



E-ISSN 2528-9675

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES



Cilt/Volume: 30 Sayı/Number: 2 Yıl/Year: Ağustos/August 2017

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 (MAS)
Abbreviation of the journal: Mediterr Agric Sci (MAS)

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

Prof. Dr. Davut KARAYEL
(Dekan/Dean)

Yayın Yönetmeni/Publishing Manager

Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

Yönetim Adresi/Administration Address

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

Yayımcı/Publisher

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

Abone Koşulları/Subscription

Yıllık abone bedeli ücretsizdir.
Annual subscription price is free of charge.

Abone adresi/Subscription address

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

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

Kapak tasarımı/Cover design: Dr. Buket YETGİN UZ

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 Abstracts ve Global Health), VITIS (Viticulture and Enology Abstracts), TÜBİTAK-ULAKBİM (Ulusal Veri Tabanları, Yaşam Bilimleri Veri Tabanı) ve THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST (Zoological Records) tarafından taranmakta ve dizinlenmektedir.

ABSTRACTS AND INDEXING

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES is indexed and abstracted in CABI data bases (CAB Abstracts and Global Health), VITIS (Viticulture and Enology Abstracts), TUBITAK-ULAKBİM (National Data Bases-Data Base of Life Sciences) and THOMSON REUTERS, SCIENCE MASTER JOURNAL LIST (Zoological Records).

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.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

Dergi 2015 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.: **30**

Sayı/Number: **2**

Yıl/Year: Ağustos/August **2017**

Editörler Kurulu/Editorial Board

Baş Editör/Editor-in-Chief

Prof. Dr. Fehmi GÜREL

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

Yardımcı Editörler/Associate Editors

Doç. Dr. Harun KAMAN

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

Doç. Dr. Mehmet TOPAKCI

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

Prof. Dr. Ersin POLAT

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

Prof. Dr. Nedim MUTLU

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

Yrd. Doç. Dr. Nisa MENCET YELBOĞA

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

Yrd. Doç. Dr. Aşkın GALİÇ

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. Erdem YILMAZ

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

Doç. Dr. Meryem ATİK

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

Yrd. Doç. Dr. Yasin Emre KİTİŞ

E-Posta (e-mail): emrekitis@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

Doç. Dr. Ali Ramazan ALAN

Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Vedat CEYHAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Anne FRARY

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye

Prof. Dr. Jörg HINRICHS

Hohenheim University, Germany

Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ

Ankara Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Mathias KONDOLF

University of California Berkeley, United States

Assoc. Prof. Dr. Mosbah M. KUSHAD

University of Illinois, United States

Assist. Prof. Dr. Efstratios LOIZOU

TEI of Western Macedonia, Greece

Dr. Marcello MASTRORILLI

CRA-Research Unit, Italy

Prof. Dr. Andrew OGRAM

University of Florida, United States

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT

Selçuk Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nihat ÖZEN

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

Farklı dozlarda 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamalarının ‘Hass’ avokado çeşidinin depolanması üzerine etkileri

The effects of different doses of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) on postharvest quality of ‘Hass’ avocado fruit

A. DOĞAN, M. S. KURUBAŞ, M. ERKAN..... 71-78

‘Angelino’ erik çeşidinde ethephon ve mepiquat chloride kimyasallarının geç çiçeklenme üzerine etkisi

Effects of ethephon and mepiquat chloride on late blooming of ‘Angelino’ plum

K. MERTOĞLU, Y. EVRENOSOĞLU..... 79-84

Sangiovese üzüm çeşidinde dönemsel yaprak su potansiyeli (ψ_{yaprak}) değişimleri ve salkım seyreltme uygulamalarına bağlı olarak düzenlenen sulama oranlarının verim, sürgün ve gelişme özellikleri üzerine etkileri

Periodic changes of leaf water potentials (ψ_{leaf}) and cluster thinning applications depending on regulated irrigation ratios effects on yield, shoot and growing characteristics in cv. Sangiovese

E. BAHAR, İ. KORKUTAL, İ. E. KABATAŞ..... 85-90

The effects of spent mushroom compost on growth and nutrient contents of pepper seedlings

Kullanılmış mantar kompostunun biber fidelerinin büyüme ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri

H. DEMİR..... 91-96

Bitki Koruma/Plant Protection

Buğdayda sarı pas hastalığı ve dayanıklılık ıslahı çalışmaları

Wheat stripe rust and breeding studies for resistance to the disease

A. ÇAT, M. TEKİN, M. ÇATAL, K. AKAN, T. AKAR..... 97-105

Gıda Bilimi ve Teknolojisi/ Food Science and Technology

Probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyonu

Microencapsulation of probiotic bacteria

H. URAN, H. ŞANLIDERE ALOĞLU, B. ÇETİN..... 107-112

Tam karabuğday unu ve transglutaminaz ilavesinin kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmeklerin fiziksel ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi

Effect of the buckwheat flour and transglutaminase addition on physical and textural properties of partially-baked frozen sourdough bread

F. HAYIT, H. GÜL..... 113-119

Peyzaj Mimarlığı/Landscape and Nature Conservation

Peyzaj kalite hedeflerinin yerel ölçekte belirlenmesi: Antalya Aksu örneği

Determination of landscape quality objectives at local level: the case of Antalya Aksu

A. ALTUNTAŞ, V. ORTAÇEŞME..... 121-131

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics

The importance of good agricultural practices in EU membership process

AB sürecinde iyi tarım uygulamalarının önemi

N. ERSOY, S. YILMAZ, E. GÜMÜŞ..... 133-136

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği/Agricultural Machinery and Technologies Engineering

- Tek yıllık ve çok yıllık adaçayı (*Salvia viridis* L., *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher) tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi**
Determination of some physical properties of the annual and perennial sage (*Salvia viridis* L., *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher) varieties seeds
M. YILAR, E. ALTUNTAŞ..... 137-141

Tarımsal Yapılar ve Sulama/Farm Structure and Irrigation

- Bursa- İnegöl Ovası yeraltı su içeriğinin on yıllık dönemdeki değişimi**
Variation in groundwater quality of Bursa- İnegöl Plain throughout ten years period
İ. TAS, B. DAVARCI..... 143-149

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme/Soil Science and Plant Nutrition

- Are genotypes of hybrid tomato adequate to getting high yield and quality?**
Hibrit domates genotipleri yüksek verim ve kaliteye ulaşmak için yeterli midir?
G. GÖZÜKARA, M. KAPLAN..... 151-154

- Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması**
Vermicompost application in red cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) cultivation
A. Ş. MALTAS, İ. E. TAVALLI, İ. UZ, M. KAPLAN..... 155-161

- Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different soilless growing media**
Farklı topraksız yetiştirme ortamlarında domatesin (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) fide verim ve kalitesindeki değişimin belirlenmesi
E. YILMAZ, N. OZEN, M. O. OZEN..... 163-168

Zootekni/Animal Science

- Colony traits of native *Bombus terrestris dalmatinus* from the Western Black Sea Region of Turkey: comparison with commercial colonies**
Batı Karadeniz Bölgesi doğal *Bombus terrestris dalmatinus* arılarının koloni özelliklerinin ticari koloniler ile karşılaştırılması
A. GOSTERIT..... 169-172

Farklı dozlarda 1-Metilsiklopropen (1-MCP) uygulamalarının ‘Hass’ avokado çeşidinin depolanması üzerine etkileri

The effects of different doses of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of ‘Hass’ avocado fruit

Adem DOĞAN, Mehmet Seçkin KURUBAŞ, Mustafa ERKAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07059, Antalya, Türkiye

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 08 Şubat 2017
Düzeltilme tarihi 27 Şubat 2017
Kabul tarihi 09 Mart 2017

Anahtar Kelimeler:

Avokado
Depolama
Etilen
Solunum
1-MCP

ÖZ

Bu çalışmada, dünyada ve ülkemizde en fazla üretilen ve tüketilen ‘Hass’ avokado çeşidinin uzun süreli depolamasını engelleyen etilenin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla farklı dozlarda 1-MCP uygulamasının bu çeşidin depolama ve kalite korunumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, ticari olum aşamasında hasat edilen ‘Hass’ avokado çeşidine ait meyvelere 5 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle 156.25, 312.5 ve 625 ppb olmak üzere üç farklı dozda 1-Metilsiklopropen (% 3.3 1-MCP) uygulanmıştır. 1-MCP uygulanmış ve uygulama yapılmamış kontrol meyveleri 5 °C sıcaklık ve % 90±5 oransal nem koşullarında 2 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Soğukta muhafazadan sonra meyveler raf ömürlerinin belirlenmesi amacıyla 20 °C de 3 gün bekletilmiştir. Çalışmada, muhafaza ve manav koşullarında bekletme süresince avokado meyvelerinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asit (TEA), çürük meyve miktarları ile solunum hızı ve etilen üretim miktarlarındaki değişimler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, yüksek dozda 1-MCP (625 ppb) uygulaması diğer uygulamalara göre meyve kalitesinin korunması bakımından daha başarılı bulunmuştur. Benzer durum manav koşullarında da gözlemlenmiştir. Ancak, yüksek dozda uygulama yapılan meyvelerdeki düzensiz olgunlaşma, dozlar arasında çürüme açısından istatistiksel farklılık olmaması ve 1-MCP kullanım maliyetleri göz önüne alındığında 312.5 ppb dozunda 1-MCP uygulamasının avokadolarda 2 ay süreyle depolama için yeterli olacağı sonucuna varılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 08 February 2017
Received in revised form 27 February 2017
Accepted 09 March 2017

Keywords:

Avocado
Storage
Ethylene
Respiration
1-MCP

ABSTRACT

Harvested avocado fruits were divided into four different groups and three groups were treated with 156.25, 312.5 and 625 ppb 1-Methylcyclopropene 1-(MCP), respectively. 1-MCP treatments were carried out at 5 °C for 24 h. Then treated and non-treated (Control) fruit were stored at 5 °C and 90±5% relative humidity for 2 months and some fruits were kept at 20 °C for 3 days to simulate a period of shelf-life. Fruits were removed from storage conditions at 15 days intervals and weight loss, fruit firmness, skin color, soluble solids content, titratable acidity and decay development during storage and shelf-life periods were determined. Furthermore, respiration rate and ethylene production of avocados were also recorded. The fruit treated with the highest 1-MCP dose (625 ppb) performed better performance than the other treatments in terms of preserving tested postharvest quality parameters. The results taken during shelf-life period at 20 °C were also found to be similar. There were no significant differences among fruit treated with all tested 1-MCP doses in terms of decay development. On the other hand, the highest 1-MCP dose (625 ppb) caused an irregular ripening in the fruit. Therefore, we concluded that 312.5 ppb 1-MCP application could be sufficient for 2 months storage of avocado fruit.

1. Giriş

Günümüzde gıda güvenliği ve doğal beslenme konusunda yaşanan gelişmeler tüketicilerin özellikle fonksiyonel ürünleri tüketme eğilimini artırmıştır. Buna bağlı olarak, ülkemizde son yıllarda üretim ve tüketim artışı yaşanan meyvelerden birisi de

avokadodur. Fonksiyonel ürünler arasında yer alan bu tür, tropik ve subtropik iklim kuşağındaki ülkelerde ekonomik anlamda yetiştirilmektedir. Bu türün ülkemize girişi yeni olmasına rağmen lezzeti, üreticiye yüksek getirisi ve sağlığa yararlı

etkilerinden dolayı popülaritesi hızla artan ürünler arasındadır. Nitekim, ülkemiz avokado üretim değerleri incelendiğinde, son on yılda üretim alanında yaklaşık 3 kat, üretim miktarında ise yaklaşık 10 kat artış görülmektedir (TÜİK 2014).

Kendine özgü tadı ve yüksek besin değeri avokadonun ülkemizde yüksek fiyattan pazarlanmasına yol açan faktörlerdir. Avokado süpermarket ve semt pazarlarında daha çok tane ile satılır. Bunun yanında endüstriyel amaçlı kullanımı da avokadoya olan talebi artırmaktadır (Crane 1989).

Avokado yetiştiriciliği ve pazarlamasındaki olumlu gelişmelere rağmen, bu meyvedeki esas sorun hasat sonrası dönemde raf ömrünün oldukça kısa olmasıdır. Diğer yandan, meyvelerde çeşitli nedenlerle (ağırlık kaybı, meyve eti yumuşaması, meyve kabuk ve et rengindeki kararlar vb.) oluşan kalite kayıpları da bu ürünün pazar değerini düşürerek muhafaza süresinde kısaltmaya yol açar. Yukarıda belirtilen sorunların en temel nedeni bu meyvenin etilene karşı oldukça duyarlı olmasıdır.

Hasattan sonra hızlı bir şekilde olgunlaşan avokadolarda olgunlaşmayı yavaşlatmak ve geciktirmek için değişik hasat sonrası uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar arasında 1-Metilsiklopropan (1-MCP), son yıllarda uygulama kolaylığı ve muhafaza üzerine etkinliği bakımından önemli bir yer tutmaktadır. 1-MCP, klimakterik solunum eğrisi gösteren meyve türlerinde genel anlamda etilen algısını engelleyici etkisi ile meyve olgunlaşmasını geciktiren bir bileşiktir (Sisler ve Serek 1997).

Bu çalışmada, etilenin olgunlaşma üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak ve muhafaza süresini uzatmak için farklı dozlarda 1-MCP uygulamasının 'Hass' avokado çeşidinin muhafaza performansı üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede 'Hass' avokado (*Persea americana* Mill.) çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Avokadolar Antalya'da bir üretici bahçesinden ticari olum aşamasında hasat edilmiş ve aynı gün meyvelere ön soğutma işlemi yapılmıştır. Kontrol grubu dışında kalan ve plastik kasalara yerleştirilmiş meyvelere 1 m³ hacimli gaz sızdırmaz kabinlerde, 5 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle 156.25, 312.5 ve 625 ppb olmak üzere üç farklı dozda 1-MCP uygulanmıştır. Uygulamalardan sonra meyveler 5 °C sıcaklık ve % 90±5 oransal nem koşullarında 2 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Meyvelerin manav koşullarındaki raf ömürlerinin belirlenmesi amacıyla muhafaza ortamından belirli aralıklarla alınan örnekler, 20±2 °C sıcaklık ve % 60±5 oransal nem koşullarında 3 gün süreyle bekletilmiştir.

Meyvelerde depolama ve raf ömrü süresince bazı kalite parametrelerinde oluşan değişimler 15'er gün aralıklarla alınan örneklerde belirlenmiştir. Çalışmada muhafaza sırasında oluşan ağırlık kayıpları, meyve örneklerinin 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Denver TP-152, Denver Instruments, USA) ile tartılıp, meyve ağırlığının başlangıç ağırlığına oranlanması yolu ile % olarak saptanmıştır. Meyve suyundaki suda çözünbilir kuru madde (SÇKM) miktarı, dijital bir refraktometre (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) ile % olarak ölçülmüştür. Örneklerde titre edilebilir asit (TEA) miktarının belirlenmesi amacıyla 5 ml meyve suyu, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH metrede (Inolab pH 720, WTW, Germany) pH= 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar g malik asit 100 ml⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Meyve eti sertliği, avokadoların ekvator bölgesinde 3 farklı noktada kabuk kaldırıldıktan sonra 3.00 mm çapında bir silindirik uca sahip tekstür analiz cihazı (Guss Fruit Texture

Analyzer, Strand, South Africa) ile Newton (N) olarak ölçülmüştür. Meyvelerin kabuk renginde meydana gelen değişimler Minolta CR-400 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçer ile CIE L*a*b* renk düzleminde belirlenmiştir. Depolama süresince meyvelerdeki çürümeler ile pazarlanamaz durumdaki meyveler görsel olarak saptanmış ve sonuçlar toplam meyvenin yüzdesi (%) olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada meyvelerin solunum hızı ve etilen üretimi 2 gün ara ile Gaz Kromatografisi (GC) cihazında (Thermo Electron S.p.A., Strada Rivoltana, Milan, Italy) belirlenmiştir. Bu amaçla, ağırlığı ve hacmi belli olan meyve örnekleri 20 °C sıcaklıkta 5 l'lik kapalı kavanozlarda 1 saat tutulduktan sonra kavanoz atmosferinden gaz sızdırmaz bir şırınga ile alınan 1 ml'lik gaz örneği etilen ve CO₂ kapsamı yönü ile GC'de analiz edilmiştir. Örneklerin, CO₂ miktarı ölçümünde termal iletkenlik dedektörü (TCD) ve Supelco 80/100 Alumina F-1 kolon, etilen miktarı ölçümünde ise alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve GS-GASPRO 113-4362 kapillar kolon kullanılmıştır. GC'de solunum hızı ölçümlerinde fırın ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 130 ve 275 °C, hidrojen ve kuru hava akış hızları ise sırasıyla 45 ve 400 ml dak⁻¹ olarak ayarlanmıştır. Etilen analizlerinde ise fırın ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 90 ve 170 °C, hidrojen, kuru hava ve helyum sırasıyla 35, 350 ve 25 ml dak⁻¹ akış hızında kullanılmıştır. Elde edilen piklerin kuantifikasyonunda dışsal standartlardan yararlanılmıştır.

Meyvelerin solunum hızı ve etilen üretim miktarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

$$\text{CO}_2 \text{ ya da Etilen üretim miktarı} = \frac{X \cdot (V_k - V_v)}{T \cdot G} \quad (1)$$

Eşitlikte X: Örnek alanı (ppm) / Standart alanı (ppm), V_k: Kavanoz hacmi (l), V_v: Kavanoza konulan ürün hacmi (l), T: Kavanozda kapalı kalma süresi (saat), G: Meyve ağırlığı (kg)'ni ifade etmektedir.

Çalışma, "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15'er adet meyve kullanılarak yürütülmüştür. Çalışma sonunda elde olunan veriler 'SAS' (SAS Inst., Cary, NC, USA) paket programında P≤0.05 hata düzeyinde varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre ortaya çıkan önemli farklılıklar, P≤0.05 hata sınırında Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ağırlık kaybı

Muhafaza süresinin 15. gününde ortalama % 2.16 olan ağırlık kaybı, muhafaza süresince artarak 30. günde % 3.43 ve 60. günde % 6.37'ye yükselmiştir (Çizelge 1). Avokadolarda manav koşullarında bekletme süresince saptanan ağırlık kayıpları soğukta muhafaza ile benzerlik göstermiş ve 60+3 gün süren muhafaza sonunda % 13.02'ye yükselmiştir (Çizelge 2). Çalışmada, 1-MCP dozlarının ağırlık kayıpları üzerine etkileri incelendiğinde ise hem muhafaza hem de manav koşullarında en düşük ağırlık kaybı 625 ppb dozunda 1-MCP uygulanan meyvelerde tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Muhafaza sırasında 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkileşimlerini incelendiğinde ise en düşük ağırlık kaybı 625 ve 312.5 ppb dozlarında (% 1.75 ve % 1.87) 1-MCP uygulanan meyvelerde muhafazanın 15. gününde, en yüksek ağırlık kaybı ise kontrol grubunda muhafazanın 60. gününde (% 7.36) belirlenmiştir (Çizelge 1). Manav koşullarında ise en düşük ağırlık kaybı muhafazanın 15+3. gününde 625 ve 312.5 ppb dozlarında (% 3.51 ve % 4.03) 1-MCP uygulanan meyvelerde, en yüksek ağırlık kaybı ise kontrol grubunda muhafazanın 60+3. gününde

(% 15.40) saptanmıştır (Çizelge 2). Meyve ve sebzelerde meydana gelen ağırlık kayıpları, ürünlerin sadece ticari değerlerini düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda görünüş, tat ve tekstürlerini de etkilemektedir (Ben-Yehoshua ve Rodov 2002). Araştırma sonuçlarımız hem soğukta muhafaza sırasında hem de manav koşullarında bekletme süresince avokadoların ağırlık kayıplarında artışlar olduğunu göstermiştir. Bu artışların meyvenin kabuk yapısı ve solunum hızına bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Jeong ve ark. (2003), da 'Tower II' ve 'Booth 7' avokado çeşitlerinde yaptıkları araştırmada, 1-MCP'nin etilen üretimi ve solunum hızını yavaşlattığını bildirmişlerdir. Bu çalışma, 1-MCP uygulaması ile birlikte solunum ve metabolizma hızının yavaşlaması sonucu meyvenin solunumu sırasında kaybedilen su miktarının azaldığını ve sonuçta muhafaza süresince meydana gelen toplam ağırlık kaybı artışının nispeten yavaşladığını ortaya çıkarmıştır. 'Hass' avokado çeşidinde yapılan çalışmada da bizim sonuçlarımıza

benzer olarak muhafaza süresince meyvelerde ağırlık kaybının arttığı saptanmıştır (Yahia ve Gonzalez-Aguilar 1998).

