ekonomik refaha bağlı olarak hayvansal ürünlere olan talebin giderek artması, üretim ve verimliliğin artırılmasını da gerekli kılmaktadır. Ancak kırsal kesimdeki işletmelerin halen önemli bir kısmının geleneksel ve polikültür yapıda, ekonomik bilinçten uzak olmaları önemli bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim hayvancılık sektöründeki yapısal sorunlar, üreticilerin örgütlenme yetersizliği, girdilerin yüksek olması, ürünlerin pazarlanmasında yaşanan sorunlar üreticilerin mağdur olmasına neden olmaktadır (Aral ve Cevger 2000; Şahin ve ark. 2001; Günlü ve ark. 2006). Bu bakımdan sığırcılık işletmelerinde üretim maliyetlerini dikkate alan, üreticiye karlı ve verimli çalışma imkânı sağlayan fiyat ve pazar eksensiz destekleme politikalarının etkin şekilde uygulamaya konulması gerekmektedir (Demir ve ark. 2014).

Bu çalışmada, Ordu ili sınırları içerisinde sığırcılık faaliyetinde bulunan işletmelerindeki hayvan varlığının ve önemli sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Ordu ilinde kayıtlı 42958 sığırcılık işletmesi bulunmakta olup (Türk-Vet Kayıt Sistemi 2016) araştırmanın materyalini bu işletmelerden tabakalı örnekleme yöntemine göre seçilen toplam 517 adet işletme oluşturmuştur. İşletmeler büyüklüklerine göre ≤ 5 baş, 6-15 baş, 16-29 baş ve ≥ 30 baş olmak üzere 4 farklı gruba ayrılmıştır. Örneğe girecek işletme sayıları %1 hata payı (α) %99 güven aralığı dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Yamane 1967).

$$n = \frac{N \sum N_h S_h^2}{N^2 * D^2 + \sum N_h S_h^2}, \quad D^2 = \frac{d^2}{Z^2}$$

Formülde;

n= Örnek hacmi

N= Populasyondaki toplam işletme sayısı

N_h = h. tabakadaki işletme sayısı

S_h = h. tabakadaki standart sapma

d= Populasyon ortalamasından izin verilen hata miktarı

Z= İzin verilen hata miktarına göre Z-tablo değeridir.

Belirlenen örnek genişliğinin tabakalara dağıtımında orantılı dağıtım yöntemi kullanılmış ve aşağıdaki formül ile tabakaların genişlikleri hesaplanmıştır. Anketlerin değerlendirilmesinde SPSS İstatistik Paket Programı kullanılmıştır (SPSS 2008).

$$n_h = \left(\frac{N_h}{N} \right) n$$

Formülde;

n_h = h. tabakadaki anket sayısı

N_h = h. tabakadaki işletme sayısı

N= Toplam işletme sayısıdır.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada incelenen sığırcılık işletmelerinin tabakalara göre dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletmelerin tabakalara göre dağılımı.

Table 1. Distribution of enterprises by classification.

Hayvan sayısı	n	%
≤ 5 baş	325	62.86
6-15 baş	137	26.50
16-29 baş	27	5.22
≥ 30 baş	28	5.42

Çizelge 1’de görüldüğü üzere, çalışmada incelenen işletmelerden %62.86’sı (325 işletme) ≤ 5 baş, %26.50’si (137 işletme) 6-15 baş, %5.22’si (27 işletme) 16-29 baş ve %5.42’si ise (28 işletme) ≥ 30 baş hayvan sayısına sahiptir. Ordu ili genellikle engebeli arazi yapısına sahip olduğundan dolayı yeterli ekilebilir arazi bulunmamaktadır. Bu nedenle işletmelerin önemli bir kısmı küçük aile işletmeleri şeklinde olup 5 ve daha az hayvana sahiptirler. Alkan ve Ünlü (2019) Giresun ilinde yaptıkları çalışmada, işletmelerin %91’inin 15 baş ve daha az sayıda hayvana sahip olan küçük aile işletmelerden ve geri kalanların ise 15 baş ve daha fazla hayvana sahip olan işletmelerden oluştuğunu belirtmiştir. Demir ve Ayvazoğlu (2012) tarafından Kars ilinde yapılan çalışmada ise işletme başına ortalama sığır sayısı 8.2 baş olarak tespit edilmiştir. Kuşkusuz işletme büyüklükleri yatırılan sermayeye, işletmeden beklentilere ve bilgi birikimine bağlı olarak değişmektedir. Bu değerler hayvan varlığını belirleyen ana etmenlerdir. Güğercin ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, incelenen sığırcılık işletmelerden %30’unda hayvan varlığının 200 adetten fazla, %20’sinde 101-200 arasında, %30’unda 51-100 arasında ve %20’sinde ise 50 adetten az olduğu belirlenmiştir. Yine, Demir ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, incelenen sığırcılık işletmelerinin %26.5’inde 1-5 baş, %29.6’sında 6-10 baş, %27.8’inde 11-20 baş ve %16’sında ise 21 baş ve daha fazla sağmal sığır bulunduğu saptanmıştır. Demir ve Aral (2009) yaptıkları bir çalışmada, inceledikleri sığırcılık işletmelerinin %63.8’inin 1-10 baş sığır sahibi küçük ölçekli işletmelerden, %28.8’inin 11-20 baş sığır ile orta ölçekli işletmelerden ve %7.5’inin 21-30 baş sığır sahibi büyük ölçekli işletmelerden oluştuğunu belirlemişlerdir.