3.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Avokadoların hasat zamanında ortalama % 8.95 olan SÇKM miktarları, 60 gün süren muhafaza periyodunun sonunda % 5.76'ya kadar azalmıştır (Çizelge 1). Bu azalma eğilimi manav koşullarında bekletme süresince devam ederek 60+3 gün süren muhafaza sonunda ortalama % 5.43'e kadar düşmüştür (Çizelge 2). 1-MCP dozlarının SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, çalışmada en düşük SÇKM miktarı 156.25 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde (% 6.92), en yüksek ortalama değer ise 625 ppb 1-MCP uygulanmış avokadolar (% 7.47) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde manav koşullarında bekletme sırasında da meyvelerin SÇKM değerlerinde düşüş gözlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarının 5 °C'de muhafaza edilen 'Hass' avokado çeşidi meyvelerinin bazı kalite kriterlerine etkileri.

Table 1. The effects of different 1-MCP doses on some quality parameters of 'Hass' avocado fruit stored at 5 °C.

Kalite Kriterleri	Uygulama Dozları	Muhafaza süresi (Gün)					Ortalama
		0	15	30	45	60	
Ağırlık Kaybı (%)	Kontrol	-	2.62hi	4.15f	5.51cd	7.36a ¹	4.91A ²
	156.25 ppb	-	2.41i	3.59g	4.84e	6.74b	4.40B
	312.5 ppb	-	1.87j	3.09h	4.55ef	5.97c	3.87C
	625 ppb	-	1.75j	2.90hi	4.13f	5.41d	3.55D
	Ortalama	-	2.16D	3.43C	4.76B	6.37A	
SÇKM Miktarı (%)	Kontrol	8.95a	8.30b	7.45d	6.10hi	6.00ij	7.36B
	156.25 ppb	8.95a	7.85c	6.89f	5.65k	5.25l	6.92D
	312.5 ppb	8.95a	7.95c	7.20e	5.85j	5.60k	7.11C
	625 ppb	8.95a	8.45b	7.35de	6.40g	6.20h	7.47A
	Ortalama	8.95A	8.14B	7.22C	6.00D	5.76E	
TEA Miktarı (g 100 ml ⁻¹)	Kontrol	0.749a	0.632d	0.571e	0.410fg	0.307i	0.534C
	156.25 ppb	0.749a	0.680c	0.414fg	0.396g	0.280j	0.504D
	312.5 ppb	0.749a	0.723b	0.551e	0.409fg	0.332h	0.553B
	625 ppb	0.749a	0.735ab	0.573e	0.425f	0.337h	0.563A
	Ortalama	0.749A	0.692B	0.527C	0.410D	0.314E	
Meyve Eti Sertliği (N)	Kontrol	55.24a	37.59ef	21.49i	16.75j	3.64l	26.94D
	156.25 ppb	55.24a	39.72de	29.97g	25.50h	8.50k	31.79C
	312.5 ppb	55.24a	44.84c	37.12ef	34.49f	11.44k	36.63B
	625 ppb	55.24a	49.73b	42.17cd	38.57def	15.69j	40.28A
	Ortalama	55.24A	42.97B	32.69C	28.83D	9.82E	
h°	Kontrol	128.07a	124.03a	109.32b	46.28h	46.05h	90.75D
	156.25 ppb	128.07a	126.77a	122.30a	91.08d	55.81g	104.81C
	312.5 ppb	128.07a	126.83a	124.49a	98.12cd	66.06f	108.71B
	625 ppb	128.07a	127.52a	126.78a	104.93bc	80.77e	113.61A
	Ortalama	128.07A	126.29A	120.72B	85.10C	62.17D	
C*	Kontrol	25.59a	23.33cd	14.37gh	6.89kl	5.96l	15.23D
	156.25 ppb	25.59a	24.15bc	21.47e	12.62i	7.81jk	18.33C
	312.5 ppb	25.59a	24.91ab	22.25de	15.51g	8.16j	19.28B
	625 ppb	25.59a	24.95ab	24.05bc	17.18f	13.80hi	21.11A
	Ortalama	25.59A	24.33B	20.53C	13.05D	8.93E	
Çürük Meyve Miktarı (%)	Kontrol	-	0.00c	0.00c	0.00c	23.96a	5.99A
	156.25 ppb	-	0.00c	0.00c	0.00c	13.37b	3.34AB
	312.5 ppb	-	0.00c	0.00c	0.00c	6.67bc	1.67B
	625 ppb	-	0.00c	0.00c	0.00c	6.67bc	1.67B
	Ortalama	-	0.00B	0.00B	0.00B	12.67A	

SÇKM, suda çözünebilir kuru madde; TEA, titre edilebilir asitlik; h°, hue açısı değeri; C*, chroma değeri.

¹:Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

²:Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

Muhafaza sırasında 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkileşimlerini incelendiğinde; avokadoların hasat zamanında ortalama %8.95 olan SÇKM miktarlarında en fazla azalma 156.25 ppb dozunda 1-MCP uygulanmış meyvelerde depolamanın 60. günü sonunda saptanmıştır. Bu grup meyvelerin SÇKM miktarları muhafaza sonunda % 5.25'e kadar düşmüştür (Çizelge 1). Çalışmamızda ulaşılan sonuçlara paralel olarak, 'Fuerte' ve 'Zutano' çeşitlerinin depolaması sırasında da muhafaza süresince SÇKM miktarında düşüş olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark. 2010). Klimakterik meyvelerde hasattan sonra solunum hızı, ortam sıcaklığının yükselmesine bağlı olarak hızla artmaktadır. Martínez-Hernández ve ark. (2013), hasattan sonra SÇKM miktarındaki bu azalışı, meyvedeki metabolik aktivite sonucunda, suda çözünür kuru maddelerin solunumda kullanılmasına bağlamışlardır.

3.3. Titre edilebilir asit miktarı (TEA)

Avokadoların hasat zamanında ortalama 0.749 g malik asit 100 ml⁻¹ olan TEA miktarı, muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte azalarak 60 gün süren depolama sonunda 0.314 g malik asit 100 ml⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu azalış manav koşullarında da devam etmiş ve 60+3 gün süren muhafaza sonunda 0.307 g malik asit 100 ml⁻¹e kadar düşmüştür (Çizelge 2). 1-MCP dozlarının avokadoların TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde ise hem muhafaza sırasında hem de manav koşulları süresince en yüksek TEA miktarı 625 ppb, en düşük değer ise 156.25 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2). 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkileşimlerinin TEA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, en düşük TEA miktarı depolamanın 60. gününde 156.25 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 2. Farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarının 20 °C'de üç gün süreyle manav koşullarında bekletilen 'Hass' avokado çeşidi meyvelerinin bazı kalite kriterlerine etkileri.

Table 2. The effects of different 1-MCP doses on some quality parameters of 'Hass' avocado fruit kept at 20 °C for 3 days.

Kalite Kriterleri	Uygulama Dozları	Muhafaza süresi (Gün)					Ortalama
		0	15+3	30+3	45+3	60+3	
Ağırlık Kaybı (%)	Kontrol	-	5.67h	8.11f	11.59c	15.40a ¹	10.19A ²
	156.25 ppb	-	5.22h	6.80g	9.97d	14.11b	9.02B
	312.5 ppb	-	4.03i	6.62g	9.14e	12.30c	8.02C
	625 ppb	-	3.51i	5.40h	7.13g	10.29d	6.58D
	Ortalama	-	4.61D	6.73C	9.46B	13.02A	
SÇKM Miktarı (%)	Kontrol	8.95a	7.35bc	6.00fg	5.65ij	5.40k	6.67B
	156.25 ppb	8.95a	7.05d	5.55ijk	5.45jk	5.00l	6.40C
	312.5 ppb	8.95a	7.25c	6.10f	5.70hi	5.45jk	6.69B
	625 ppb	8.95a	7.50b	6.75e	6.00fg	5.85gh	7.01A
	Ortalama	8.95A	7.29B	6.10C	5.70D	5.43E	
TEA Miktarı (g 100 ml ⁻¹)	Kontrol	0.749a	0.445cd	0.419e	0.411e	0.317g	0.468B
	156.25 ppb	0.749a	0.425de	0.368f	0.281hi	0.268i	0.418D
	312.5 ppb	0.749a	0.457c	0.352f	0.323g	0.292h	0.434C
	625 ppb	0.749a	0.478b	0.456c	0.428de	0.352f	0.492A
	Ortalama	0.749A	0.451B	0.399C	0.360D	0.307E	
Meyve Eti Sertliği (N)	Kontrol	55.24a	20.87f	14.22gh	8.17i	1.96j	20.09D
	156.25 ppb	55.24a	30.51d	26.48e	17.04g	5.88i	27.03C
	312.5 ppb	55.24a	37.51c	27.02e	22.92f	8.83i	30.31B
	625 ppb	55.24a	40.53b	36.49c	27.13e	12.09h	34.30A
	Ortalama	55.24A	32.36B	26.05C	18.82D	7.19E	
h°	Kontrol	128.07a	106.56de	58.46f	43.79j	34.72k	74.32D
	156.25 ppb	128.07a	123.13b	104.71e	55.30g	42.37j	90.72C
	312.5 ppb	128.07a	125.39ab	107.63d	58.51f	48.23i	93.57B
	625 ppb	128.07a	126.82a	111.94c	60.65f	52.36h	95.97A
	Ortalama	128.07A	120.48B	95.68C	54.56D	44.42E	
C*	Kontrol	25.59a	14.80f	7.25i	3.96k	3.77k	11.08D
	156.25 ppb	25.59a	21.34c	16.37e	6.88ij	5.90j	15.22C
	312.5 ppb	25.59a	23.56b	17.87d	8.73h	7.58i	16.67B
	625 ppb	25.59a	23.96b	18.32d	10.89g	10.51g	17.85A
	Ortalama	25.59A	20.92B	14.95C	7.62D	6.94E	
Çürük Meyve Miktarı (%)	Kontrol	-	0.00d	0.00d	0.00d	50.64a	12.66A
	156.25 ppb	-	0.00d	0.00d	0.00d	22.26b	5.57B
	312.5 ppb	-	0.00d	0.00d	0.00d	11.12c	2.78B
	625 ppb	-	0.00d	0.00d	0.00d	11.12c	2.78B
	Ortalama	-	0.00B	0.00B	0.00B	23.78A	

SÇKM, suda çözünebilir kuru madde; TEA, titre edilebilir asitlik; h°, hue açısı değeri; C*, chroma değeri.

¹:Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

²:Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P≤0.05).

Meyve ve sebzelerde muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte organik asitlerde parçalanma ve dönüşüm gerçekleşmektedir. Echeverria ve Valich (1989), muhafaza süresince TEA miktarındaki düşüşü, organik asitlerin solunum sırasında kullanılmasıyla ilişkilendirmiştir. Çalışmamızda 1-MCP uygulamaları meyvelerin solunum hızı ve etilen üretimleri yanında metabolizma hızlarını da yavaşlatmıştır. Ancak, muhafaza sonunda kontrol grubunda TEA miktarının düşük dozda (156.25 ppb) 1-MCP uygulanan meyvelere göre daha yüksek olmasının nedeni, kontrol meyvelerinde saptanan ağırlık kaybının 1-MCP uygulananlara göre daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. 'Fuerte' ve 'Zutano' avokado çeşitlerinde yürütülen çalışmada da TEA miktarı bakımından araştırma bulgularımıza benzer sonuçlar alınmıştır (Özdemir ve ark. 2010).

3.4. Meyve eti sertliği

Meyve eti sertliğinin azalması ve yumuşama, avokadolar için olgunlaşmanın başlamasındaki en önemli gösterge olarak kabul edilir. Çalışmamızda muhafaza ve manav koşullarında bekleme süresinin uzamasıyla birlikte avokadoların meyve eti sertliği azalmıştır. Nitekim muhafazanın başlangıcında meyvelerde ortalama 55.24 N olarak kaydedilen bu parametre değeri, 60 gün süren depolama sonrasında 9.82 N'a kadar düşmüştür (Çizelge 1). Bu düşüş manav koşullarında da devam etmiş ve 60+3 gün süren muhafaza sonunda meyve eti sertliği 7.19 N'a kadar inmiştir (Çizelge 2). 1-MCP dozlarının meyve eti sertliği üzerine etkileri incelendiğinde ise çalışmamızda hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında bekletme süresi sonunda en yüksek değer 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde, en düşük değer ise kontrol grubunda ölçülmüştür (Çizelge 1 ve 2). Çalışmamızda 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkisini incelendiğinde ise hasat zamanında avokadoların 55.24 N olan meyve eti sertliği değerlerinde en az düşüş 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde meydana gelmiş ve depolamanın 60. gününde 15.69 N olarak belirlenmiştir. Kontrol meyvelerinde ise aynı süre sonunda saptanan meyve eti sertliği değeri sadece 3.64 N'dur (Çizelge 1). Benzer değişim, manav koşullarında bekletme sırasında da gözlenmiş ve 625 ppb 1-MCP uygulanan avokadolarda depolamanın 60+3. gününde meyve eti sertliği 12.09 N, kontrol grubu meyvelerinde ise 1.96 N olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Avokadolar yerel pazarlarda meyve eti sertliğine göre alıcı bulmakta ve meyve etinde yumuşama ilerledikçe meyvenin fiyatı düşmektedir. Bu nedenle, yüksek fiyattan avokado pazarlaması için bu türün hasat sonrası meyve eti sertliğinin korunması ve olgunlaşmanın geciktirilmesi pazarlama başarısı açısından son derece önemlidir. Çalışmamızda meyve eti sertliğinin korunmasında 1-MCP uygulaması kontrole göre daha iyi sonuç vermiştir. 'Hass' avokado çeşidinde yapılan bir çalışmada olgunluğa yakın aşamada meyve eti sertliği değerinin ortalama 13.3-17.8 N arasında olduğu, tam olgunluk aşamasının ise bu değerlerin 4.4-6.7 N arasında olduğu belirtilmiştir (Arpaia ve ark. 2015). Bu çalışmadaki değerler dikkate alındığında çalışmamızda 1-MCP uygulamaları meyve eti sertliğini korumada önemli bir etkiye sahip olmuştur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Özdemir ve ark. (2010), Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinde muhafaza süresinin uzamasıyla beraber meyve eti sertliğinin azaldığını, Jeong ve ark. (2003), 'Tower II' ve 'Booth 7' avokado çeşitlerinde, Meyer ve Terry (2010) ve Yahia ve Gonzalez-Aguilar (1998) 'Hass' avokado çeşidinde, Feng ve ark. (2000) da 4 önemli ticari avokado çeşidi olan 'Hass', 'Fuerte', 'Reed' ve 'Ettinger'da 1-MCP uygulamalarının

meyve eti sertliğindeki azalmaları kontrole göre geciktirdiğini bildirmişlerdir.

3.5. Meyve kabuk rengi

Meyve kabuğunun Hue açısı (h°) değeri muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte azalmıştır. Nitekim, hasat zamanında meyvelerde ortalama 128.07° olan h° değeri, 60 gün süren muhafazanın sonunda 62.17° ye kadar düşmüştür (Çizelge 1). Meyvelerin h° değerindeki bu azalma manav koşullarında daha dikkat çekici olmuştur (Çizelge 2). Çalışmada, 1-MCP dozlarının h° değeri üzerine etkileri incelendiğinde, hem muhafaza hem de manav koşullarında bekletme süresi sonunda en yüksek h° değeri 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde, en düşük h° değeri ise kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Meyve kabuk renginin h° değeri üzerine 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkilerini inceleyen çalışmalarında, 60 günlük muhafaza sonunda en yüksek değer 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde (80.77°), en düşük değer ise kontrol meyvelerinde (46.05°) belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu azalma manav koşullarında da devam etmiş ve h° değeri 60+3 gün süren muhafaza sonunda 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde 52.36° ve kontrol meyvelerinde ise 34.72° olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

Muhafazanın başlangıcında avokadoların ortalama 25.59 olan kroma (C^*) değeri, muhafazanın 30. gününde 20.53'e ve 60 gün süren muhafazanın sonunda ise 8.93'e kadar gerilemiştir (Çizelge 1). Soğukta muhafazadan sonra meyvelerin 3 gün süreyle manav koşullarında bekletilmesi C^* değerlerindeki düşüşü hızlandırmış ve 60+3 gün süren muhafaza sonunda bu değer 6.94'e inmiştir (Çizelge 2). Farklı 1-MCP dozlarının avokadoların C^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde ise çalışmada 60 günlük depolama sonunda en yüksek C^* değeri 625 ppb 1-MCP uygulanan grupta, en düşük değer ise kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 1). Soğukta muhafaza sırasında 1-MCP dozlarının bu parametre değerine olan etkileri, manav koşullarında bekletme süresince de benzerlik göstermiştir (Çizelge 2). 1-MCP dozu ve muhafaza süresi etkilerini inceleyen çalışmalarında, 60 günlük muhafaza sonunda 625 ppb 1-MCP uygulanan meyveler en yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 1). Manav koşullarında da muhafazanın 60+3. günü sonunda 625 ppb dozunun daha etkin olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). 'Hass' avokado çeşidinde olgunlaşma ile birlikte meyve kabuk rengi siyaha doğru değişim gösterir. Araştırma sonuçlarımıza benzer şekilde, 'Fuerte' ve 'Zutano' avokado çeşitlerinde de muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak meyve kabuk rengi h° ve C^* değerlerinde azalmaların olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark. 2010). Genel olarak 1-MCP uygulaması, meyve kabuk renginin h° ve C^* değerlerinin korunması üzerine olumlu etki yapmaktadır. Meyer ve Terry (2010) tarafından 'Hass' avokado çeşidinde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar alınmış olup, bu araştırmacılar da meyvelerdeki renk değerlerinin korunumu bakımından 1-MCP uygulamalarının kontrole göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Muhafaza süresinin uzamasıyla beraber, hasat zamanında oldukça parlak yeşil renge sahip olan avokadolar, muhafaza sonunda koyu mor bir renk almıştır. Jeong ve ark. (2003), 'Tower II' ve 'Booth 7' avokado çeşitlerinde, 1-MCP uygulaması ile mumlama işleminin birlikte kullanımının muhafaza sırasında kalite korunumuna etkilerini araştırmışlar ve çalışmada depolama süresinin uzamasıyla birlikte meyvelerde h° ve C^* değerlerinin azaldığını, ancak 1-MCP'nin bu düşüşü yavaşlattığını bildirmişlerdir. Benzer olarak, Feng ve ark. (2000) da 'Hass', 'Fuerte', 'Reed' ve 'Ettinger' çeşitlerinde

1-MCP uygulamalarının meyvelerdeki renk değişimlerini (yeşilden-koyu mora) yavaşlattığını ortaya koymuşlardır.

3.6. Çürük meyve miktarı

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte muhafazanın ilk 45 ve manav koşullarında bekletmenin 45+3. günü sonunda meyvelerde hiçbir çürüme gözlenmemiştir (Çizelge 1 ve 2). Ancak muhafazanın 60. günü sonunda çürük meyve miktarı % 12.67'ye (Çizelge 1), manav koşullarında bekletme sonunda (60+3 gün) ise %23.78'ye kadar yükselmiştir (Çizelge 2). Farklı 1-MCP dozlarının çürük meyve miktarı üzerine olan etkileri incelendiğinde, çalışmada en yüksek çürüme miktarı kontrol (% 5.99) ve 156.25 ppb 1-MCP uygulanan grupta (% 3.34) tespit edilmiştir. Muhafaza süresince ortaya çıkan çürümelerin kontrolü bakımından denenen diğer 1-MCP dozları (312.5 ve 625 ppb), kontrol grubuna göre daha başarılı bulunmuştur (Çizelge 1). Manav koşullarında bekletme süresince ortaya çıkan çürümelerin engellenmesi bakımından denenen tüm 1-MCP dozları kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Ancak, çürük meyve miktarı bakımından 1-MCP dozları arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir. Manav koşullarında bekletme süresince en yüksek çürük meyve miktarı kontrol grubunda (% 12.66) belirlenmiştir (Çizelge 2). Çürük meyve miktarı üzerine farklı 1-MCP dozu x muhafaza süresi etkisi incelendiğinde ise 60 gün süren muhafaza sonunda 1-MCP uygulamaları kontrole göre daha iyi sonuç vermiş olmakla birlikte, dozlar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Manav koşullarında ise 60+3. günde en az çürüme 312.5 ve 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Muhafaza sırasında çürük meyve miktarı üzerine 156.25 ppb 1-MCP uygulaması ile kontrol grubu birbirine yakın sonuçlar verir iken, 312.5 ve 625 ppb 1-MCP uygulamaları diğer iki uygulamaya göre daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 1). Manav koşullarında ise 1-MCP uygulamalarının, kontrole göre daha başarılı oldukları saptanmıştır (Çizelge 2).

Çalışmada denenen farklı 1-MCP dozları arasında çürük meyve gelişimi bakımından bir fark ortaya çıkmamasına rağmen, denenen tüm 1-MCP dozları kontrole göre daha iyi sonuçlar vermiştir. 1-MCP'nin kısa süreli depolamalarda çürümeleri kontrol etmedeki etkinliğinin, 1-MCP uygulamalarının olgunlaşma ve metabolik aktiviteyi yavaşlatmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çürük meyve gelişimi bakımından manav koşullarında bekletme süresince 1-MCP uygulamaları ile kontrol grubu arasındaki fark daha belirgin hale gelmiştir. Benzer durum Daulagala ve Daundasekera (2015) tarafından 1-MCP uygulamasının 'Pollock' avokado çeşidinin hasat sonrası kalitesi ve antifungal etkisini belirlemek üzere yapılan çalışmada da belirtilmiştir. Bu çalışmada çürümenin manav koşullarında olgunlaşma ile belirginleştiği bildirilerek, 1-MCP uygulamasının manav koşullarında (27±2 °C) hastalık gelişimini azaltmada kimyasal kullanımına alternatif olabileceği vurgulanmıştır. Woolf ve ark. (2005) da 1-MCP uygulamalarının avokadolarda muhafaza sırasında ortaya çıkan fizyolojik bozuklukları azalttığını bildirmişlerdir.

3.7. Etilen üretim miktarı ve solunum hızı

Farklı 1-MCP dozlarının avokadoların etilen üretimi ve solunum hızı üzerine etkileri Şekil 1'de verilmiştir. Avokadoların hasat zamanındaki etilen üretim miktarı kontrol grubunda 1.74 µl C₂H₄ kg⁻¹ sa⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Hasat edilen meyvelerde en yüksek etilen üretim düzeyi 20 °C'de

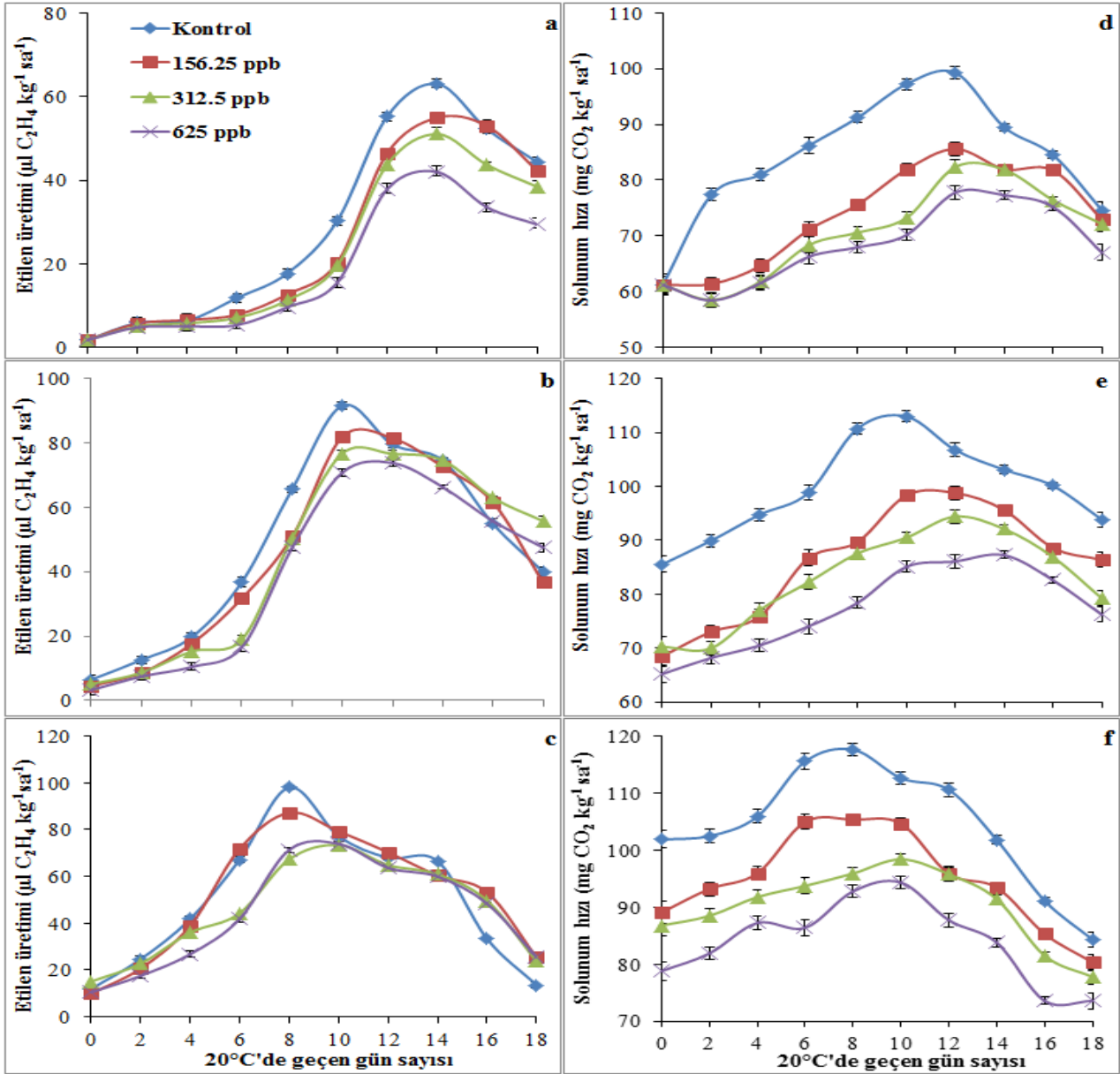
14. gün sonunda ölçülmüştür. Çalışmada, etilen üretimi bakımından en yüksek değer kontrol grubu meyvelerinde (63.15 µl C₂H₄ kg⁻¹ sa⁻¹), en düşük değer ise 625 ppb 1-MCP uygulanan grupta (42.02 µl C₂H₄ kg⁻¹ sa⁻¹) belirlenmiştir (Şekil 1-a). Muhafazanın 30. günü sonundaki etilen üretim miktarları incelendiğinde; kontrol, 156.25 ve 312.5 ppb 1-MCP uygulanan meyveler 10. günde, 625 ppb 1-MCP uygulanan grup ise 12. günde en yüksek etilen üretim miktarına ulaşmıştır (Şekil 1-b). Depolama süresi sonunda etilen üretim miktarları incelendiğinde ise kontrol ve 156.25 ppb 1-MCP (98.08 ve 87.28 µl C₂H₄ kg⁻¹ sa⁻¹) grubu meyveleri 8. günde, 312.5 ppb ve 625 ppb 1-MCP (73.49 ve 74.00 µl C₂H₄ kg⁻¹ sa⁻¹) grubu meyveleri ise 10. günde en yüksek etilen üretim miktarına sahip olmuştur (Şekil 1-c).

Avokadoların hasat zamanındaki solunum hızları 61.23 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹ olarak tespit edilmiş olup, tüm uygulama gruplarındaki meyveler 12. günde klimakterik maksimuma ulaşmıştır. Bu dönemde solunum hızı bakımından en yüksek değer kontrol grubunda (99.27 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹), en düşük değer ise 625 ppb 1-MCP uygulanan grupta (77.31 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹) kaydedilmiştir (Şekil 1-d). Muhafazanın 30. gününde alınan örneklerde ise 20 °C sıcaklıkta klimakterik maksimum, kontrol grubunda 10. gün, 156.25 ve 312.5 ppb 1-MCP uygulanan gruplarda 12. gün ve 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde de 14. günde gerçekleşmiştir (Şekil 1-e). Solunum hızı bakımından muhafazanın 60. gün örneklerine ait değerler incelendiğinde ise kontrol ve 156.25 ppb 1-MCP grubu meyveleri 8. gün, 312.5 ppb ve 625 ppb 1-MCP grubu meyveleri 10. günde klimakterik maksimuma ulaşmıştır. Bu dönemde en yüksek değer kontrol grubu meyvelerinde (117.65 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹), en düşük değer ise 625 ppb 1-MCP uygulanan meyvelerde (94.34 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹) saptanmıştır (Şekil 1-f).

Avokado gibi klimakterik meyvelerde hasat sonrası etilen üretimi ve solunum hızının kontrolü ürünlerin kalitesi ve hasat sonrası ömrü üzerine doğrudan etkilidir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte 20 °C'de yapılan etilen ve solunum hızı ölçümlerinde, meyvelerin klimakterik maksimuma ulaşma süreleri de kısalmıştır. 156.25 ve 312.5 ppb dozlarında 1-MCP uygulanan meyvelerin etilen üretimi ve solunum hızı değerleri değişkenlik göstermiş olup, bu iki uygulama grubunun etilen ve solunum hızı değerleri kontrol grubundan daha düşük, 625 ppb 1-MCP grubundan ise daha yüksek bulunmuştur. 1-MCP'nin bahçe ürünlerinde solunum hızı ve etilen üretimini yavaşlatma üzerine olumlu etkileri Şen ve Türk (2008) tarafından da belirtilmiştir. 'Hass' avokado çeşidinde 1-MCP uygulamasının etilen üretimi ve solunum hızı üzerine etkilerini araştıran Hershkovitz ve ark. (2005) da sonuçlarımıza benzer şekilde 1-MCP'nin avokadolarda etilen üretimi ve solunum hızını yavaşlattığını belirtmişlerdir. Ayrıca 1-MCP'nin bu etkileri, 'Simmonds' avokado çeşidi meyveleri için de bildirilmiştir (Jeong ve ark. 2002).

4. Sonuç

Avokado meyvelerinde etilen sentezi ve solunum hızının minimum seviyeye indirilmesi bu türün hasat sonrası ömrünün uzatılması bakımından son derece önemlidir. Bu meyve türünün ülkemizdeki üretim miktarı henüz kontrollü atmosferde muhafaza için yeterli seviyelerde değildir. Bu nedenle, etilene oldukça duyarlı olan bu meyve türünün uzun süreli depolanmasında etilen sentezini bloke eden ve olgunlaşmayı geciktiren 1-MCP kullanımı kaçınılmaz hale gelmektedir. Çalışmada, incelenen kalite parametreleri ve özellikle de etilen



Şekil 1. Farklı dozlarda 1-MCP uygulamaları yapılmış 'Hass' avokado çeşidi meyvelerinde farklı muhafaza süreleri sonunda 20 °C'de saptanan etilen üretimi (a: 0. gün, b: 30. gün, c: 60. gün) ve solunum hızı (d: 0. gün, e: 30. gün, f: 60. gün) değerleri.

Figure 1. Effects of different 1-MCP doses on ethylene production (a: day 0, b: day 30, c: day 60) and respiration rate (d: day 0, e: day 30, f: day 60) in 'Hass' avocado fruit in different storage periods at 20 °C.

üretimi ve solunum hızı açısından 625 ppb 1-MCP dozu en iyi sonuçları vermiştir. Ancak, 625 ppb 1-MCP dozunda kısa süreli depolamalar sırasında meyvelerde özellikle olgunlaşmada düzensizlikler yaşanmış ve meyvelerin depolama sonrası tam olarak yumuşamadığı gözlenmiştir. Ayrıca muhafaza sırasında ortaya çıkan çürük meyve miktarları açısından denenen 1-MCP dozları arasında istatistiksel bir farklılık da oluşmamıştır. Bu nedenlerle, 1-MCP kullanım maliyetleri de dikkate alındığında 'Hass' avokado çeşidi meyvelerinin iki ay süreyle muhafazası için 312.5 ppb dozunda 1-MCP kullanımı önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışmaya katkılarından dolayı AgroFresh firmasına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Arpaia ML, Collin S, Sievert J, Obenland D (2015) Influence of cold storage prior to and after ripening on quality factors and sensory attributes of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology and Technology* 110: 49-157.
- Ben-Yehoshua S, Rodov V (2002) Transpiration and water stress. In: Bartz JA and Brecht J.K (Eds.), *Postharvest physiology and pathology of vegetables*, CRC Press, New York, pp. 111-159.
- Crane A (1989) *Field Notes From Abroad-Israel*. California Avocado Society Yearbook 73: 137-139.
- Daulagala CH, Daundasekera WAM (2015) Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on postharvest quality and antifungal activity of avocado cv. 'pollo' under tropical storage conditions. *Ceylon Journal of Science* 44(2): 75-83.

- Echeverria E, Valich J (1989) Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia oranges. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114: 445-449.
- Feng X, Apelbaum A, Sisler EC, Goren R (2000) Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 20(2): 143-150.
- HersHKovitz V, Saguy SI, Pesis E (2005) Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 37: 252-264.
- Jeong J, Huber DJ, Sargent SA (2002) Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 25(3): 241-256.
- Jeong J, Huber DJ, Sargent SA (2003) Delay of avocado (*Persea americana*) fruit ripening by 1-Methylcyclopropene and wax treatments. *Postharvest Biology and Technology* 28(2): 247-257.
- Martínez-Hernández GB, Artés-Hernández F, Gómez PA, Artés F (2013) Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. *LWT- Food Science and Technology* 50(1): 298-305.
- Meyer MD, Terry LA (2010) Fatty acid and sugar composition of avocado, cv. Hass, in response to treatment with an ethylene scavenger or 1-Methylcyclopropene to extend storage life. *Food Chemistry* 121(4): 1203-1210.
- Özdemir AE, Çandır EE, Toplu C, Kaplankıran M, Demirkese TH, Yıldız E (2010) Hatay-Dörtyol koşullarında yetiştirilen Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin soğukta muhafaza performansı. *Alatarm* 9(2): 1-7.
- Şen F, Türk EF (2008) Bahçe Ürünlerinde 1- Metilsiklopropen (1-MCP) Kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 45(3): 221-228.
- Sisler EC, Serek M (1997) Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiology Plant* 100: 577-582.
- TÜİK (2014) Bitkisel üretim istatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim 20 Ekim 2015.
- Woolf AB, Requejo-Tapia C, Cox KA, Jackman RC, Gunson A, Arpaia ML, White A (2005) 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology and Technology* 35(1): 43-60.
- Yahia EM, Gonzalez-Aguilar G (1998) Use of passive and semi-active atmospheres to prolong the postharvest life of avocado fruit. *LWT- Food Science and Technology* 31: 602-606.

‘Angeleno’ erik çeşidinde ethephon ve mepiquat chloride kimyasallarının geç çiçeklenme üzerine etkisi

Effects of ethephon and mepiquat chloride on late blooming of ‘Angeleno’ plum

Kerem MERTOĞLU, Yasemin EVRENOSOĞLU

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 26160 Eskişehir

Sorumlu yazar (Corresponding author): K. Mertoğlu, e-posta (e-mail): kmertoglu@ogu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 29 Eylül 2016
Düzeltilme tarihi 27 Mart 2017
Kabul tarihi 28 Mart 2017

Anahtar Kelimeler:

Don zararı
Fenoloji
İlkbahar geç donları
Prunus salicina

ÖZ

Son yıllarda küresel ısınmanın etkileri, mevsimlere özgü iklimsel olayların daha belirgin ve tarımsal anlamda hasarın daha büyük olmasına sebep olacak şekilde kendini göstermeye başlamıştır. Başta sert çekirdekli ve sert kabuklular olmak üzere, meyve yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli tehditlerden birisi olan ilkbahar geç donları, son yıllarda hem zarar düzeyini arttırmış hem de etki ettiği zaman aralığını genişletmiştir. Bu sebeple, meyve ağaçlarının soğuğa en hassas olduğu çiçeklenme dönemini, ilkbahar geç donları sonrası döneme taşımak son derece önemli hale gelmiştir. Çalışmada bu amaçla, ‘Angeleno’ erik çeşidine, şubat ayı sonunda, kök bölgesinden mepiquat chloride (75 ppm ve 150 ppm), mart ayı başında toprak üstü aksamına ise ethephon (2000 ppm ve 4000 ppm) ayrı ayrı ve birlikte uygulanarak etkileri incelenmiştir. Kimyasalların tek başına ve birlikte denemesi ile hem çiçeklenme başlangıcında hem de tam çiçeklenmede, kontrole nazaran önemli görülecek düzeyde geç çiçeklenme kaydedilmiştir. Kimyasalların tek başına uygulandığı gruplarda 4-8 gün, kimyasalların birlikte uygulandığı gruplarda ise 8-11 gün çiçeklenmenin geciktiği belirlenmiştir. Çalışmada ortaya konan sonuçların gelecek üretim sezonlarında ilkbahar geç donlarından kaynaklanan zararın minimuma indirilmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

ARTICLE INFO

Received 29 September 2016
Received in revised form 27 March 2017
Accepted 28 March 2017

Keywords:

Frost damage
Phenology
Late spring frosts
Prunus salicina

ABSTRACT

In recent years, the effects of global warming have began to show itself, in such a manner that climatic event that are specific to season, are more distinctive and cause bigger damage to agricultural events. The cultivation of fruit is restricted by late spring frost that is one of the most important threats to fruit cultivation. Late spring frost has increased the level of damage and has expanded the time interval to act, lately. Blooming period of fruit trees is the most sensitive term to cold damage, for this reason, it has become extremely important to move this period to the period after late spring frosts. For this purpose, in this study, mepiquat chloride was applied the root zone at the end of February, and ethephon was applied to aboveground parts of trees at the beginning of March, together and separately to ‘Angeleno’ plum cultivar, then the effects of these chemicals were investigated. Both the beginning of flowering and full bloom were recorded significantly late in comparison to the control group, after applications of chemicals together and separately. It was determined that full bloom was delayed 4-8 days at individual chemical applications, and delayed 8-11 days at interactions. The results of the study will help to minimize the damage caused from spring frosts in future production.

1. Giriş

Erik kültürünün 2000 yılı kadar gerilere dayandığı bilinmektedir. Anavatanının; Anadolu, Kafkasya ve Hazar Denizi kıyıları olduğu kabul edilmektedir (Özbek 1978).

Türkiye’de erik, Doğu Anadolu’nun kışları uzun, soğuk iklimli yüksek yaylaları ile Güney Doğu Anadolu’nun çok sıcak ve kurak yerleri dışında, hemen her yerde yetiştirilmektedir. Zengin ekolojik varlığımız sayesinde eriği ülkemizde 6-7 ay boyunca taze olarak raflarda buldurmamız mümkün olmaktadır. Nisan ayında, *Prunus cerasifera* L. türüne ait

can-papaz gurubu eriklerle Akdeniz bölgesinde erkenci turfanda olarak başlayan hasat, *Prunus salicina* L. ve *Prunus domestica* L. grubu eriklerin geçi çeşitleriyle yaylalarımızda ve rakımı yüksek yörelerimizde ekim ayına kadar devam etmektedir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre dünyada, 2 660 799 hektar alanda, 11 528 337 ton erik üretimi yapılmaktadır. Türkiye 305 393 ton erik üretimiyle dünya erik üretiminin % 2.6’sını karşılamakta ve 4. sırada bulunmaktadır (FAO 2013).

Türkiye’de, 2014 yılında, 200 271 dekar alanda bulunan 10 298 632 erik ağacının, 8 657 765 adedi verim olgunluğunda olup, yaklaşık 265 490 ton erik üretilmiştir (TÜİK 2014). Toplam ağaç sayısı ve verim olgunluğuna ulaşan ağaç sayısının artmasına rağmen 2014 yılında son 15 yılın aksine verimde düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 1). Verimde meydana gelen bu düşüşün temel sebebi 2014 yılında meydana gelen ilkbahar geç donlarıdır (Çizelge 2). Başta sert çekirdekli ve sert kabuklular olmak üzere, meyve ağaçlarını tomurcuk kabarması, çiçeklenme ve küçük meyve dönemlerinde etkileyen ilkbahar geç donları, hem bitkilerin gelişimini geri bırakmış, hem de verimin düşük kalmasına sebep olmuştur.