Araştırmada incelenen sığırcılık işletmelerindeki sığır ırklarının dağılımı Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Sığırcılık işletmelerdeki sığır ırklarının dağılımı.

Table 2. Distribution of cattle breeds in cattle enterprises.

Sığır ırkları	n	%
Yerli ırklar	163	31.53
Melez ırklar	233	45.07
Kültür ırkları	73	14.12
Yerli ırklar + Melez ırklar	6	1.16
Melez + Kültür ırkları	29	5.61
Yerli + Melez + Kültür ırkları	13	2.51

Çizelge 2’de özetlendiği gibi, çalışmada incelenen işletmelerin %45.07’sinde melez genotipler, %31.53’ünde yerli sığır ırkları ve sadece %14.12’sinde kültür ırkı sığırlar bulunmaktadır. Ordu ilindeki arazi yapısının engebeli olması nedeniyle özellikle iri yapılı kültür ırkı süt sığırlarının merada otlaması zor olduğundan işletmelerde yetiştirilen kültür ırkı sığır sayısı da azdır. Ancak, son zamanlarda artan suni tohumlama sayesinde melez sığırların sayısı arttığından, işletmelerin önemli bir kısmında melez sığırlar

kullanılmaktadır. Şeker ve ark. (2012), Muş ilinde yaptıkları araştırmada kültür ırklarından Esmer ve Simmental ırkın daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir. Şahin ve ark. (2001) tarafından Van ili ve ilçelerinde yapılan bir araştırmada, işletmelerin %61.1'inde Sarı Alaca, %33.5 'inde Siyah Alaca ve %5.4'ünde ise Esmer ırk kullanıldığı tespit edilmiştir. İnan (1992) Tekirdağ ilinde yaptığı bir araştırmada, incelediği sığırcılık işletmelerindeki sığırların %75'inin Siyah Alaca, %20.8'inin Montofon ve %4.2'sinin ise melez genotiplerden oluştuğunu belirlemiştir.

Tekirdağ iline bağlı köylerdeki 46 süt üretim işletmesinde sığırların %75'inin Siyah Alaca, %20.8'inin Montofon ve %4.2'sinin ise karışık ırklardan oluştuğu bildirilmiştir (İnan 1992). Demir ve ark. (2014) tarafından yapılan araştırmada, incelenen sığırcılık işletmelerindeki sığırların %38.3'ünün yerli ırk, %34'ünün kültür+melez ırk ve %27.8'ininde yerli+melez genotiplerden oluştuğu belirlenmiştir. Yine aynı araştırmada, küçük ölçekli işletmelerde daha çok yerli ırk sığırların, büyük ölçekli işletmelerde ise kültür + melez ırkı sığırların yoğun olarak bulunduğu saptanmıştır. Tutkun (1999) Diyarbakır ili merkez ilçesine bağlı köylerde 103 işletmede yaptığı araştırmada, işletmelerdeki sığır varlığının Siyah Alaca (%31.3), Siyah Alaca melezi (%47.1), Esmer (%0.3), Esmer melezi (%0.4) ve yerli ırklardan (%20.81) oluştuğunu bildirmiştir. İldız (1999) Tokat ilinde ithal sığır yetiştiren işletmelerde yaptığı araştırmada, işletmelerde yetiştirilen toplam sığır varlığının çoğunluğunun (%55.23) Esmer ırk sığırlardan oluştuğunu ve bu işletmelerin %17.78'inde 1-5 baş, %44.44'ünde 6-10 baş ve %37.78'inde 11 baş sığır bulunduğunu tespit etmiştir.