Çizelge 1. Türkiye’de yıllara göre erik ağaç sayısı ve üretimi (TÜİK 2014).

Table 1. Number of plum trees and plum production quantity in Turkey by years (TÜİK 2014).

Yıllar	Ağaç Sayısı (bin)	Üretim (ton)
1995	8 588	187 000
2000	8 460	195 000
2005	8 770	220 000
2010	9 663	240 806
2011	9 665	268 696
2012	9 981	300 046
2013	10 246	305 393
2014	10 299	265 490

Çizelge 2. Eskişehir’de yıllara göre mart, nisan ve mayıs aylarında görülen donlu gün sayıları (Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü-Eskişehir 2015).

Table 2. Number of frosty days in March, April and May in Eskişehir by years (Meteorology 3. District Management-Eskişehir 2015).

Ay	Yıllara Göre Donlu Gün Sayısı (Gün)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Mart	13	18	12	16	27	10	19	21	
Nisan	2	5	4	5	3	1	5	12	
Mayıs	3	-	-	-	1	-	-	-	

2015 yılının, 2014 yılından daha sert geçtiği ve küresel iklim değişikliğinin etkilerinin her geçen yıl iklime daha belirgin yansıdığı gerçeği düşünüldüğünde, ilkbahar geç donlarının, tarım üreticilerine sorun teşkil edeceği şüphesizdir. Hem çiftçi ailelerinin alım gücü hem de ülke iç piyasasının dengesi ve ihracat potansiyelinin yükselmesi için, donların sebep olacağı hasarın minimuma indirilmesinde, gerekli kısa ve uzun vadeli çalışmaların yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Çiçeklenmeyi geciktirmek üzere pek çok kimyasalın kullanıldığı araştırmalar gerçekleştirilmiş ve bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Değişen dozlarda ethephon kullanımı, bitkilerde çiçeklenmenin ve hasat zamanının geciktirilmesi, farklılaşma ile tomurcuk direncinin artması, verim ve kalite artışı gibi olumlu etkileri beraberinde getirmektedir (Buban ve Turi 1985; Gianfagna ve ark. 1986; Crisosto ve ark. 1989; Coneva ve Cline 2009). Bununla beraber özellikle aşırı doz veya yanlış zamanda kullanıldığında, bitkilerde çiçek absiyonu, zamklanma, düzensiz ve az meyve tutumu gibi olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Probsting ve Mills 1973; Gianfagna ve ark. 1986; Crisosto ve ark. 1989; Coneva ve Cline 2009). Mepiquat chloride ise bitkilerde plastokron süresinin uzatılmasında, translokasyonda, boğum aralarının kısaltılmasında, katalize edilen substrat miktarını azaltmada, fotosentez oranının düşürülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Kerby 1985; Reddy ve ark. 1996; Zhao ve Oosterhuis 2000; Rosolem ve ark. 2013).

Çalışmamızda, meyve ağaçlarının soğuğa en hassas olduğu çiçeklenme döneminin, ilkbahar geç donları sonrası döneme taşınması hedeflenmiş ve bu amaçla, mepiquat chloride (BASF-pix) ve ethephon (AGROBEST-efhun) kimyasalları ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. Kimyasalların seçilmesi aşamasında, kimyasalların uygulama şekli ve bitki bünyesindeki fizyolojik etkileri göz önünde bulundurulmuştur. İnhibitör etkili kimyasalların büyük çoğunluğu kök bölgesinden uygulandığında, etanol üretimine sebep olarak, köklerde bol miktarda bulunan nişastayı parçalamak suretiyle bitkiye zarar vermektedirler. Mepiquat chloride kimyasalında böyle bir durum söz konusu değildir. Ethephon ise toprak üstü aksamında pratikte sıklıkla uygulanmaktadır (Xu ve Taylor 1992; Reighard ve ark. 2006). Bu kimyasalların uygulanması ile çiçeklenmenin gecikmesi hedeflenerek, bu gecikme ile erik ağaçlarının yeterli düzeyde meyve bağlaması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2015 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisi içerisinde bulunan 5 yaşında, çöğür anacı üzerine aşılı ‘Angeleno’ erik çeşidinin dikili olduğu erik parselinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilerek, 2 faktörün (ethephon ve mepiquat chloride) 3’er farklı seviyesi olmak üzere 3x3=9 muamele kombinasyonu (0/0; 0/75; 0/150; 2000/0; 2000/75; 2000/150; 4000/0; 4000/75; 4000/150) oluşturularak 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Kimyasalların dozları belirlenirken, daha önce yapılan çalışmalardan ve tedarikçi firmanın önerilerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın istatistiksel modelinde, muamele kombinasyonlarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar araştırılmıştır.

Erik ağaçlarının, tomurcuk kabarması dönemine ulaşması ile çiçeklenme tarihlerinin kaydedilmesi için bu dönemden sonra her gün arazide gözlemler yapılmış ve her ağacın çiçeklenme tarihleri belirlenmiştir. Araştırmada geç çiçeklenme bakımından elde edilen verilerin ANOVA sonuçları Çizelge 3’te verilmiştir. İstatistik analiz sonucunda geç çiçeklenme bakımından, muamele kombinasyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 4). Hangi muamele kombinasyonu ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

Çizelge 3. Geç çiçeklenme bakımından tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme dizaynında varyans analiz sonuçları.

Table 3. Results of variance analysis on the randomized plots factorial experimental design in terms of late flowering.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Ethephon	2	151.407	151.407	75.704	146.00	0.000
Mepiquat chloride	2	76.741	76.741	38.370	74.00	0.000
Ethephon*mepiquat chloride	4	15.259	15.259	3.815	7.36	0.001
Error	18	9.333	9.333	0.519		
Total	26	252.741				

Denemede uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkisi belirlemek için, ele alınan özellik (geç çiçeklenme) bakımından istatistik analizlerde R yazılımı, versiyon 2.12.1. programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir (R Development Core Team 2010). Araştırmada çiçeklenme zamanının ertelenmesi bakımından verilerin normal dağıldığı, Kolmogrov-Simirnov testiyle kontrol edilmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4. Denemeye ait ağaçlarda ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme ve tam çiçeklenmenin ortalama geciktirilme değerleri.

Table 4. Start of blooming and full bloom dates, and mean delay of flowering from the full bloom values of plum trees.

Ethephon/ Mepiquat Chloride Uygulamaları (ppm)	İlk Çiçeklenme Tarihleri	Kontrole göre ilk çiçeklenmede gecikme (gün)	Tam Çiçeklenme Tarihleri	Kontrole göre tam çiçeklenmede gecikme (gün)	Mean±SE (Gün)
0/0	30-31.03.2015	-	07-08.04.2015	-	0.667±0.333 ^E
0/75	03.04.2015	4	13-15.04.2015	6-8	7.000±0.333 ^{CD}
0/150	01-03.04.2015	2-4	11-13.04.2015	4-6	5.000±0.333 ^D
2000/0	01-02.04.2015	2-3	13-14.04.2015	6-7	6.667±0.000 ^{CD}
2000/75	02-03.04.2015	3-4	15-17.04.2015	9-10	9.000±0.333 ^{ABC}
2000/150	02-03.04.2015	3-4	16-17.04.2015	9-10	9.667±0.577 ^{AB}
4000/0	03.04.2015	4	15.04.2015	8	8.000±0.577 ^{BC}
4000/75	02.04.2015	3	17-18.04.2015	10-11	10.667±0.333 ^A
4000/150	03-04.04.2015	4-5	17-18.04.2015	10-11	10.667±0.577 ^A

(P<0.01) A; AB; ABC; BC; CD; D; E

24 Şubat 2015 tarihinde, öğleden sonra bitkiler tarla kapasitesine kadar sulanmıştır. Bu sulamada amaç 1 gün sonra uygulanacak mepiquat chloride kimyasalının, etkili kök derinliğine kadar ulaşmasını sağlamak olmuştur. 25 Şubat 2015'te ise 75 ppm ve 150 ppm dozlarında 15 litre mepiquat chloride - su çözeltisi kök bölgesinden sulama yöntemiyle verilmiştir (Şekil 1 a). 1 Mart 2015 tarihinde ise, 2000 ppm ve 4000 ppm dozlarında hazırlanan ethephon - su çözeltisi sırt pülverizatörü vasıtası ile bitkilerin toprak üstü aksamlarının tamamına püskürtülmüştür (Şekil 1 b).

Mepiquat chloride, köklerin aktif hale geldiği 5-8 °C toprak sıcaklığına ulaşıldığında, ethephon ise hava sıcaklıklarının erik ağacının toprak üstü aksamlarının aktif hale geçtiği 12-15 °C'ye ulaştığı dönemde uygulanmıştır. Ethephonun biyolojik etkinliğinin maksimum düzeyde olması için hava sıcaklığının 12 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir (Knight 1982; Jones ve Koen 1985).

Çalışmada iki farklı kimyasalın kullanılmasının sebebi, çiçeklenmenin mümkün olduğunca geciktirilmeye çalışılmasıdır. Ayrıca kullanılan iki kimyasal, aynı yöntemle uygulanmamıştır. Mepiquat chloride sadece köklere uygulanırken, ethephon bitkinin tüm toprak üstü aksamına uygulanmıştır. Bu yöntemin seçilmesinde amaç, toprak üstü aksamına uygulanan ethephonun stoma, lentisel ve hidatodlar

vasıtası ile hızla, kökler vasıtasıyla alınacak mepiquat chloride'in ise yavaş ve geniş zaman aralığında bitkiye geçişini sağlamak olmuştur. Böylece bitki bünyesinde çiçeklenmenin gecikmesi için ihtiyaç duyulan kimyasallar, fizyolojik aktivitelere bitkinin uyanmasıyla başlamış ve uzun süre devam etmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çiçeklenmenin geciktirilmesini amaçlayan çalışmamızda, kimyasalların tek ve birlikte uygulandığı grupların tamamı hem çiçeklenme başlangıcında hem de tam çiçeklenmede kontrol grubundan sonra çiçeklenmiştir (Çizelge 4). Ayrıca kimyasalların birlikte uygulandığı grupların tamamı, tekli uygulamalara göre geç çiçeklenme açısından daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu durum, seçilen kimyasallar arası interaksiyonun, geç çiçeklenme üzerine etkisinin pozitif olduğunu kanıtlamaktadır.

Kontrol grubu ve uygulamalar arasında çiçeklenme başlangıcında farklar az iken, tam çiçeklenme dönemi tarihleri açısından farklar maksimum değere ulaşmıştır (Çizelge 4). Kontrol grubunda ilk çiçeklenme 30 Mart ve 31 Mart tarihlerinde gerçekleşmiştir. Muamele gruplarının ilk ve tam çiçeklenme döneminde kontrole nazaran kaç gün geç



a



b

Şekil 1. a) Mepiquat chloride'in uygulanması b) Ethephon'un uygulanması.

Figure 1. a) Application of mepiquat chloride b) Application of ethephon.

çiçeklendiği Çizelge 4'te ayrıca belirtilmiştir. Kimyasal uygulanan gruplarda, ilk çiçeklenme 3 Nisan – 4 Nisan tarihine kadar ertelenmiştir. Çiçeklenme başında farkın daha az olmasının en önemli sebebi, her ağacın vejetasyon dönemi başında, mevcut çiçek tomurcuklarının % 1-5'lik kısmını çiçeğe dönüştürecek kadar enerji transferini vejetasyon başında gerçekleştiriyor olmasıdır. Uygulama her ne olursa olsun enerji mekanizmasının tamamen durdurulması mümkün değildir. Fakat vejetasyon döneminin devamında, kullanılan kimyasallar etkisini göstermiş ve tam çiçeklenme döneminde belirgin şekilde bu farklılık ortaya çıkmıştır. Tam çiçeklenme tarihlerine bakıldığında, kontrol grubu 7 Nisan – 8 Nisan tarihinde tam çiçeklenmişken, kimyasal uygulanan gruplarda, tam çiçeklenme tarihi 17 Nisan – 18 Nisan tarihine kadar ertelenmiştir.

Eriklerde don zararı, etkisini hava sıcaklığının 0 °C'nin altına düşmeye başladığı dönemde göstermeye başlamaktadır. Sıcaklığın -5 °C'ye düşmesi mevcut tomurcuk, çiçek ve küçük meyvelerin % 90 oranında kaybına sebep olmaktadır. Minimum sıcaklık kadar, minimum sıcaklığa maruz kalma süresi de önemlidir. Bitki organlarının değişen su oranlarına göre, 0 °C'nin altındaki sıcaklıklara 90 dakikadan daha fazla maruz kalmaları don zararı oranı ciddi oranda artmaktadır (Palonen ve Buszard 1997).

Sert geçen 2015 yılında, Eskişehir ilinde mart ve nisan aylarında toplam 33 gün don olayı gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Donlara maruz kalan kontrol grubu erik ağaçlarının çiçeklerinde, donların sebep olduğu kahverengi nekrozlar ve kararmalar görülmektedir (Şekil 2 ve Şekil 3). Zarar gören çiçeklerde ilerleyen dönemde meyve tutumu gerçekleşmemiştir. Uygulamaların yapıldığı erik ağaçlarının çiçeklerinin ise, sağlıklı ve canlı olduğu Şekil 2 ve Şekil 3'te görülmektedir. Donlar sırasında henüz çiçek açmamış olan, kimyasalların her ikisinin birlikte uygulandığı gruplarda, don zararı yok denilebilecek kadar azdır. Kimyasalların tek başına uygulandığı gruplarda ise, dondan kaynaklı zarar, kimyasalların birlikte uygulandığı gruplara kıyasla nispeten biraz daha fazla olsa dahi bu zararlanma ticari olarak herhangi bir kayba sebep olmamıştır. Meyve seyreltmesi döneminde bu ağaçlara meyve yükü fazla olduğundan seyreltme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Eriklerde açan çiçeklerin % 5-30'unun meyve tutması yeterlidir (Webster ve Holland 1993). Meyve

tutumunun fazla olduğu ağaçlarda, fizyolojik dengenin korunması ve hasat zamanı kaliteli ürün elde etmek amacı ile meyve tutumunun fazlası seyreltilmelidir (McLaughlin ve Greene 1984).

Ethephon kullanılarak çiçeklenmenin geciktirildiği bir çalışmada, şeftali ağaçlarında yıllara göre, tam çiçeklenmenin 5 ile 9 ertelendiği ifade edilmiştir (Crisosto ve ark. 1989). Kiraz ağaçlarında ise yöre ve çeşitlere bağlı olarak, tam çiçeklenmenin ethephon ile 1-3 gün geciktirildiği belirtilmiştir (Engin ve ark. 2004). Japon kayısı çeşitlerinde, ethephon kullanılarak tam çiçeklenmenin 4-11 gün geciktirildiği belirtilmiştir (Paksasorn ve ark. 1994). Gianfagna ve ark (1986)'nin şeftalide yaptıkları çalışma da, ethephon'un, tam çiçeklenmeyi 7 gün geciktirdiği bildirilmiştir. Fantasia çeşidi nektarında uygulanan ethephonun tam çiçeklenmeyi 6-16 gün arasında geciktirdiği bildirilmektedir (Irving 1987). İran'da Kalleh-guchi çeşidi antepfıstığına uygulanan ethephon, çiçeklenmeyi yıllara göre 10-12 gün geciktirmiştir (Askari ve ark. 2011). Bir başka çalışmada Meksika'da yapılmış olup, ethephonun uygulandığı Jordanolo çeşidi bademlerde çiçeklenme yıllara göre 3-9 gün arasında geciktirilmiştir (Contreras ve ark. 2010). Coneva ve Cline (2009), Baby Gold 5 şeftali çeşidi ile yaptıkları çalışmada, etilen kullanımı ile birlikte yıllara göre çiçeklenmede 6-8 günlük gecikme görüldüğünü bildirmişlerdir.

Bitkilerde, Mepiquat chloride ile yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Pamukta yapılmış bir çalışmada, bitkilere uygulandığı takdirde, boğumlar arası uzunluğu kısaltarak vegetatif gelişimi sınırladığı belirtilmiştir (Rosolem ve ark. 2013; Gu ve ark. 2014). Huang (1982) yaptığı çalışmada, mepiquat chloride uygulamasının soğuğa toleransı arttırdığı ve düşük sıcaklıklarda bitkilerin daha az zarar gördüğünü bildirmişlerdir. Yine pamukta yapılan bir başka çalışmada, mepiquat chloride uygulanan bitkilerde, CO₂ akseptörü Ribulose Bisphosphate (RuBP) aktivitesinin düştüğü belirtilmiştir (Reddy ve ark. 1996). RuBP'nin aktivitesinin düşmesi ile katalize edilen substrat miktarı azalmıştır. Bu sayede asimilat oluşumu sınırlandırılarak, enerji sağlanması gecikmiştir. Bir başka çalışmada ise mepiquat chloride'nin CO₂ alınımını sınırladığı ve bu sayede fotosentez oranının düştüğü bildirilmiştir (Gausmann ve ark. 1980).



Şekil 2. Kontrol ve kimyasal uygulanan erik ağaçlarında dondan sonra çiçeklerin durumları (önde kontrol grubu ağaçları, arkada uygulama grubu ağaçları).

Figure 2. Blooming conditions after frosts in control and chemical applied plum trees (control trees are in front, chemical applied trees are behind).

Çalışmamızda da ortaya çıkan sonuç, daha önce yapılan çalışmalarla paralel sonuçlar göstermiştir. Kimyasalların tek başına kullanıldığı uygulamalarda, ethephon, mepiquat chloride göre geç çiçeklenme için daha etkili olmuştur. Ethephon ile 6-8 günlük gecikme sağlanırken, mepiquat chloride ile 4-7 gün arası gecikme sağlanmıştır (Çizelge 4). Her iki kimyasalında uygulandığı grupların tamamında, çiçeklenme kontrole ve tekli kimyasal uygulanan gruplara göre daha geç olmuştur.

Çalışmada en başarılı sonuçlar ethephon'un 4000 ppm uygulandığı interaksiyon gruplarında alınmıştır (Çizelge 4).

Fakat çalışmada olumsuz olarak ortaya çıkan tek istenmeyen durum, yine bu uygulamalarda meydana gelmiştir. Ethephonun 4000 ppm uygulandığı erik ağaçlarında, özellikle eriklerde birincil meyve organları olan mayıs buketleri ve genç dallarda yanıklıklar oluşmuştur (Şekil 4). Yanıklık bulunan meyve dallarından ürün alınmamıştır. Bazı ağaçlarda yanıklık oranı, daha sonra ki dönemde az ve düzensiz meyve tutumuna sebep olacak düzeyde görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda da ethephonun özellikle yüksek dozlarda bitkinin ölümüne sebep olabileceği, aşırı zamklanma'ya sebep olduğu ve çiçek



Şekil 3. Kontrol ve kimyasal uygulanan erik ağaçlarında dondan sonra çiçeklerin durumları (önde uygulama grubu ağaçları, arkada kontrol grubu ağaçları).

Figure 3. Blooming conditions after frosts in control and chemical applied plum trees (chemical applied trees are in front, control trees are behind).



Şekil 4. 4000 ppm ethephon uygulanan erik ağacında meydana gelen fiziksel hasar.

Figure 4. Physical damage at 4000 ppm ethephon applied plum tree.

yoğunluğunu azalttığı bildirilmektedir (Dennis 1976; Coston ve ark. 1985; Gianfagna ve ark. 1986). Tüm bu sebeplerle geç çiçeklenme için ethephon'un 4000 ppm uygulanması sakıncalıdır. 2000 ppm ethephon uygulanan gruplarda böyle bir durum söz konusu değildir.

4. Sonuç

Çalışma sonucunda, geç çiçeklenme için ethephon ve mepiquat chloride interaksyonunun olumlu sonuçlar verdiği ve kimyasalların birlikte uygulandığı gruplarda çiçeklenmenin yaklaşık 8-11 gün geciktirildiği görülmüştür. Ethaphon'un 2000 ppm, mepiquat chloride'nin 150 ppm uygulandığı grubun en başarılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Türkiye, dünyada erik üretimine liderlik eden ülkelerden biri konumundadır. Son yıllarda küresel iklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen ilkbahar geç donları, hem sayı hem de şiddet düzeyi bakımından etkisini artırmıştır. Meyve ağaçlarını soğuğa en hassas dönemlerinde etkileyen ilkbahar geç donları; tomurcuk, çiçek, küçük meyve ve taze yaprakların büyük oranda tahrip olmasına sebep olmuştur. Meyveler içinde erken çiçeklenenlerden biri olan erik, bu durumdan en fazla etkilenen türlerden biri konumundadır. Bu amaçla daha geç çiçeklenen çeşitler mevcut çeşitlerin yerini alana kadar, çalışmamızda uygulanan yöntemin, ilkbahar geç donlarına karşı güvenle kullanılabilecek ekonomik bir yöntem olarak tavsiye edilebileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Askari E, Irani S, Razmjoo K (2011) Bloom, maturity, and fruit set of pistachio in response to early season application of ethephon. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 52(1): 29-34.
- Buban T, Turi I (1985) Delaying bloom in apricot and peach trees. In: VIII International Symposium on Apricot Culture and Decline. Kecskemét, Hungary, pp. 57-64.
- Coneva E, Cline J (2009) Ethrel delays blossoming, reduces fruit set, and increases fruit size of 'Baby Gold 5' peaches. Available at <http://www.uoguelph.ca/plant/treefruit/outreach/ethrelposter.pdf>. Accessed September 2016.
- Contreras RLG, Diaz GM, Duarte RM, Contreras FR (2010) Effect of Ethephon on Almond Bloom Delay, Yield, and Nut Quality Under Warm Climate Conditions in Northwestern Mexico. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(1): 34-38.
- Coston DC, Krewer GW, Elkner TE, Williamson JG, Sims ET (1985) Chemical treatments to delay bloom in peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 110: 874-877.
- Crisosto CH, Lombard PB, Fuchigami LH (1989) Fall ethephon delays blooming 'Redhaven' peach by delaying flower differentiation and development during dormancy. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114(6): 881-884.
- Dennis JrFG (1976) Trials of ethephon and other growth regulators for delaying bloom in tree fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 101: 241-245.
- Engin H, Ünal A, Gür E (2004) CCC, PP333, GA3, Dormex ve etrel uygulamalarının bazı kiraz çeşitlerinin çiçeklenmesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 41(3): 35-43.
- FAO (2013) Plum production quantity and area. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Accessed January 2016.
- Gausmann HW, Walter H, Rittig FR, Escobar DE, Rodriguez RR (1980) Effect of mepiquat chloride (Pix) on CO₂ uptake of cotton plant leaves. In: Proceedings of the Plant Growth Regulator Working Group; annual meeting. Longmont, CO, pp. 1-6.
- Gianfagna TJ, Marini R, Rachmiel S (1986) Effect of ethephon and GA3 on time of flowering in peach. *HortScience* 21: 69-70.
- Gu S, Evers JB, Zhang L, Mao L, Zhang S, Zhao X, Liu S, Werf WVD, Li Z (2014) Modelling the structural response of cotton plants to mepiquat chloride and population density. *Annals of Botany* 114(4): 877-887.
- Huang SY (1982) Increase of cold tolerance in cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) by mepiquat chloride. *JSC/Lyndon B. Johnson Space Center, USA*.
- Irving DE (1987) 'Fantasia' nectarine: Effects of autumn-applied ethephon on blossoming and cropping. *New Zealand journal of experimental agriculture* 15(1): 67-72.
- Jones KM, Koen TR (1985) Temperature effects on ethephon thinning of apples. *Journal of Horticultural Science* 60(1): 21-24.
- Kerby TA (1985) Cotton response to mepiquat chloride. *Agronomy Journal* 77(4): 515-518.
- Knight JN (1982) Regulation of cropping and fruit quality of Conference pear by the use of gibberellic and thinning. II. The effect of ethephon as a flower thinner when used in conjunction with gibberellic acid application. *Journal of Horticultural Science* 57(1): 61-67.
- Mclaughlin JM, Greene DW (1984) Effects of BA, GA4+7, and daminozide on fruit set, fruit quality, vegetative growth, flower initiation, and flower quality of 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109(1): 34-39.
- Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü-Eskişehir (2015) Eskişehir merkez meteorolojik verileri, Erişim tarihi Kasım 2015.
- Özbek S (1978) Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 128, Adana.
- Paksasom A, Masuda M, Matsui H, Ohara H, Hirata N (1994) Effect of fall ethephon application on bloom delay and fruit set in Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb et Zucc.). *Acta Horticulturae* 395: 193-200.
- Palonen P, Buszard D (1997) Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Canadian Journal of Plant Science* 77(3): 399-420.
- Probsting EL, Mills HH (1973) Bloom delay and frost survival in ethephon-treated sweet cherry. *HortScience* 8: 46-47.
- R Development Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing reference index version 2.12.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.Rproject.org>. Accessed January 2016.
- Reddy RA, Reddy KR, Hodges HF (1996) Mepiquat chloride (PIX)-induced changes in photosynthesis and growth of cotton. *Plant Growth Regulation* 20(3): 179-183.
- Reighard GL, Ouellette DR, Brock KH (2006) Pre-bloom thinning of peach flower buds with soybean oil in South Carolina. In: X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. Saltillo, Mexico, pp. 345-352.
- Rosolem CA, Oosterhuis DM, de Souza FS (2013) Cotton response to mepiquat chloride and temperature. *Scientia Agricola* 70(2): 82-87.
- TÜİK (2014) Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Ocak 2016.
- Webster AD, Hollands M (1993) Fruit thinning Victoria plums with ammonium thiosulphate. *Journal of Horticultural Science* 68(2): 237-245.
- Xu X, Taylor HM (1992) Increase in drought resistance of cotton seedlings treated with mepiquat chloride. *Agronomy Journal* 84(4): 569-574.
- Zhao D, Oosterhuis DM (2000) Pix Plus and mepiquat chloride effects on physiology, growth, and yield of field-grown cotton. *Journal of Plant Growth Regulation* 19(4): 415-422.

Sangiovese üzüm çeşidinde dönemsel yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) değişimleri ve salkım seyreltme uygulamalarına bağlı olarak düzenlenen sulama oranlarının verim, sürgün ve gelişme özellikleri üzerine etkileri

Periodic changes of leaf water potentials (Ψ_{leaf}) and cluster thinning applications depending on regulated irrigation ratios effects on yield, shoot and growing characteristics in cv. Sangiovese

Elman BAHAR, İlknur KORKUTAL, İpek Ezgi KABATAŞ

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 59030, Tekirdağ

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Kasım 2016
Düzeltilme tarihi 31 Mart 2017
Kabul tarihi 03 Nisan 2017

Anahtar Kelimeler:

Sangiovese
Yaprak su potansiyeli
Salkım seyreltme
Su stresi
Gelişme

ÖZ

Bu çalışma 2013 yılı vejetasyon periyodunda Tekirdağ ili Şarköy ilçesi koşullarında, 40° 37' 49.98" K enlem ve 27° 09' 28.00" D boylamında, rakımı 41 m olan üretici bağında, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup; yaprak su potansiyeli ve salkım seyreltme uygulamalarının Sangiovese üzüm çeşidinde verim, sürgün ve gelişme özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Kontrol, Ψ_{50} nC (-0.3/ -0.5] MPa, Ψ_{60} nC (-0.3/ -0.6] MPa ve Ψ_{70} nC (-0.3/ -0.7] MPa olmak üzere 4 farklı yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) uygulaması ile Salkım Seyreltmesiz ve % 50 Salkım Seyreltme olmak üzere 2 farklı salkım seyreltme uygulaması yapılmıştır. Araştırmada fenolojik gelişme aşamaları, yaprak su potansiyelleri, sürgün özellikleri (sürgün uzunluğu, sürgün uzama hızı, budama odunu ağırlığı, güç, bir yıllık dal ağırlığı, ravaz indeksi), omca başına düşen göz sayısı, dengelenmiş budama göz sayısı ve omca başına verim kriterleri incelenmiştir. Uygulamaların etkileri incelendiğinde Ψ_{50} nC (-0.3/ -0.5] MPa uygulaması ile budama odunu ağırlığı, bir yıllık dal ağırlığı, güç ve verimde artış, Ψ_{60} nC (-0.3/ -0.7] MPa uygulaması neticesinde ise buna göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Salkım seyreltme uygulamalarının yaprak su potansiyeli üzerinde fark edilir bir etkisi görülmemiştir. Sonuç olarak verim ve sürgün özellikleri dikkate alındığında Sangiovese üzüm çeşidi için yaprak su potansiyeli uygulamalarından Ψ_{50} nC (-0.3/ -0.7] MPa aralığı ile birlikte % 50 SS uygulaması önerilebilir.

ARTICLE INFO

Received 10 November 2016
Received in revised form 31 March 2017
Accepted 03 April 2017

Keywords:

cv. Sangiovese
Leaf water potential
Cluster thinning
Water stress
Growing

ABSTRACT

In this study, the vegetation period in 2013 and in the province of Tekirdag Sarkoy district conditions; 40°37'49.98" N latitude and 27° 09' 28.00" E in longitude, with 41 m altitude, randomized block has been performed in 4 replicates the pattern of the cv. Sangiovese of leaf water potential and cluster thinning practices are conducted to determine the effects of yield, shoot and growing characteristics. Control Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.5] MPa, Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.6] MPa and Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.7] MPa, including 4 different leaf water potential (Ψ_{leaf}) application with bunches dilution and 50% cluster thinning (CT), including 2 different cluster thinning application is made. The phenological growth stages, leaf water potentials, shoot characteristics (shoot length, shoot growth rate, pruning weight, puissance, one year old arm weight, IR), bud number per grape vine, bud number of balanced pruning, yield per grape vine criteria are evaluated. When the effects of applications examined; Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.5] MPa application pruning weight, one year old arm weight, puissance and yield values are increased than Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.7] MPa values. There is no appreciable effect of cluster thinning applications on leaf water potentials. As a result when the yield and shoot growing characteristics being considered for the cv. Sangiovese; Ψ_{pd} nC (-0.3/ -0.7] MPa range and 50% CT application is recommended.

1. Giriş

Su stresi abiyotik bir stres faktörü olup, bitkide yaşamsal bir rol oynamaktadır (Taiz ve Zeiger 2008). Su stresi toprakta bitkiye yararlı olan su miktarının azalması, atmosferik koşulların etkisiyle transpirasyon ve evaporasyon sonucu su yitirmesinin sürmesi durumunda ortaya çıkmaktadır (Kacar ve ark. 2006).

Carbonneau ve ark. (1998), omcalarda yaprak su potansiyeli stres değerlerini şafak öncesi yaprak su potansiyelini esas alarak sınıflandırmışlardır. Omcada Ψ_{s0} ; -0.6 MPa'ın altındaki değerlere sahip omcaların şiddetli stres seviyesinde olduğunu; 0 MPa ile -0.2 MPa arasında olan omcalarda ise stresin olmadığını belirtmişlerdir. Smith ve Prichard (2002), Ψ_{go} dikkate almışlar ve Ψ_{go} ; -1.0 MPa'ın üstünde olduğunda stresin olmadığını; Ψ_{go} ; -1.6 MPa'ın altında olduğunda ise çok şiddetli stres sınıfında olduğu ifade etmişlerdir. Deloire ve ark. (2004), ise Ψ_{s0} ; 0 ile -0.3 MPa arasında olduğunda vejetatif gelişim, tane gelişimi ve fotosentezin normal olduğunu belirtmişlerdir. -0.5 MPa ile -0.9 MPa arasında olduğunda vejetatif gelişiminin durduğu; tane gelişimi, fotosentez ve tane olgunlaşmasının ise azaldığı veya durduğu; -0.9 MPa'ın altında ise tüm faaliyetlerin durduğunu saptamışlardır.

Bağda ürün dengesini kurmak için kış budamasında bırakılacak göz sayısı ve ürün yükünün hesaplanmasında; güç, budama odunu ağırlığı, vigor, birim alana göz sayısı gibi kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir (Carbonneau ve ark. 2007). Öte yandan salkım seyreltmenin zamanı ve oranına dikkat edilmelidir (Climaco ve ark. 2005). Palliotti ve Cartechini (2000) salkım seyreltmeyi olgunlaşmadan önce salkım veya çiçekleri baskılamak olarak tanımlamaktadırlar. Bu şekilde salkım seyreltme; üretim merkezi/tüketim merkezi oranına doğrudan etki yapmaktadır (Reynolds ve ark. 1994). Ürün yükünde azalma şeklinde görülen salkım seyreltme yapılan seyreltme oranına denk değildir (Martins 2007). Bu nedenle, Climaco ve ark. (2005) sadece verim yüksekliği görülen bağlarda salkım seyreltme önermekte ve Jackson ve Lombard (1993) zamanlaması ve oranına dikkat edilmesine vurgu yapmaktadırlar. Birçok araştırmada salkım seyreltme uygulandığında omca başına verimin düştüğü belirlenmiştir (Corino ve ark. 1991; Schalkwyk ve ark. 1995; Gao ve Cahoon 1998; Palliotti ve Cartechini 2000; Ojeda ve ark. 2002; Acevedo ve ark. 2004; Kennedy ve ark. 2009; Nail 2010).

Bu araştırma; vejetasyon periyodu boyunca farklı yaprak su potansiyeli seviyeleri ve salkım seyreltme uygulamalarının; Sangiovese üzüm çeşidinde verim, sürgün ve gelişme özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

3.1. Materyal

Araştırma, 2013 yılı vejetasyon periyodunda, Tekirdağ ili Şarköy ilçesinde 40° 37' 49.98" K enlem ve 27° 09' 28.00" D boylamında, rakımı 41 m olan üretici bağında gerçekleştirilmiştir. Deneme 8 yaşlı, 2.8x1.5 m aralık ve mesafede dikilmiş çift kollu guyot şekli verilmiş Sangiovese/110R kombinasyonundaki omcalarda yürütülmüştür. Yaprak su potansiyelleri Scholander Basınç Odası ile ölçülerek (şafak öncesi= Ψ_{s0} ve gün ortası= Ψ_{go}) alınan değerler MPa (MegaPascal) cinsinden kaydedilmiştir.

3.2. Yöntem

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bloklar 4 ana parsel ve 2 alt parsel olarak ayrılmıştır. Her bir ana parseli; şafak öncesi yaprak su potansiyeli (Ψ_{s0}) seviyelerinin esas alındığı parametreler, her alt parseli ise salkım seyreltme uygulamaları oluşturmuştur. Parsellerde 2 omca ve parselin yanındaki 3 omca kenar etkisi olarak göz ardı edilmiştir. Yine her tekerrürden sonra bir sıra kenar etkisi olarak deneme dışında bırakılmıştır. Bu etkileri göz ardı edildikten sonra denemede toplam 64 omca kullanılmıştır. Elde edilen verilerin varyans analizi için MSTAT-C programı kullanılmış ve konular arasındaki farkların belirlenmesi için ise LSD testi yapılmıştır.

Ana parsel uygulamalarında; Ben düşme (E-L 35) ile Olgunluk (E-L 38) arasında her bir parsel bir şafak öncesi yaprak su potansiyeli seviyesini [Kontrol (Sulamasız; $\Psi_{s0} < -0.7$ MPa), Yaprak Su Potansiyeli -0.3 ile -0.5 MPa arasında tutacak şekilde sulama, Ψ_{s0} -0.3 ile -0.6 MPa arasında tutacak şekilde sulama, Ψ_{s0} -0.3 ile -0.7 MPa arasında tutacak şekilde sulama], ve her bir alt parsel ise salkım seyreltme konusunu [Kontrol (Seyreltmesiz) ve ben düşme döneminde (E-L 35) % 50 Salkım Seyreltme (% 50 SS)] kapsamaktadır.

Budamada 17-20 adet/omca göz bırakılmış ve 18-21 salkım olacak şekilde dengelenmiştir. Sıra üzerlerinde düzenli olarak geleneksel toprak işleme (sonbahar ve ilkbahar) yapılmıştır. 2013 vejetasyon periyodu boyunca toplam yağış miktarı ve omca başına verilen su (Ψ_{s0} 'ne bağlı olarak) miktarları Kontrol (<-0.7) yağış 20.6 mm; nC (-0.3/-0.7) yağış 20.6 mm ve 45 l sulama; nE (-0.3/-0.6) yağış 20.6 mm ve 140 l sulama; nC (-0.3/-0.5) yağış 20.6 mm ve 280 l sulama olacak şekilde düzenlenmiştir.

Araştırmada İncelenen Kriterler

- *İklimsel veriler ve fenolojik gelişme aşamaları*: Deneme periyoduna ait iklimsel veriler parselde 80 m uzaklıktaki Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL)'ne ait istasyondan alınmıştır. Fenolojik gelişme aşamaları Lorenz ve ark. (1995)'na göre kaydedilmiştir.

- *Yaprak Su Potansiyelleri (Ψ_{yaprak})*: Scholander Basınç Odası ile Ψ_{s0} ve Ψ_{go} ölçümleri yapılmıştır. Şafak öncesinde yapılan ölçümlere güneş doğmadan 2 saat önce başlanmış ve gün doğana kadar tamamlanmıştır. Gün ortası ölçümleri 12:00-14:00 arasında yapılmıştır. Ölçümler; sürgünlerin orta bölgesindeki tam gelişmiş sağlıklı yapraklarla yapılmıştır. Bu ölçümler 04.06.2013-02.09.2013 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir (Scholander ve ark. 1965; Carbonneau ve ark. 2007; Bahar ve ark. 2008; Korkutal ve ark. 2011).

- *Sürgün uzunlukları (cm)*: 20.05.2013 tarihinde şerit metre ile ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

- *Sürgün uzunluklarının değişimleri (cm)*: Sürgün uzunluklarının değişimi 05.05.2013 tarihinden (125. takvim günü) itibaren 20.05.2013 tarihine (140. takvim günü) kadar her hafta şerit metreyle ölçülüp belirlenen uzunluklar karşılaştırılarak bulunmuştur (Bahar ve Öner 2016).

- *Sürgün uzama hızı (cm hafta⁻¹)*: Sürgün uzama hızının belirlenmesinde 20.05.2013 tarihinden (125. takvim günü) itibaren 20.05.2013 tarihine (140. takvim günü) kadar her hafta şerit metre ile ölçülen uzunluklardan, bir önceki haftanın uzunlukları çıkarılarak bulunmuştur (Bahar ve ark. 2008).

- *Budama odunu ağırlığı* ($kg\ omca^{-1}$): Uygulamalardan sonraki 2014 kış döneminde yapılan budamadan elde edilen dalların tartımı yapılmış ve her omca için $kg\ omca^{-1}$ cinsinden kaydedilmiştir (Güner 2005; Carbonneau ve ark. 2007).

- *Güç* (*Puissance*): [(Budama odunu ağırlığı ($kg\ omca^{-1}$) x 0.5) + (Verim ($kg\ omca^{-1}$) x 0.2)] formülüyle hesaplanmıştır (Carbonneau 1998; Carbonneau ve ark. 2007).

- *Bir yıllık dal ağırlığı* (*Vigor*): Budama odunu ağırlığı ($kg\ omca^{-1}$) / Dal sayısı (adet $omca^{-1}$) formülüyle (Carbonneau 1998; Carbonneau ve ark. 2007) hesaplanmış ve alınan değerler < 10: çok zayıf, 20-40: orta kuvvette, > 60: çok kuvvetli olarak değerlendirilmiştir (Smart ve ark. 1990).

- *Ravaz İndeksi*: Verim ($kg\ omca^{-1}$) değerinin budama odunu ağırlığına ($kg\ omca^{-1}$) bölünmesi ile belirlenmiştir. Bulunan değer 5-10 arasında ise: vejetatif ve generatif gelişmenin dengede; < 5 ise: vejetatif aksamın daha fazla geliştiğini; > 10 ise: verimin fazla olduğunu ifade etmektedir (Ravaz 1903; Smart ve ark. 1990).