Araştırmada incelenen sığırcılık işletmelerinde belirlenen önemli sorunların dağılımı Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sığırcılık işletmelerinin en önemli sorunları.

Table 3. The most important problems of cattle enterprises.

Sorunlar	n	%
Ürünlerin fiyatına pazarlanmaması	178	34.43
Yem fiyatlarının yüksek olması	251	48.55
Sağlık-koruma hizmetleri	3	0.58
Ürünlerin fiyatına pazarlanamaması+Yem fiyatlarının yüksek olması	59	11.41
Ürünlerin fiyatına pazarlanamaması + Sağlık-koruma hizmetleri	1	0.19
Yem fiyatlarının yüksek olması + Sağlık-koruma hizmetleri	11	2.13
Ürünlerin fiyatına pazarlanamaması+ Yem fiyatlarının yüksek olması+ Sağlık-koruma hizmetleri	14	2.71

Çizelgede görüldüğü gibi, işletmelerin %48.55'inde önemli sorunun yem fiyatlarının yüksek olması, %34.43 ünde ise ürünlerin değer fiyatına pazarlanamaması olarak belirlenmiştir. Öztürk ve Karkacier (2008) yaptıkları bir araştırmada, sığırcılık işletmelerinin en önemli sorunlarını pazar, kredi, yem fiyatının yüksekliği ve süt fiyatının düşüklüğü olarak belirlemişlerdir. Ankete katılanların neredeyse yarısı yem fiyatlarının yüksek olmasını en büyük sorun olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Çünkü çoğu işletmeler kendi öz imkânları ile işletmeyi yürüttükleri için gelirlerinin çoğunu yem parası olarak harcamaktadırlar. Özellikle kış aylarında hayvanlar bahçelere çıkıp otlamayadığı ve ahırda kaldıklarından bu masraf daha fazla olmaktadır. Ayrıca elde edilen ürünlerin değer fiyatından

daha düşüğe pazarlamaları işletme sahiplerinin işini daha da zorlaştırmaktadır. Ağrı ilinde yapılan bir araştırmada, sığırcılık işletmelerinin ana sorunları sırasıyla hastalıklar (%49.58), pazar (%48.74) ve süt fiyatı (%1.68) olarak belirlenmiştir (Bakan ve Aydın 2016). Şahin ve Gürsoy (2016) tarafından yapılan araştırmada, sığırcılık işletmelerinde görülen sorunlar arasında ilk sırayı %75.58 ile yem fiyatlarının yüksekliği alırken, bunu %68.60 ile yaylaların kurak ve yetersiz olması, %33.72 ile hayvanları ucuz olması, %30.23 ile yem bitkisi yetiştirememesi ve %15.12 ile bakım masraflarının yüksek olmasının izlediği saptanmıştır. Konuyla ilgili yapılan diğer araştırmalarda sığırcılık işletmelerinin sorunları süt fiyatının düşük olması, yem giderlerinin yüksek olması, pazarlamada yaşanan sıkıntılar, hastalıklar, veteriner hizmeti ve ilaç giderlerinin yüksek olması şeklinde olduğu belirlenmiştir (Akkuş 2009; Özduvan 2011; Şeker ve ark. 2012; Koçyigit ve ark. 2016; Şahin ve Gürsoy 2016).

4. Sonuç

Ordu ilinde faaliyet göstermekte olan sığırcılık işletmelerinde hayvanların verimlerinin arttırılabilmesi, kaliteli ürün elde edilebilmesi ve üretimde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için;

- Sığırcılık yapan işletmelerde verimi arttırmanın en önemli yollarından biri yüksek verimli ırklarla çalışmaktır. İncelenen işletmelerde yüksek sayılabilecek oranda (%31.53) verim özellikleri kültür ırkı ve melezlerine oranla düşük olan yerli ırk kullanılmaktadır. Bu nedenle de verimin arttırılması ve buna bağlı olarak ta üretimde sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için özellikle işletmelerdeki kültür ırkı ve melez genotiplerin oranı arttırılmalıdır.

- Sığır yetiştiriciliğinde kaliteli ürün elde etmek kadar, elde edilen ürünün değerine satılması da büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle de, yetiştiricilerin elde ettikleri ürünleri değer fiyatına satabilmeleri ve pazarlama sorunu yaşamamaları için birlikte hareket etmelerini (örgütlenmeleri) sağlayacak eğitim çalışmalarını yapılmalı ve tarımsal örgütlenme teşvik edilmelidir.