- *Birim toprak alanına düşen göz sayısı* ($m^2\ adet^{-1}$): Genelde $1\ m^2$ toprak alanına ~5-6 göz civarında şarj önerildiğinden (Çelik 2007); Sıra Arası (m) x Sıra Üzeri (m) = Bir omcaya düşen alan ($m^2\ omca^{-1}$) belirlenip, bir omcaya düşen alan ($m^2\ omca^{-1}$) x (5 veya 6 göz) ($göz\ m^{-2}$) = omca başına göz sayısı hesaplanmıştır. Hesaplama metrekareye düşen 5 ve 6 göz için ayrı ayrı değerler kullanılarak omcada birim toprak alanına bırakılacak uygun göz sayısı elde edilmiştir.

- *Dengelenmiş budamada bırakılacak göz sayısı* (*adet omca⁻¹*): Dengelenmiş budamada bırakılacak göz sayısı hesaplanırken; ilk 0.5 kg budama odunu ağırlığı için 20 göz, bir sonraki 0.5 kg budama odunu ağırlığı (BOA) için 10 göz (şarplık üzüm çeşitleri için) ve geriye kalan her 0.5 kg budama odunu ağırlığı için 10 adet göz bırakılabileceği bildirildiğinden; toplam budama odunu ağırlığının bu kriterler ile oranlanmasıyla dengelenmiş budamada bırakılacak göz sayısı (*adet omca⁻¹*) değeri hesaplanmıştır.

- *Omca başına verim* ($kg\ omca^{-1}$): Hasatta (27.08.2013) her omca ayrı hasat edilerek $0.01\ kg$ 'a duyarlı hassas terazi ile tartılmış ve kaydedilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

1. İklimsel Veriler ve Fenolojik Gelişme Aşamaları

Araştırma süresince yapılan fenolojik gözlemler sonucunda 95. takvim gününde (05.04.2013) gözlerin kabarmaya başladığı ve sonrasında tüylendiği belirlenmiştir. 138. (18.05.2013) günde çiçek tomurcuklarının % 50'sinin açtığı ve çiçeklenmenin tamamlandığı gözlenmiştir. Tam çiçeklenmeden sonra 144. (24.05.2013) günde tane tutumu tamamlanmıştır, 196. günde (15.07.2013) bağın tamamı ele alındığında tanelerin % 50'den fazlası renklenmiş ve ben düşme tamamlanmış olup 239. günde üzümler hasat edilmiştir.

2. Yaprak Su Potansiyelleri (Ψ_{yaprak})

2.1. Şafak öncesi yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şo}$)

Deloire ve Heyns (2011)'e göre şafak öncesi yaprak su potansiyelleri; $\Psi_{şo}$ 0/-0.3 MPa; stres yok veya düşük stres (çeşitlerin birçoğu için), $\Psi_{şo}$ -0.3/-0.6 MPa orta seviyeden yükseğe giden stres (çeşide bağlı olarak), $\Psi_{şo}$ < -0.6 MPa su stresi (çoğu çeşitler için; geri dönüşü olmayan hücre hasarı) şeklinde değerlendirilmiştir. Fahey (2015) şafak öncesi yaprak

su potansiyellerinin -0.3 MPa'a kadar birçok çeşitte strese neden olmadığını veya düşük strese neden olabileceğini belirtmiştir.

Genellikle tane tutumuna kadar $\Psi_{şo}$ değerlerinin -0.3 MPa altına düşmediği, tane tutumundan sonra azalışın başlamış olduğu gözlenmiştir. Tane tutumundan ben düşmeye kadar olan dönemde sulama miktarları daha az ve sulama uygulamaları daha seyrek olmuştur. Ben düşmeden hasada kadar olan dönemde $\Psi_{şo}$ değerlerini istenilen aralıklarla tutabilmek için daha fazla miktarda ve daha sık sulama yapılmıştır (Çizelge 1).

Sulama yapılmayan Kontrol omcalarında $\Psi_{şo}$ değeri -0.8 MPa olarak kaydedilmiş ve (Şafak Öncesi Yaprak Su Potansiyeli Ana Etkisi) ŞÖYSPAЕ bakımından birinci önem grubunda; diğerleri ise ikinci önem grubunda yer aldığı görülmüştür (Çizelge 2). Bu nedenle sulama uygulanmayan ve şiddetli stres gören Kontrol omcalarının (Carbonneau 1998; Deloire ve ark. 2004; Deloire ve Heyns 2011) en düşük omca başına verim değeri aldığı ($1.93\ kg\ omca^{-1}$) belirlenmiştir.

2.2. Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{go})

Ψ_{go} sınıflandırması Deloire ve Heyns (2011) tarafından ≥ -1.0 MPa: stres yok, -1.0 ile -1.2 MPa hafif stres, -1.2 ile -1.4 MPa orta şiddette stres, -1.4 ile -1.6 MPa şiddetli stres ve < -1.6 MPa çok şiddetli stres şeklinde gruplanmıştır. Araştırmada elde edilen Ψ_{go} değerleri bu değer aralıkları referans alınarak yorumlanmıştır.

Araştırmada ben düşme döneminden itibaren stresin arttığı gözlenmiştir. 155. takvim gününde yapılan ilk ölçümlerde en düşük değeri nC (-0.3/-0.5) uygulaması verirken en yüksek Ψ_{go} değerini -1.32 MPa ile nC (-0.3/-0.7) uygulaması vermiştir. 239. gün hasatta yapılan ölçümlerde en yüksek Ψ_{go} değerinin ise -1.53 MPa ile en çok sulanan nC (-0.3/-0.5) uygulamasına ait olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Denemede 226. günde -1.96 MPa değeri ile Salkım Seyreltmesiz (SSZ) uygulaması çok şiddetli stres grubunda yer almıştır. Tüm denemede ölçülen rakamsal olarak en düşük (ancak stres grubu olarak yine de şiddetli stres grubunda) seviyede oldukları saptanan % 50 SS ile SSZ uygulamalarda 200. gün yapılan Ψ_{go} ölçümlerinde sırasıyla -1.56 MPa ile -1.54 MPa değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4).

ŞÖYSPAЕ istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ve (Çizelge 5) en düşük Ψ_{go} değeri -2.16 MPa ile nC (-0.3/-0.7) uygulamasından alınmış ve bu uygulama ilk önem grubunda yer almıştır. En yüksek Ψ_{go} değeri -1.53 MPa ile en fazla sulanan nC (-0.3/-0.5) uygulamasından alınmış ve son önem grubunda yer almıştır. Omca başına verim değerleri incelendiğinde de bu uygulamanın en yüksek verime sahip olduğu görülmüştür.

3. Sürgün Özellikleri

3.1. Sürgün uzunlukları (cm)

Uzunluk ölçümleri, farklı salkım seyreltme ve yaprak su potansiyeli uygulamalarından önce yapılmış olup; bunların etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

3.2. Sürgün uzunlukları değişimi (cm)

İlk ölçümler 125. gün yapılmış ve en düşük sürgün uzunluğunun ($63.38\ cm$) nC (-0.3/-0.6) uygulamasına ait olduğu görülmüştür. En yüksek değer ise ($73.63\ cm$) Kontrol uygulamasına ait olduğu belirlenmiştir. Son ölçümün yapıldığı

Çizelge 1. 2013 vejetasyon periyodunda Ψ_{so} değerlerinin Ψ_{yaprak} uygulamalarına bağlı olarak değişimleri.

Table 1. Changes in Ψ_{pd} values depending on Ψ_{leaf} in 2013 vegetation period.

ŞÖYSP (Ψ_{so} =MPa)	Takvim Günleri													
	155	157	161	174	177	184	198	200	202	216	217	226	239	245
Kontrol (< -0.7)	-0.20	-0.19	-0.24	-0.23	-0.32	-0.29	-0.34	-0.36	-0.47	-0.56	-0.57	-0.66	-0.80	-0.95
nC (-0.3/ -0.7]	-0.27	-0.22	-0.20	-0.27	-0.27	-0.32	-0.32	-0.36	-0.49	-0.49	-0.46	-0.62	-0.61	-0.88
nC (-0.3/ -0.6]	-0.28	-0.19	-0.21	-0.24	-0.29	-0.28	-0.33	-0.32	-0.42	-0.47	-0.42	-0.57	-0.57	-0.86
nC (-0.3/ -0.5]	-0.28	-0.19	-0.22	-0.29	-0.28	-0.23	-0.31	-0.31	-0.45	-0.44	-0.4	-0.51	-0.48	-0.75

Çizelge 2. Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının Ψ_{so} üzerine etkileri.

Table 2. Ψ_{leaf} and cluster thinning applications effects on Ψ_{pd} .

SSU	ŞÖYSP (Ψ_{so} =MPa)				SSAE
	Kontrol <-0.7	nC (-0.3/ -0.7]	nC (-0.3/ -0.6]	nC (-0.3/ -0.5]	
SSZ	-0.83	-0.63	-0.58	-0.49	-0.63
% 50 SS	-0.76	-0.60	-0.56	-0.47	-0.60
ŞÖYSPA	-0.80a	-0.61b	-0.57b	-0.48b	

ŞÖYSPA LSD_{0.01}= 0.1612174

Çizelge 3. 2013 vejetasyon periyodunda Ψ_{go} değerlerinin Ψ_{yaprak} uygulamalarına bağlı olarak değişimleri.

Table 3. Changes in Ψ_{md} values depending on Ψ_{leaf} in 2013 vegetation period.

GOYSP	Takvim Günleri													
	155	157	161	174	177	184	198	200	202	216	217	226	239	245
Kontrol	-1.35	-0.89	-1.17	-1.43	-1.55	-1.43	-1.81	-1.62	-1.7	-1.78	-1.88	-1.94	-2.06	-2.03
nC (-0.3 /-0.7]	-1.32	-0.81	-1.54	-1.33	-1.41	-1.41	-1.76	-1.62	-1.68	-1.79	-1.8	-1.97	-2.16	-1.96
nC (-0.3 /-0.6]	-1.33	-0.89	-1.58	-1.38	-1.47	-1.42	-1.79	-1.51	-1.58	-1.71	-1.72	-1.89	-1.78	-1.93
nC (-0.3/ -0.5]	-1.36	-0.81	-1.49	-1.34	-1.24	-1.3	-1.75	-1.46	-1.54	-1.67	-1.68	-1.78	-1.53	-1.74

Çizelge 4. 2013 vejetasyon periyodunda Ψ_{go} (MPa) değerlerinin (ben düşme-hasat) salkım seyreltme uygulamalarına bağlı olarak değişimleri.

Table 4. Changes in Ψ_{md} (MPa) values (veraison-harvest) depending on cluster thinning applications in 2013 vegetation period.

SSU	Takvim Günleri													
	155	157	161	174	177	184	198	200	202	216	217	226	239	245
SSZ							-1.75	-1.54	-1.59	-1.74	-1.76	-1.96	-1.86	-1.91
% 50 SS							-1.81	-1.56	-1.65	-1.73	-1.71	-1.83	-1.90	-1.91

Çizelge 5. Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının Ψ_{go} üzerine etkileri.

Table 5. Ψ_{leaf} and cluster thinning applications effects on Ψ_{md} .

SSU	ŞÖYSP (Ψ_{go} MPa)				SSAE
	Kontrol (< -0.7)	nC (-0.3/ -0.7]	nC (-0.3/ -0.6]	nC (-0.3/ -0.5]	
SSZ	-2.00	-2.19	-1.78	-1.48	-1.86
% 50 SS	-2.13	-2.13	-1.78	-1.58	-1.90
ŞÖYSPA	-2.06ab	-2.16a	-1.78bc	-1.53c	

ŞÖYSPA LSD_{0.01}= 0.3383747

140. gün en yüksek sürgün uzunluğunun yine Kontrol uygulamasına (156.33 cm), en düşük değer ise nC (0.3/ -0.5] uygulamasına ait olduğu saptanmıştır (146.00 cm).

3.3. Sürgün uzama hızı (cm hafta⁻¹)

Uygulamalardan önce yapılan ölçümlerle, sürgün uzama hızları incelenmiş ve zamana bağlı olarak sürgün uzama hızlarının arttığı görülmüştür. 125-130. günler yapılan ölçümlerde sürgün uzama hızlarının 13-16 cm hafta⁻¹ olduğu, 130-135. günler arasında 21-26 cm hafta⁻¹ aralığında olduğu, 135-140. günler arasında ise 39-45 cm hafta⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir.

3.4. Budama odunu ağırlığı (kg omca⁻¹)

Budama odunu ağırlığına Yaprak Su Potansiyeli (YSP), Salkım Seyreltme Uygulamaları (SSU) ve interaksyonlarının istatistiki olarak önemli etkide bulunmadığı saptanmıştır.

Budama odunu ağırlığı üzerine Salkım Seyreltme Ana Etkisi (SSAE) her iki uygulama için aynı değeri aldığı (0.54 kg omca⁻¹) görülmüş, bu sonucun Kennedy ve ark. (2009) ile aynı yönde olduğu kaydedilmiştir. Ψ_{so} 'nün etkileri incelendiğinde; rakamsal olarak 0.63 kg omca⁻¹ ile nC (-0.3/ -0.5]'nin en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol (< -0.7) ve nC (-0.3/ -0.6] uygulamaların ise 0.50 kg omca⁻¹ değeri ile rakamsal olarak en düşük budama odunu ağırlığı değerlerine sahip oldukları saptanmıştır. Yapılan çalışmada sulamanın da etkisiyle düşük su stresi nC (-0.3/ -0.5] altında tutulan omcalarda budama odunu ağırlığının oransal olarak arttığı; salkım seyreltmenin ise önemli etkisi olmadığı ortaya konmuştur.

3.5. Güç (Puissance)

ŞÖYSPA omca gücü üzerine istatistiki açıdan (LSD= %1) önemli etki yaptığı ve artan YSP ile doğru orantılı olarak güç

artışı saptanmıştır. En yüksek budama odunu ağırlığı ve verim (kg omca^{-1}) değerlerinin nC (-0.3/ -0.5] uygulamasına ait olduğu kaydedilmiştir. Güç üzerine SSAE de önemli olduğu belirlenmiş; bu farklılığın, her iki uygulamada budama odunu ağırlığı değerleri eşit olmasına rağmen verim değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Çizelge 6).

3.6. Bir yıllık dal ağırlığı (Vigor)

Uygulamalar ve etkileşimlerinin vigor üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Bir yıllık dal ağırlığının, budama odunu ağırlığında elde edilmiş olan sıralamaya paralel olduğu belirlenmiştir. Rakamsal olarak en yüksek bir yıllık dal ağırlığı verileri budama odunu ağırlığında en yüksek değeri veren nC (-0.3/ -0.5] uygulamasına aittir. Salkım seyreltme uygulamalarında en yüksek vigor değerini ise Güç'ün tersine % 50 SS uygulaması vermiştir.

3.7. Ravaz İndeksi (RI)

RI açısından en ideal değeri SSZ'de nC (-0.3/ -0.5] uygulaması (5.72) ile vermiştir. Buradan hareketle hafif-orta stres seviyelerinin RI değerlerini istenilen aralıkta verdiği görülmüştür. Salkım seyreltme yapılan omcaların en düşük RI değerlerini almış olduğu ve bunun SSU' da verimin düşürülmesi nedeniyle olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bağlarda RI değerlendirilmesinde salkım seyreltme uygulanıp uygulanmadığına dikkat edilmesi gerekmektedir (Çizelge 7).

4. Birim toprak alanına düşen göz sayısı ($\text{m}^2 \text{ adet}^{-1}$)

Omcalarda genellikle 1 m^2 toprak alanına ~ 5 göz şarj önerildiğinden (Çelik 2007); $2.8 \times 1.5 = 4.2 \text{ m}^2 \text{ omca}^{-1}$ olmak üzere bir omca için gereken alan hesaplanmış buradan hareketle; $4.2 \text{ m}^2 \times 5 \text{ göz m}^{-2} = 21 \text{ göz omca}^{-1}$ olmak üzere ~ 21 göz omca⁻¹ şarj yapılması uygun görülmüş ve buna göre budama yapılmıştır.

Çizelge 6. Güç üzerine Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının etkileri.

Table 6. Ψ_{leaf} and cluster thinning applications effects on Puissance.

SSU	ŞÖYSP ($\Psi_{\text{gö}} \text{MPa}$)				SSAE
	Kontrol (<-0.7)	nC (-0.3/ -0.7]	nC (-0.3/ -0.6]	nC (-0.3/ -0.5]	
SSZ	0.77	0.82	0.83	0.89	0.83a
% 50 SS	0.52	0.58	0.57	0.68	0.59b
ŞÖYSPA	0.64b	0.70ab	0.70ab	0.78a	

ŞÖYSPA LSD_{0.01} = 0.1096581

Çizelge 7. Ravaz İndeksi üzerine Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının etkisi.

Table 7. Ψ_{leaf} and cluster thinning applications effects on Index Ravaz.

SSU	ŞÖYSP ($\Psi_{\text{gö}} \text{MPa}$)				SSAE
	Kontrol (<-0.7)	nC (-0.3/ -0.7]	nC (-0.3/ -0.6]	nC (-0.3/ -0.5]	
SSZ	4.76	5.04	5.38	5.72	5.22a
% 50 SS	2.69	2.82	3.23	2.86	2.90b
ŞÖYSPA	3.73	3.93	4.30	4.29	

Çizelge 8. Omca başına verim üzerine Ψ_{yaprak} ve salkım seyreltme uygulamalarının etkileri.

Table 8. Ψ_{leaf} and cluster thinning applications effects on yield per vine.

SSU	ŞÖYSP ($\Psi_{\text{gö}} \text{MPa}$)				SSAE
	Kontrol (<-0.7)	nC (-0.3/ -0.7]	nC (-0.3/ -0.6]	nC (-0.3/ -0.5]	
SSZ	2.53	2.74	2.83	3.09	2.80a
% 50 SS	1.34	1.53	1.61	1.81	1.57b
ŞÖYSPA	1.93c	2.13bc	2.22ab	2.45a	

ŞÖYSP LSD_{0.05} = 0.2686064

5. Dengelenmiş budamada bırakılacak göz sayısı (adet omca⁻¹)

Salkım seyreltme ve yaprak su potansiyeli uygulamaları ve bunların etkilerinin dengelenmiş budama göz sayısı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Omca başına 18.87-22.76 adet göz olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu verilere göre araştırmanın başında yapılmış olan şarjın (göz omca⁻¹) denemeden sağlıklı veri alınabilmesi açısından oldukça uygun olduğu görülmüştür.

6. Omca başına verim (kg omca^{-1})

SSAE ve ŞÖYSPA omca başına verim üzerine istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 8). Salkım seyreltme uygulanmayan birinci önem grubunda ortalama $2.80 \text{ kg omca}^{-1}$ ile en yüksek verim; % 50 SS uygulanan ikinci önem grubunda ise ($1.57 \text{ kg omca}^{-1}$) en düşük verim elde edilmiştir. nC (-0.3/ -0.5] uygulamasından en yüksek verim ($2.45 \text{ kg omca}^{-1}$); en düşük verim ise $1.93 \text{ kg omca}^{-1}$ değeri ile Kontrol uygulamasından alınmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Uygulamaların sonuçları incelendiğinde; ben düşme döneminde yapılan salkım seyreltme uygulamaları omcalarda yaprak su potansiyelini önemli derecede artırıcı veya azaltıcı bir etkide bulunmamıştır. Bu durumda ben düşme döneminde salkım seyreltmenin su stresine çözüm olmadığını söylemek mümkün görülmektedir.

Sonuç olarak; mevcut terroirda Sangiovese üzüm çeşidi için yaprak su potansiyelinin tane tutumu-ben düşme döneminde nC (-0.2/ -0.35] MPa arasında ve ben düşme-olgunluk döneminde nC (-0.3/ -0.7] MPa arasında tutulması; ayrıca % 50 salkım seyreltme yapılması önerilebilir.

Kaynaklar

- Acevedo C, Ortego-Farias S, Moreno Y, Cordova F (2004) Effects of different levels of water application in pre-and post-veraison on must composition and wine color (cv. Cabernet-Sauvignon). Proceedings of the IVth International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. ISBN: 978-90-66053-66-3.
- Bahar E, Korkutal İ, Kök D (2008) Hidroponik kültür ve fidanlık koşullarında yetiştirilen aşılı asma fidanlarının karbonhidrat ve azot içerikleri ile bağdaki tutma performansları üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 21(1): 15-26.
- Bahar E, Öner H (2016) Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde farklı kültürel işlemlerin verim özellikleri üzerine etkileri. Bahçe Özel Sayı 45: 591-598.
- Carbonneau A (1998) Aspects qualitatifs. 258-276 In: Tiercelin, JR(Ed.), Traite d'irrigation. Tec & Doc. Lavosier Ed, Paris s. 1011.
- Carbonneau A, Champagnol F, Deloire A, Sevilla F (1998) Récolte et qualité du raisin, in C. Flanzly Fondements Scientifiques et Technologiques Lavoisier Tec & Doc ed. pp. 1311.
- Carbonneau A, Deloire A, Jaillard B (2007) La Vigne. Physiologie, Terroir, Culture. Dunod, Paris, ISBN: 9782100499984.
- Climaco P, Teixeira K, Ferreirinho MC (2005). Efeitos da monda de cachos norendimento e qualidade da cv. Alicante Bouschet. Vinea, Revista Viticultura Alentejo, Abril-Junho p. 13-16.
- Corino L, Ruaro P, Renosio G, Rabino M, Malerba G (1991) Cluster thinning on the Barbera vine in some areas of Monferrato. Vignevini 7-8: 51-55.
- Çelik S (2007) Bağcılık (Ampeloloji). Cilt 1. T.Ü. Genişletilmiş 2. Baskı NKÜ Ziraat Fak. Bahçe Bit. Böl. s. 430.
- Deloire A, Carbonneau A, Wang Z, Ojeda H (2004) Vine and water, a short review. J Int. Sci. Vigne Vin 38(1): 1-13.
- Deloire A, Heyns D (2011) The leaf water potentials: principals, method and thresholds. Vineyard Technical Year Book 129-131.
- Fahey D (2015) Grapevine management guide. NSW DPI Management Guide 84: 16-19.
- Gao Y, Cahoon GA (1998) Cluster thinning effects on fruit weight, juice quality and fruit skin characteristics in Reliance grapes. Research Circular Ohio Agricultural Research and Development Center 299: 87-93.
- Güner N (2005) Sofralık ve şaraplık üzüm çeşitlerinde sürme performansının anaç ve terbiye budama şekli ile ilişkisi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri ABD YL Tezi s. 55.
- Jackson DL, Lombard PB (1993) Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality- A review. Amer. J Enol. Vitic. 44(4): 409-430.
- Kacar B, Katkat V, Öztürk Ş (2006) Bitki Fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık Bursa s. 563.
- Kennedy U, Learmonth R, Hassal T (2009) Effects on grape and wine quality of bunch thinning of Merlot under Queensland conditions. Queensland Wine Industry Association Project Number: RT 06/05-2. Australia.
- Korkutal I, Bahar E, Carbonneau A (2011) Growth and yield responses of cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) to early water stress. Afr J Agric Res. 6(29): 6281-6288.
- Lorenz DH, Eichhorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E (1995) Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L.) codes and descriptions according to the extended BBCH Scale. Austr. J Grape and Wine Res. 1: 100-110.
- Martins S (2007) Monda de cachosnacasta Touriganacional. Efeitos norendimento e qualidade. Tese Mestrado em viticultura e enologia. Universidade Técnica de Lisboa, Universidade do Porto.
- Nail WR (2010) Effects of fruit thinning on yield, fruit quality and vine performance of red Bordeaux wine grape. The Connecticut Agricultural Experiment Station New Heaven Bulletin 1025 p. 12.
- Ojeda H, Andary C, Kraeva E, Carbonneau A, Deloire A (2002) Influence of pre- and post-veraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. Amer. J Enol Vitic. 53: 261-267.
- Palliotti A, Cartechini A (2000) Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. Acta Hort. 512: 111-120.
- Ravaz L (1903) Sur la brunissure de la vigne. Les Comptes Rendus del' Académiedes Sciences 136: 1276-1278.
- Reynolds A, Price S, Wardle D, Watson B (1994) Fruit environment and crop level effects on Pinot noir. Vine performance and fruit composition in the British Columbia. Amer. J Enol. Vitic. 45: 452-459.
- Schalkwyk DV, Hunter JJ, Venter JJ (1995) Effect of bunch removal on grape composition and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay. S Afr. J Enol. Vitic. 16: 15-25.
- Scholander PF, Hammel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA (1965) Sap pressure in vascular plants. Science 148: 339-346.
- Smart RE, Dick JK, Gravett IM, Fisher BM (1990) Canopy management to improve grape yield and wine quality-principles and practices. S Afr. J Enol. Vitic. 11(1): 3-17.
- Smith R, Prichard T (2002) UC CooperativeExtensionAugust. <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2161/41093.pdf>.
- Taiz L, Zeiger E (2008) Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers ISBN: 0-87893-823-0, pp. 690.

The effects of spent mushroom compost on growth and nutrient contents of pepper seedlings

Kullanılmış mantar kompostunun biber fidelerinin büyüme ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri

Halil DEMİR

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

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

ARTICLE INFO

Received 11 April 2017
Received in revised form 16 May 2017
Accepted 18 May 2017

Keywords:

Seedling
Perlite
Turf
Vegetable
waste compost

ABSTRACT

Many growing medium is used to grow pepper seedlings. Of these, the mixture of 70% peat + 30% perlite in the seedling production is commercially widely preferred as the best growing medium. However, spent mushroom compost is also one of growing medium material. This study aimed to investigate the effects of growing media prepared by spent mushroom compost on growth, quality and nutrient contents of pepper seedlings. For this purpose; the fresh spent mushroom compost removed immediately after mushroom production, the aged spent mushroom compost kept under natural conditions for more than six months after mushroom production, perlite, peat, and their mixtures were used as growing medium. The experiment was conducted in the research greenhouse at the Seed Research and Development Center of Akdeniz University in Antalya, Turkey, and was set up in a completely randomized block design with four replicates. Turbo F1 (*Capsicum annuum* L.) charleston pepper variety was selected as a plant material. The results showed that the mixture of 70% aged spent mushroom compost + 30% perlite and solely the use of aged spent mushroom compost compared with the mixture of 70% peat + 30% perlite growing medium can be used as seedling medium for pepper in terms of germination ratio, stem diameter, height, leaf number and the macro element contents of the seedlings.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Nisan 2017
Düzeltilme tarihi 16 Mayıs 2017
Kabul tarihi 18 Mayıs 2017

Anahtar Kelimeler:

Fide
Perlit
Torf
Sebze
Kullanılmış mantar kompostu

ÖZ

Biber fidesi yetiştiriciliği için birçok materyal kullanılır ve bunlardan % 70 torf ve % 30 perlit karışımı en iyi ortam olarak ticari üretimde yaygın şekilde tercih edilir. Kullanılmış mantar kompostu da yetiştiricilik ortamlarından birisidir. Bu araştırma kullanılmış mantar kompostu ile hazırlanmış yetiştiricilik ortamlarının biber fidelerinin büyüme, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla mantar üretiminden hemen sonra atılmış kompost, mantar üretiminden sonra altı aydan daha uzun süre doğal koşullar altında bekletilmiş kompost, perlit, torf ve karışımları yetiştiricilik ortamı olarak kullanılmıştır. Araştırma Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk Araştırma ve Geliştirme Merkezinde yer alan cam sera içerisinde tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Turbo F1 (*Capsicum annuum* L.) çarliston biber çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları % 70 torf ve % 30 perlit karışımı ile karşılaştırıldığında % 70 açık alanda bekletilmiş kompost + % 30 perlit karışımı ile tek başına açık alanda bekletilmiş kompostun tohum çimlenme oranı, fidelerde gövde çapı, fide yüksekliği, yaprak sayısı ve makro element içerikleri bakımından fide ortamı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

1. Introduction

In vegetable production, seedling stage is an important stage that has influences on growth and development, early yield, total yield and fruit per plant (Spaldon and Gromova 1972; Marković et al. 1995) and use of seedlings is quite essential. Recently, the use of high quality seedlings produced in facilities where climatic conditions are kept under control has increased

(Demir et al. 2010). Seedling cultivation is a sector having recently started growing in Turkey. Vegetable production from seedlings has many advantageous opportunities, such as earlier harvest, utilization of time, economization of land, energy, and seeds, healthy and homogenous production, and warning process for earliness. In order to benefit from these advantages,

producers have tended to production not from seeds, but from seedlings, thus increasing their demands for the seedlings of various vegetables (Seniz 1992; Kasim et al. 2006). While seedling production was common for vegetables such as tomato, pepper, cucumber and eggplant in the past, it has been being used for cabbage and lettuce-like vegetables in recent years. In the production of seedling ready for planting, as well as climatic conditions the seed sowing media have quite significant impacts on seedling growth (Ünlü et al. 2004). To cultivate healthy seedlings, growing media is as important as the ecological conditions. So the search for high quality and use of good crop substrates is therefore critical (Sterrett 2001). Different plant growing media and some results are emphasized in the conducted experiments (Rippy et al. 2004; Moldes et al. 2007; Ostos et al. 2008). There are many kinds of materials which are used for seed sowing medium. Main properties demanded in growing media are that they can be found easily, cheaply and abundantly (Demir et al. 2010). Peat is an important medium for seedling production, but it is expensive. Peat has been used widely as the main substrate component for the production of seedlings in containers for a long time (Ribeiro et al. 2007). It is a non-renewable resource, and diminishing availability is prompting price increases. Massive use of peat as a substrate has led vegetable-growers to consider its replacement in the medium to long term (Raviv 1998; Granberry et al. 2001; Sterrett 2001).

Recent studies have sought to identify alternatives to traditional peat, focusing on reusable, recyclable materials not derived from non-renewable sources such as peat bogs (Handar et al. 1985; Raviv et al. 1986; Verdock 1988). A number of studies have shown that organic residues such as urban solid wastes, sewage sludge, pruning waste, spent mushroom and even green wastes, after proper composting, can be used with very good results as growth media instead of peat (Siminis and Manios 1990; Pryce 1991; García-Gómez and Bernal Roig 2002; Benito et al. 2005). However, the use of compost as a substrate component can cause some problems namely as a consequence of its high salt content (Ribeiro et al. 1999; Castillo et al. 2004), unsuitable physical properties (Raviv 1997; Ribeiro et al. 1999) and variable quality and composition (Vavrina 1995; Hicklenton et al. 2001). Spent mushroom compost, which is consist of a composted mixture of cereal straw and manure (poultry and/or horse manure), calcium sulphate, soil and residues of inorganic nutrients and pesticides (Medina et al. 2009), is an important alternative as sowing material which is researched on vegetable seedlings.

One of the major environmental problems in the mushroom producing countries is the waste of mushroom compost. The amount of spent mushroom compost thrown away as a result of mushroom growing was reported to be 125 000-150 000 tons/year in Korkuteli, in Turkey, where Korkuteli provides the half of mushroom and compost production (Sönmez ve Kaplan 2011). In a study conducted the proportions 25%, 50%, 75% and %100 of spent mushroom compost were mixed with peat in the production of the less salt-sensitive being tomato, the moderately salt-sensitive being courgette and the most salt-sensitive being pepper seedlings. It was reported that can be used in mixtures with peat for seed germination for three vegetable species up to %75 of spent mushroom compost substrate, any substrate could be used for tomato seedling in the growth and all spent mushroom compost substrates were adequate for growth of courgette and pepper (Medina et al. 2009). Peksen and Uzun (2008) founded that the mixture of spent mushroom compost, which was kept for 18 months in

open field, and commercial peat or only spent mushroom compost can be used as vegetable seedling medium for both kale and broccoli. Islam et al. (2014) stated that the highest plant height, number of leaves, leaf length, leaf breadth, days required for curd initiation, crown length, diameter and weight of primary curd plant¹, number and weight of secondary curds plant¹ and yield were obtained from spent mushroom compost. Also Lopes et al. (2015) reported that the use of different proportions of spent *Agaricus subrufescens* compost resulted in a decreasing trend of all the parameters such as fresh mass of root, size of root and total fresh weight in the production of the tomato seedlings compared to commercial control. Marques et al. (2014) researched on the growth of lettuce seedlings and the vigor of mature lettuce plants was found that top quality lettuce seedlings, high quality marketable heads and quality improvement can be brought about by the addition of spent mushroom substrate. Sönmez (2017) stated that the spent mushroom composts were used on eggplant seedling cultivation as growing media and especially aged spent mushroom compost can be used as an alternative to the peat.

This study aimed to investigate the effects of growing medium prepared by spent mushroom composts on growth, quality and nutrient contents of pepper seedlings.

2. Materials and Methods

This study was carried out in the research greenhouse at the Seed Research and Development Center of Akdeniz University located in Antalya. Charleston pepper (*Capsicum annuum* L.) variety known as "Turbo F1" was used as plant material. The seeds were sown into the viols filled with various growing media including the fresh spent mushroom compost, the aged spent mushroom compost, peat and perlite, and their mixtures. The study ended after ~40 days, when they come into the planting size (~15 cm high). In this study which was planned with 4 replicates, 40 seeds were sown into each growing medium.

Peat and perlite were provided from commercial products marketing as Gurkan peat and Tasper perlite. The fresh and aged spent mushroom compost (SMC) used in experiment were taken from Korkuteli region in Antalya. The fresh spent mushroom compost (FSMC) was newly removed from mushroom production rooms, the aged spent mushroom compost (ASMC) was kept in open field without using in rainy conditions more than six months. Also their mixtures were used as seedling growing media. Some physical and chemical properties of peat, perlite and spent mushroom composts (fresh and aged) used in the study are as follows (Table 1). Eight different growing media (GM) including 100% perlite, 100% turf, 100% FSMC, 100% ASMC and their mixtures were used in the experiment (Table 2).

Seedling trays were regularly irrigated with tap water in order to maintain humidity suitable for plant growing. The pepper seedlings were evaluated in terms of germination ratio (%), height (cm), leaf number (number/plant) and stem diameter (mm) between root collar and just below cotyledon leaves at the stage of planting. Additionally, nitrogen (%), phosphorus (%), potassium (%), magnesium (%), calcium (%), iron (mg kg⁻¹), zinc (mg kg⁻¹), manganese (mg kg⁻¹) and copper (mg kg⁻¹) were analyzed as well.

Plant samples were washed by distilled water and dried in air-forced oven at 65°C to reach constant weight. After drying, seedlings dry weights were recorded. The seedlings were

Table 1. Some physical and chemical properties of peat, perlite and spent mushroom composts.

Properties	FSMC	ASMC	Peat	Perlite
EC dS m ⁻¹	10.91	6.85	0.50	0.86
pH (1/10)	7.14	6.66	6.81	6.30
Total N (%)	1.786	1.663	0.504	-
P (mg kg ⁻¹)	28280	25280	1651	0.59
K (mg kg ⁻¹)	20860	13170	712	19.49
Ca (mg kg ⁻¹)	41910	43210	12980	82.50
Mg (mg kg ⁻¹)	5148.0	6648.0	556.5	5.78
Fe (mg kg ⁻¹)	2851	7500	574	0.695
Mn (mg kg ⁻¹)	1021	1028	172	0.105
Zn (mg kg ⁻¹)	1213	1076	113	0.11
Cu (mg kg ⁻¹)	244.6	288.4	53.2	0.015

Table 2. Growing media in experiment.

Growing media (GM)	
GM1	100% Perlite
GM2	100% Turf
GM3	100% FSMC (fresh SMC)
GM4	100% ASMC (aged SMC)
GM5	30% Perlite + 70% Peat
GM6	30% Perlite + 70% FSMC
GM7	30% Perlite + 70% ASMC
GM8	30% Perlite + 35% FSMC + 35% ASMC

ground separately in a stainless mill to pass through 20 mesh screen and were kept in clean polyethylene bags for analysis. Dried seedling samples of 0.5 g each were digested with 10 ml HNO₃/HClO₄ (4:1) acid mixture on a hot plate. The samples were then heated until a clear solution was obtained. The same procedure was performed several times. The samples were filtered and diluted to 100 ml using distilled water. Total N was determined by modified Kjeldahl method (Kacar 1972); the other elements were measured using the wet digested extracts by spectrophotometer for P (Kacar and Kovanci 1982) and ICP-OES for K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn (Kacar and İnal 2008).

Statistical Analysis

The experiment was carried out according to the randomized block design as four replicates. The SAS packet program (SAS 2009) was used to determine statistical differences among the applications, and the Least Significant Test (LSD) at P≤0.05 was used for comparisons.

3. Results and Discussion

The effects of different media including SMC on germination (%), plant height (cm), stem diameter (mm) and leaf number (number plant⁻¹) are given in Table 3. There were statistical differences in the level of P<0.05 among the growing media in terms of germination percentage, stem diameter, plant height and leaf number. The highest germination ratio with 95.33% was obtained from GM2, which was followed with 94.17% by GM1, and with 92.50% by GM4. The lowest germination ratio with 58.33% was found in GM3. Medina et al. (2009) reported that similar results were resulted from the content of compost as occurred in GM3 in the study which was used spent mushroom compost in tomato and pepper. The germination rates changed as according to the mixtures of aged and fresh spent mushroom compost in growing media. Sánchez-

Table 3. The effects of different media including on germination, plant height, stem diameter and leaf number.

Growing media	Germination (%)	Stem Diameter (mm)	Plant height (cm)	Leaf number (number plant ⁻¹)
GM1	94.17 ab	1.41 d	4.27 e	4.8 c
GM2	95.33 a	2.71 a	12.10 a	6.8 a
GM3	58.33 e	1.18 e	2.83 f	3.73 d
GM4	92.50 abc	2.06 b	6.63 c	6.6 a
GM5	91.67 bc	2.53 a	11.00 b	6.9 a
GM6	75.17 d	1.20 de	2.63 f	3.73 d
GM7	91.67 bc	1.85 bc	5.97 d	5.7 b
GM8	90.83 c	1.68 c	6.00 d	5.5 b
LSD*	3.199	0.211	0.629	0.546

*: The difference between values not shown with the same letter are significant at a P<0.05 level.

Monedero et al. (2004) and Bustamante et al. (2008) reported similar results in their study, where they used peat and waste mushroom compost mixtures.

The highest values in respect to the stem diameter were determined as 2.71 mm in GM2, and as 2.53 mm in GM5. The lowest stem diameter was also found with 1.18 mm in GM3. While the longest seedlings were measured in GM2 with 12.10 cm, followed by 11 cm in GM5, the shortest seedlings were measured in GM3 with 2.83 cm and in GM6 with 2.63 cm. When growing media were evaluated in respect of leaf numbers, the applications having the most amount of leaves per plant were GM5, GM2, and GM4 in the same group, 6.9, 6.8 and 6.6, respectively. However, the media having the least amount of leaves were GM3 and GM6 with 3.73. Sönmez et al. (2016) who had similar results with similar seedling media stated that the salt content of the spent mushroom compost was effective on germination and the characteristics of seedling quality, and declared that the spent mushroom compost kept under natural conditions in open field could be an alternative seedling medium. Wever et al. (2005) reported that spent mushroom compost decreased the growth of kohlrabi plant due to the salt concentration. Similarly, Chong and Rinker (1994) stated that the lowest seedling quality resulted from the salt content of newly removed mushroom compost from production room. Also, Zhang et al. (2012) found that spent mushroom compost can be used as seedling medium in tomato and cucumber by mixing with various materials.

The germination ratio of the pepper seeds according to different growing media is given in Figure 1. As seen in Figure 1, the earliest germination among the media took place in GM2 on the 8th day, and germination ratio reached to the maximum on the thirteenth day by continuing to germinate rapidly pepper seeds within the medium. The 2nd medium with regard to earliness was GM5. First germination emerged on the 9th day and it was reached to maximum germination rate on the 16th day. On the other hand, possible alternatives to GM5 and GM2 media used control purposeful were GM4 and GM7. The minimum germination rate and the longest germination time was GM3 medium (Figure 1).