- Sığırcılık işletmelerinde karşılaşılan yüksek üretim maliyeti ve yem fiyatlarının yüksekliği bu işletmeler için büyük sorun oluşturmaktadır. Bu sorunun çözülmesi ya da mümkün olduğu kadar azaltılması için yem bitkileri üretimi sığırcılık işletmelerinde yapılmalıdır. Sığırcılık işletmelerinin yeterli arazisi yok ise yem bitkisi üreten işletmeler ile sözleşme yapılarak ihtiyaç duyulan yem bitkisi daha ucuza alınmalıdır. Bunun uygulanabilmesi için de yem bitkileri yetiştiriciliğinin yeterince desteklenmesi gerekmektedir.

- Sığır yetiştiriciliği yapmakta olan ve yetiştiriciliğe başlamak isteyen yetiştiricilerin düşük faizli yatırım ve işletme kredisi kullanabilmeleriyle ilgili yasal düzenlemeler getirilmeli ve kolaylıklar sağlanmalıdır.

Teşekkür

Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne sağlamış oldukları maddi destekleri için teşekkür ederiz (Proje No: BY-1706).

Kaynaklar

Akkuş Z (2009) Konya ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Alkan S, Güney Z (2019) Ordu ili sığırcılık işletmelerinin yapısal özelliklerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 32(3): 447-452.
- Alkan S, Ünlü H (2019) Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 32(1): 109-115.
- Aral S, Cevger Y (2000) Türkiye’de Cumhuriyet’ten günümüze izlenen hayvancılık politikaları. Türkiye 2000 Hayvancılık Kongresi, Kızılcahamam, Ankara.
- Bakan Ö, Aydın R (2016) Ağrı ili süt sığırcılığı işletmelerinin sosyo-ekonomik özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 47(2): 113-122.
- Demir P, Aral S (2009) Kars ilinde faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. *Veteriner Hekim Derneği Dergisi* 6(1): 47-54.
- Demir P, Ayvazoğlu C (2012) Hayvancılık işletmelerinin veteriner hekimlik hizmetlerinden beklentileri: Kars ili örneği. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 9(3): 169-174.
- Demir P, Aksu Elmalı D, Işık S, Tazegül R, Ayvazoğlu C (2013) Kars ili süt sığırcılık işletmelerinde yem kullanımı ve hayvan sesleme alışkanlıklarının ekonomik önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 8(3): 229-236.
- Demir P, Aral Y, Sarıözkan S (2014) Kars ili süt sığırcılık işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı ve üretim maliyetleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 25(1): 1-6.
- Gügercin Ö, Koç DL, Büyüктаş K, Baytorun N, Polat B, Polat ÖD (2017) Adana ilinde bulunan bazı süt sığırcılığı işletmelerindeki hayvan barınaklarının mevcut durumlarının belirlenmesi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi* 32: 19-28.
- Günlü A, Atasever M, Karakaya Y (2006) Erzurum ili hayvancılığının yapısal özellikleri ve yakın gelecekteki durumu üzerine genel değerlendirme. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 1(3-4): 55-68.
- İldız F (1999) Tokat ili merkez ilçesinde ithal sığır yetiştiren tarım işletmelerinin yapısı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Ankara.
- İçöz Y (2004) Bursa ili süt sığırcılık işletmelerinin kârlılık ve verimlilik analizi. Yayın No: 116, Ankara.
- İnan H (1992) Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin doğrusal programlama yöntemi ile planlanması ve planlı çalışmanın işletme gelirine etkisi. *Trakya Bölgesi I. Hayvancılık Sempozyumu, Tekirdağ.*
- Koçyiğit R, Diler A, Yanar M, Güler O, Aydın R, Avcı M (2016) Süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti: Erzurum ili Hınıs ilçesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(1): 24-32.
- Özduran H (2011) Zonguldak ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye olan ve olmayan işletmelerin sosyal ve ekonomik yönden incelenmesi: Çaycuma örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Çanakkale.
- Öztürk D, Karkacıer O (2008) Süt sığırcılığı yapan işletmelerin ekonomik analizi (Tokat ili Yeşilyurt ilçesi örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25(1): 15-22.
- SPSS (2008) *SPSS Statistics for Windows, Version 17.0*. Chicago: SPSS Inc.
- Şahin K, Gül A, Koç B, Dağıstan E (2001) Adana ilinde entansif süt sığırcılığı üretim ekonomisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 11(2): 19-28.
- Şahin K, Yılmaz İH (2008) Van ili Gürpınar ilçesinde yem bitkileri üretimi ve sorunları üzerine bir araştırma. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 14(1): 16-21.
- Şahin K, Gürsoy AK (2016) Iğdır ili süt sığırcılığı işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı: 118-129*.
- Şeker İ, Tasalı H, Güler H (2012) Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 26(1): 09-16.
- Tutkun M (1999) Diyarbakır ili merkez ilçeye bağlı köylerdeki süt sığırcılığının yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türk-Vet Kayıt Sistemi (2016) *Tarım ve Orman Bakanlığı hayvan bilgi sistemi, Türk-vet kayıt sistemi Ordu ili verileri*.
- Yamane T (1967) *Statistics, An Introductory Analysis*. 2nd Ed. New York: Harper and Row.

YAZIM KURALLARI

Kapsam

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

Genel Kurallar

Dergi, kapsamındaki bilim alanlarında Türkçe veya İngilizce dillerinden biri ile yazılmış makaleleri yayımlar. Sunulan makalelerin daha önce yayınlanmamış, yayımlanmak üzere bir yere sunulmamış ve yayın haklarının devredilmemiş olması gerekir. Dergide basılan eserlerin sorumluluğu yazar(lar)'ına aittir. Ayrıca yazar(lar) uluslararası ve ulusal bilim ve bilimsel yayın etik kurallarına uymak (International Committee of Medical Journal Editors ve Committee on Publication Ethics) zorundadırlar ve dergi bu konulardan sorumlu değildir. Türkçe bilmeyen yazarlar için Türkçe makale başlığı ve "Öz" Dergi Editörlüğüne hazırlanır.

Eser Sunumu

Eserler, online sistem (www.dergipark.org.tr/tr/pub/mediterranean) kullanılarak dergiye sunulmalıdır. Esere katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmış "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" eser online sisteme yüklenmelidir. Etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgesi makale gönderilirken sisteme yüklenmelidir.

Makale Değerlendirme Süreçleri

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

Hakemlerin oybirliği veya çoğunlukla basılmaya uygun bulmadığı makale hakkında yazar bilgilendirilir ve esere ait dokümanlar iade edilmez. Makale, hakemler tarafından sunulduğu haliyle basıma uygun bulunmuş ise yazara eserin basıma kabul edildiği bilgisi iletilir.

Hakemler tarafından basıma kabul edilebilir bulunmasına karşın düzeltme önerisi yapılan makale, düzeltmelerin yapılması için hakem önerileriyle birlikte yazara gönderilir. Yazar otuz gün içinde düzeltmeleri yaparak eserin son şeklini bir asıl kopya, düzeltmeler listesi ve "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" ile birlikte Editöre iletmek zorundadır. Yazar(lar)ın kabul etmedikleri önerilerin gerekçelerini bilimsel kanıt ve kaynaklarla düzeltmeler listesinde 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. İlk Sayfa: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlıkları ile yazar ad ve açık adresleri içermelidir. Ayrıca sorumlu yazar ve tüm iletişim bilgileri kapak sayfasında verilmelidir.

2. Makale: Makaleler, A4 boyutundaki kağıda 12 punto Times New Roman yazı karakteri ile çift satır aralıklı yazılmalıdır. Sayfanın sağında, solunda, altında ve üstünde 3 cm boşluk bırakılmalıdır. Makalenin sayfaları ve her sayfada satırlar numaralandırılmalıdır.

Makale, "Kaynaklar" bölümü dahil (şekil ve çizelgeler hariç) 16 sayfadan uzun olmamalıdır. Makale sunum örneğine yukarıda verilen web sayfasından ulaşabilmektedir. Yazar ad(lar)ı açık olarak yazılmalı ve unvan belirtilmemelidir. Toplam Çizelge ve Şekil sayısı 8'den fazla olmamalıdır.

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

Öz: Türkçe "Öz" ve İngilizce "Abstract" 250 kelimeyi geçmemelidir. Öz, çalışmanın amacını, yöntemini ve sonuçlarını özetlemelidir.

Anahtar Sözcükler: Özün bir satır altına mümkünse başlıkta bulunmayan, çalışmanın içeriği ile doğrudan ilişkili ve dizinlenmeyi kolaylaştıracak en fazla 5 anahtar sözcük yazılmalıdır.

Giriş: Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir. *Makale içinde seksiyon başlıkları:* 'Kaynaklar' seksiyonu hariç hepsi numaralandırılmalıdır. Başlığın ilk harfi büyük diğerleri küçük olmalıdır. Ana başlıklar koyu ve alt başlıklar italik olmalıdır.

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

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

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

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

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

Kaynaklar: Metin içinde kaynaklara atıf "yazar soyadı ve yıl" yöntemine göre yapılmalı ve yazımda aşağıdaki örnekler dikkate alınmalıdır: Türkçe yazılan makalelerde; tek yazarlı eserlere "... bildirilmektedir (Burton 1947).", iki yazarlı eserlere "... olduğu belirlenmiştir (Sayan ve Karagüzel 2010).", üç veya daha fazla yazarlı eserlere ise "... ortaya konmuştur (Keeve ve ark. 2000)." örneklerinde olduğu gibi atıf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atıf yapılacaksa kaynaklar tarih sırasıyla ve aynı tarihli olanlar alfabetik sıralama ile "... bildirilmektedir (Burton 1947; Keeve ve ark. 2000; Gülsen ve ark. 2010; Sayan ve Karagüzel 2010)." örneğinde olduğu gibi yazılmalıdır.

Yazara yapılan atıflar ise “Borton (1947)’a göre ...”, “Sayan ve Karagüzel (2010), ...bildirmektedirler.” ve “Keeve ve ark. (2000), ... belirlemişlerdir.” örneklerinde olduğu gibi verilmelidir. Aynı yazarın aynı tarihli birden fazla yayınına atıf varsa “... (Yılmaz ve ark. 2004a, 2004b)” örneğindeki gibi yıldan sonra küçük harflerle tanımlanmalıdır.

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

Dergi:

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

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

Kitap:

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

Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology. 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 (*Vitex agnus-castus* L.) seleksiyonu ve çoğaltılabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

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

Tam metin kongre/sempozyum kitabı:

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

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

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

Şekiller ve Çizelgeler:

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

Birimler:

Makalelerde SI (Système International d’Units) birim sistemi kullanılmalıdır. **Ondalık ayraç olarak nokta kullanılmalıdır** (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde "/" kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk bırakılmalıdır (örneğin: 5.6 kg/ha değil, 5.6 kg ha⁻¹; 18.9 g/cm³ değil, 18.9 g cm⁻³; 1.8 µmol/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: “*Lupinus varius* (L.)...dır.”, “*L. varius* ... olarak da yetiştirilir.”. Tüm Latince isimler *italik* olarak yazılmalı, ancak yazımda ve gösterimde ilgili alanın evrensel yazım kurallarına uyulmalıdır. Çalışmalarda kullanılan kimyasallar, çalışma konusu gerektirmedikçe ve zorunlu 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.

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 first page: Should contain the title, names of the author(s) and addresses including the corresponding author's name and full contact details.

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

The manuscript should not be longer than 16 pages, double line spaced, including the "References" section (excluding any figures and tables). A total of Tables or Figures should not be more than 8 in the manuscript, and must have the following sections:

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

Abstract: The abstract should not exceed 250 words, and it should summarize the objective of the study, the methods employed and the results.

Keywords: A maximum of five keywords, directly related to the subject matter and not employed in the title, should be recorded directly below the abstract.

Introduction: In this section, the subject of the study should be summarized, previous studies directly related to the study should be evaluated with the current knowledge of the subject, and the issues associated with production of the information needed are highlighted. Finally, the objective of the study should be clearly and explicitly stated. *Section titles within the manuscript:* except for the "References" all the main and sub-titles should be numbered. The first letters of the first words in the titles should be written in capital letters. Main titles should be written in bold and the sub-titles in italics.

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

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

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

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

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

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

Examples:

Burton (1947), Sayan and Karaguzel (2010), Keeve et al. (2000), (van Harten2002), (Karaguzel and Altan1995), (Burton 1947; Keeve et al. 2000; Yilmaz 2004a,b; Karaguzel 2005, 2006; Gulsen et al. 2010; Sayan ve Karaguzel 2010).

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

Examples:

Journal:

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

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

Book:

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

Book chapter:

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

Institution publications with unknown author name(s):

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

DOI and received information from the internet:

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

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

Theses:

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

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

Full-text congress/symposium book:

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

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

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

Units: For manuscripts SI (Système International d'Units) unit system is used. In units, "/" should not be used and there should be a space between the units (for example: 5.6 kg ha⁻¹, instead of 5.6 kg/ha; 18.9 g cm⁻³, instead of 18.9 g/cm³; 1.8 µmol s⁻¹ m², 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.