The effects of different growing media on macro element contents in pepper seedlings are given in Table 4. There were statistically significant differences (P<0.05) between growing media with respect to N, P, K, Ca and Mg contents in seedlings. The highest nitrogen content was determined with 4.55% in GM4 and this medium was followed by GM7 and GM8 with 4.32% and 4.14%, respectively. The fact that the highest N content was found in the seedlings cultivated in the kept compost medium in open field indicates that the nitrogen within the medium is in an utilizable form. The lowest N content was

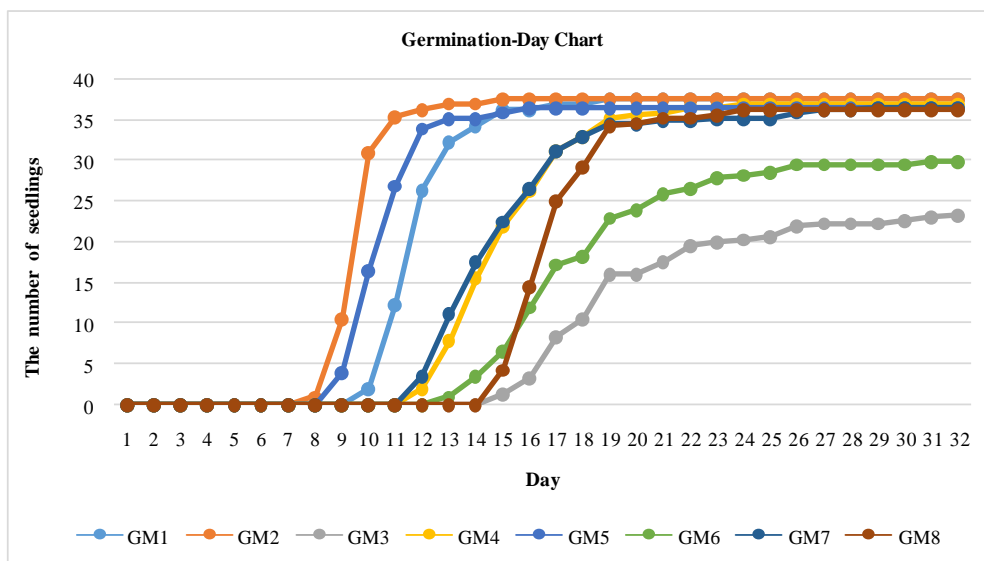


Figure 1. The germination ratio of the pepper seeds according to media based on time.

Table 4. The macro nutrient contents of pepper seedlings in different growing media.

Growing Media	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
GM1	2.57 g	0.27 c	2.55 g	2.55 a	0.46 c
GM2	3.02 f	0.45 a	5.63 e	1.52 bc	0.34 d
GM3	3.93 d	0.33 b	8.00 a	0.99 d	0.53 b
GM4	4.55 a	0.45 a	6.45 d	1.56 b	0.69 a
GM5	2.65 g	0.42 a	5.05 f	1.57 b	0.31 d
GM6	3.59 e	0.31 bc	7.65 b	1.05 d	0.55 b
GM7	4.32 b	0.43 a	6.64 c	1.52 bc	0.68 a
GM8	4.14 c	0.33 b	6.41 d	1.48 c	0.65 a
LSD*	0.112	0.055	0.117	0.082	0.058

*: The difference between values not shown with the same letter are significant at $P < 0.05$ level.

in GM5 and GM1 media with 2.65% and 2.57, respectively. The fact that the lowest N content was in the GM5 and GM1 media reveals that seedlings can take less nitrogen from perlite and its mixtures. The highest P contents ranged from between 0.45-0.42%, and GM2, GM4, GM7 and GM5 media were in the same group. The lowest P content was determined from GM1 with 0.27%. The highest K content in seedlings was determined in GM3 with 8.00%, the 2nd and 3rd higher contents were found in GM6 and GM7 with 7.65, 6.64% respectively. The lowest K content was in seedlings which were grown in GM1 with 2.55%. While the highest Ca content was found in GM1 as 2.55%, GM5 and GM4 which had second highest Ca content with 1.57%, 1.56% respectively and GM2 and GM7 which were in the same group statistically with 1.52% followed to GM1. The highest Mg contents were in the GM4, GM7 and GM8 media with 0.69%, 0.68%, 0.65% respectively. The abundance of nutrients of the medium (Table 1) also affected on the contents of nutrients in the seedlings. The findings are similar to those obtained from the eggplant by Sönmez et al. (2016). Similar results were obtained from a study, where spent mushroom compost was used in cucumber and tomato seedling (Zhang et al. 2012). Medina et al. (2009) reported that spent mushroom compost positively affected the nutrient contents of tomato, courgette and pepper seedlings positively. Sánchez-Monedero et al. (2004) indicated that the ratio of N, P and K in

plants varied depending on the spent mushroom compost mixtures when used for seedlings in tomato, broccoli, and onion.

The effects of different growing media on micro nutrient contents in pepper seedlings are given in Table 5. It was found that there were differences among the media ($P < 0.05$) in terms of the micro nutrient contents in the pepper seedlings. While the highest Fe content was determined in GM6 (365.20 mg kg⁻¹) medium, this was followed by GM1, GM2 and GM4, all of which are in the same group. The lowest Fe contents, on the other hand, were found in GM7, GM5 and GM3 media (101.00, 101.00 and 97.10 mg kg⁻¹, respectively). While the highest Zn content was found in GM3 (172.90 mg kg⁻¹), GM3 was followed by GM1 and GM2 (166.90 and 143.37 mg kg⁻¹) that were in the same group. The lowest Zn content was determined also in GM7 (113.30 mg kg⁻¹). Comparing the growing medium in terms of Mn and Cu contents, while the highest Mn and Cu contents were determined in GM6 and GM7 (130.8 mg kg⁻¹ and 9.93 mg kg⁻¹, respectively), both the lowest Mn and Cu contents were found in GM1 (65.32 mg kg⁻¹ and 2.78 mg kg⁻¹). In contrast to the Mn and Cu nutrients, the highest Na content was determined in GM1 (765.40 mg kg⁻¹), while the lowest Na value was found in GM8 (349.90 mg kg⁻¹). Zhang et al. (2012) reported similar results to these research findings. Sönmez et al.

Table 5. The micro nutrient contents of pepper seedlings in different growing media.

Growing Media	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)
GM1	124.00 b	166.90 b	65.32 e	2.78 g
GM2	119.90 b	143.37 b	88.96 c	4.73 e
GM3	97.10 d	172.90 a	117.50 b	6.99 d
GM4	119.30 b	140.90 d	86.23 b	7.61 c
GM5	101.00 d	133.40 e	77.37 d	3.49 f
GM6	365.20 a	149.00 c	130.80 a	9.55 b
GM7	101.00 d	113.30 f	74.80 d	9.93 a
GM8	110.40 c	149.60 c	119.10 b	9.72 ab
LSD*	7.186	4.631	3.388	0.325

*: The difference between values not shown with the same letter are significant at a $P < 0.05$ level.

(2016) stated that the microelement contents of in the eggplant seedlings varied depending on the medium which included spent mushroom compost. In addition to these findings, Stofella et al. (2001) stated that composts include various amounts of microelements. For instance, Cu content in the compost generally indicates that it is being chelated by the organic materials and that the organic fractions are not suitable for plants before mineralization.

4. Conclusions

According to the results obtained from experiment, it was found that newly removed spent mushroom composts after mushroom production had a negative effect on germination, earliness, stem diameter, seedling height and number of leaves. On the other hand, it was also found that the aged spent mushroom compost kept for more than six months under natural conditions following the production and perlite mixture can be an alternative to peat and its mixture with perlite. Besides these, the highest and the second highest macro nutrient contents were obtained from solely the aged spent mushroom compost and its mixture with perlite applications. With regard to micro element contents except for Mn and Zn, the newly discharged compost displayed the highest results when compared to the aged spent mushroom compost; however, it was observed that the aged spent mushroom compost was not bad in terms of these contents. As a result, it was seen that the aged spent mushroom compost and perlite mixtures can be an alternative to the peat and perlite mixture used widespread commercially.

Acknowledgment

Author would like to express their appreciation to The Scientific Studies Management Unit of Akdeniz University, Antalya, Turkey. Also, he offers to Dr. İlker Sönmez and Researcher Hüseyin Kalkan his thanks for spent mushroom compost analysis.

References

- Benito M, Masaguer A, De Antonio R, Moliner A (2005) Use of pruning waste compost as a component in soil-less growing media. *Bioresource Technology* 96: 597-603.
- Bustamante MA, Paredes C, Moral R, Agull'o E, P'erez-Murcia MD, Abad M (2008) Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resource, Conservation and Recycling* 52: 792-799.
- Castillo JE, Herrera F, López-Bellido RJ, López-Bellido FJ, López-Bellido L, Fernández EJ (2004) Municipal solid waste (MSW) compost as a tomato transplant medium. *Compost Science and Utilization* 12: 86-92.
- Chong C, Rinker DL (1994) Use of spent mushroom substrate for growing containerized woody ornamentals: an overview. *Compost Science and Utilization* 2(3): 45-43.
- Demir H, Polat E, Sönmez İ, Yılmaz E (2010) Effects of different growing media on seedling quality and nutrient contents in pepper (*Capsicum annuum* L. var. *longum* cv. Super Umut F₁). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(3&4): 894-897.
- García-Gómez A, Bernal Roig, A (2002) Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83: 81-87.
- Granberry DM, Kelley WT, Langston DB, Diaz-Perez JC, Rucker KS (2001) Testing compost value on pepper transplants. *Biocycle* 42(10): 60-62.
- Handar Y, Inbar Y, Chen Y (1985) Effects of compost maturity on tomato seedling growth. *Scientia Horticulturae* 27: 199-208.
- Hicklenton PR, Rodd V, Warman PR (2001) The effectiveness and consistency of source-separated municipal solid waste and bark composts as components of container growing media. *Scientia Horticulturae* 91: 365-378.
- Islam Md M, Kaium A, Shahriar S, Hossain Md E, Amin R, Islam Md S, bin Zaher Md A, Nizam R (2014) Growth and Yield Potential of Broccoli Influenced by Organic Manures, *Bangladesh Research Publications Journal*, 10(2): 145-150.
- Kacar B (1972) *Chemical Analyses of Plant and Soil*. Ankara Univ. Agric. Faculty. Press No: 453, Ankara, Turkey.
- Kacar B, Kovanci I (1982) *The Analysis of Phosphorus in Plant, Soil and Fertilizers*. Ege Univ. Faculty of Agriculture Press, p. 354, Izmir, Turkey.
- Kacar B, Inal A (2008) *Plant Analysis*. Nobel Press, pp: 1241.
- Kasim MU, Kasim R, Can O (2006) *Basic Principles of Vegetable Culture*. Kocaeli University. Press.Public.No. 220 of 222, Kocaeli, Turkey.
- Lopes RX, Zied DC, Martos ET, de Souza RJ, da Silva R, Dias E 'quo S (2015) Application of spent *Agaricus subrufescens* compost in integrated production of seedlings and plants of tomato, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4: 211-218.
- Marković V, Takac A, Ilin Z (1995) Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. *Acta Horticulturae* 396: 321-328.
- Marques ELS, Martos ET, Souza RJ, Silva R, Zied DC, Souza Dias E (2014) Spent Mushroom Compost as a Substrate for the Production of Lettuce Seedlings, *Journal of Agricultural Science*; 6(7): 138-143.
- Medina E, Paredes C, Pérez-Murcia MD, Bustamante MA, Moral R (2009) Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*, 100: 4227-4232.
- Moldes A, Cendon Y, Barral, MT (2007) Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component by applying mixture dosing. *Bioresource Technology* 98: 3069-3075.
- Ostos JC, Lopez-Garrido R, Murillo JM, Lopez R (2008) Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. *Bioresource Technology* 99: 1793-1800.
- Peksen A, Uzun S (2008) Effect of Chemical Compositions of Seedling Media Prepared by Spent Mushroom Compost on Seedling Growth and Development of Kale and Broccoli. *Asian Journal of Chemistry*, 20(4): 3002-3008.
- Pryce S (1991) Alternative to peat. *Professional Horticulturae* 5: 101-106.
- Raviv M, Chen Y, Inbar Y (1986) Peat and peat substitutes as growth media for container-growth plants. In: Chen, Y., Avnimelech, Y. (Eds.), *The Role of the Organic Matter in Modern Agriculture*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 257-287.
- Raviv M (1997) Horticultural uses of composted material. *Acta Horticulturae* 469: 225-234
- Raviv M (1998) Horticultural uses of composted material. *Acta Horticulturae* 469: 225-234.
- Ribeiro H, Ribeiro D, Vasconcelos E, Cabral F, Louro V, Dos Santos JQ (1999) Evaluation of a sewage sludge based compost for the production of container tree seedlings. *Improved Crop Quality by Nutrient Management*. 86: 181-184.

- Ribeiro HM, Romero AM, Pereira H, Borges P, Cabral F, Vasconcelos E (2007) Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. *Bioresource Technology* 98: 3294–3297.
- Rippy JFM, Peet MM, Louws FJ, Nelson PV, Orr DB, Sorensen KA (2004) Plant development and harvest yields of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *HortScience* 39: 1-7.
- Sánchez-Monedero, MA., A. Roig, J. Cegarra, MP. Bernal, P. Noguera, M. Abad, A. Antón, 2004. Composts as media constituents for vegetable transplant production. *Compost Science and Utilization* 12: 161–168.
- Seniz V (1992) Tomato, pepper and Eggplant growing. *Supp.of Agric. Res. and Develop. Found. Public. No: S174 26, Yalova.*
- Siminis HI, Manios VL (1990) Mixing peat with MSW compost. *Biocycle* (Nov), 60–61.
- Sönmez İ and Kaplan M (2011) The Effects of Some Agricultural Wastes Composts on Carnation Cultivation. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6(16), 3936-3942.
- Sönmez İ, Kalkan H, Demir H (2016) Effects of spent mushroom compost on seedling quality and nutrient contents of eggplant (*Solanum melongena*) grown in different growing media. *Acta Horticulturae, Proceedings of the VI Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, 1142: 403-408.
- Sönmez İ (2017) Atık Mantar Kompostunun Domates Fidelerinin Gelişimi ve Besin İçerikleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1): 59-63.
- Spaldon F, Gromova Z (1972) Studium morfogenezy koreninovej papriky. *Polnohospodarstvo* 18(16): 445-458.
- Sterrett SB (2001) Compost as horticultural substrates for vegetable transplant production. In: StoVella, P.J., Kahn, B.A. (Eds.), *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*. Lewis Publication, Boca Raton, FL, pp. 227–240.
- Stofella PJ, He Z, Kahn BA, Yang X, Calvert DV (2001) Plant nutrition benefits of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and micronutrients from compost utilization. In *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*, pp: 309-310.
- Ünlü H, Ertok R, Padem H (2004) Possibilities of using zeolite in tomato seedling production. V. *Vegetable Farming Symposium, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale, 21-24 Eylül*, pp. 318-320.
- Vavrina CS (1995) Municipal solid waste materials as soilless media for tomato transplant. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 108: 232–234.
- Verdock O (1988) Compost from organic waste materials as substitutes for the usual horticultural substrates. *Biological Wastes* 26: 325–350.
- Wever G, van der Burg AMM, Straatsma G (2005) Potential of adapted mushroom compost as a growing medium in horticulture. *Acta Horticulturae, Proc. IS on soilless culture and hydroponics*, 697: 171-177.
- Zhang RH, Duan ZQ, Li ZG (2012) Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. *Pedosphere*, 22(3): 333-342.

Buğdayda sarı pas hastalığı ve dayanıklılık ıslahı çalışmaları

Wheat stripe rust and breeding studies for resistance to the disease

Ahmet ÇAT¹, Mehmet TEKİN², Mürsel ÇATAL³, Kadir AKAN⁴, Taner AKAR²

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Siirt

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya

³Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

⁴Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir

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

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 03 Nisan 2017
Düzeltilme tarihi 29 Haziran 2017
Kabul tarihi 30 Haziran 2017

Anahtar Kelimeler:

Puccinia striiformis
Buğday
Sarı pas
Patojen
Dayanıklılık ıslahı

ÖZ

Buğday (*Triticum* L.) insanların günlük B vitaminleri, diyet lif ve enerji kaynağı ihtiyaçlarının karşılanmasında çok önemli bir yere sahiptir. Dünya genelinde ve ülkemizde buğday üretimini ve kalitesini sınırlayan en önemli biyotik etmenlerden birisi sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığıdır. Günümüze dek sarıpas kökenli epidemiy ve pandemilerle % 70'e kadar verim kayıpları yaşanmıştır. Bu hastalığa karşı alınacak önlemler arasında en çevreci ve sürdürülebilir yöntem dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Dayanıklılık ıslahı çalışmaları ile 70'ten fazla dayanıklılık geni bulunup melezlemeyle kültür çeşitlerine aktarılmasına rağmen doğal mutasyonlar ve rekombinasyonlar ile ortaya çıkan yeni ırklar bu genlerin büyük bir kısmını etkisiz hale getirmiştir. Bu derlemede ülkemizde ve dünyada sarı pas ırkları ve bunlara dayanıklılık sağlayan genlerle ilgili morfolojik ve moleküler çalışmalar ile ülkemizde bu hastalığa karşı yapılması gerekenlere ilişkin öneriler sunulmuştur.

ARTICLE INFO

Received 03 April 2017
Received in revised form 29 June 2017
Accepted 30 June 2017

Keywords:

Puccinia striiformis
Wheat
Yellow rust
Pathogen
Resistance breeding

ABSTRACT

Wheat (*Triticum* L.) plays a significant role to meet daily B vitamins and dietary fiber and energy requirements for humans. Yellow or stripe rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* is one of the most important biotic factors limiting the production and quality of wheat in the world and in Turkey. To date, yellow rust has caused serious epidemics and pandemics resulting in up to 70% yield losses all over the world. Development of resistant varieties is the most environmentally friendly and sustainable approach among the control methods against to stripe rust disease. Although more than 70 resistance genes have been discovered and transferred to the commonly cultivated varieties by hybridization in breeding for resistance studies until now, new races of the rust pathogen emerging as a result of natural mutation and genetic recombinations have rendered the majority of these resistance genes ineffective. In this review, the information is given the morphological and molecular studies on the races of yellow rust pathogen and the genes conferring resistance to the disease in the country and as well as in the world and suggestions are made about the researches to be conducted for this disease in the country.

1. Giriş

Biyotik stres faktörleri arasında Basidiomycota bölümü Uredinales takımında yer alan *Puccinia* türlerinin sebep olduğu pas hastalıkları tüm dünyada buğday üretimini ve dolayısıyla beslenmesi buğdaya dayalı olan ülkelerin gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Buğdayda pas hastalığına sebep olan önemli türlerden bir tanesi de sarı pas etmeni *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*)'dir. Buğdayda sarı pas hastalığı ilk kez 1777 yılında Gadd tarafından tanımlanmıştır (Roelfs ve ark. 1992). Ancak Eriksson ve Henning (1896) bu hastalığının ayrı bir patojen tarafından meydana getirildiğini bildirmiş ve hastalık etmenini *P. glumarum* olarak isimlendirmiştir. Patojenin ismi, Hylander

ve ark. (1953) tarafından günümüzde de kullanılan şekliyle *P. striiformis* olarak değiştirilmiştir (Singh ve ark. 2012).

Hastalık etmeninin, coğrafi olarak birbirinden uzak olan Amerika kıtasından Avustralya'ya (Wellings 2007), Avrupa'dan Doğu Afrika ve Batı Asya'ya, Orta Doğu'dan Güney Afrika'ya (Boshoff ve ark. 2002) kadar buğday üretim alanlarına taşınabildiği bilinmektedir. Sarı pas hastalığı son 15 yıl içinde, buğday üretimini sınırlayan en önemli biyotik faktör olarak görülmekte (Schwessinger 2017) ve dünya buğday üretiminin % 88'inin bu hastalığa karşı hassas olduğu bilinmektedir. Yıllık 5 milyon ton ürün kaybı olduğu ve bu kaybolan ürünün pazar

değerinin 1 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Wellings 2011; Beddow ve ark. 2015; Schwessinger 2017).

Sarı pas hastalığı, genellikle düşük sıcaklıkta ve ılıman bölgelerde ve yüksek nem seviyesindeki iklim koşullarında görülebilen bir hastalıktır. Hassebrauk ve Schröder (1964) hastalık etmeninin üredosporlarının çimlenmesi için maksimum sıcaklığın 26 °C olduğunu ortaya koymuştur ancak son yıllarda hastalığın seyrek veya görülmediği sıcak iklimlerde de önemli epidemilerin meydana geldiği bilinmektedir (Mboup ve ark. 2009; Hovmöller ve ark. 2010). Bu durum, *Pst*'nin yüksek sıcaklıklara adapte olan yeni bir ırk geliştirdiği yönünde değerlendirilmektedir (Milus ve ark. 2008). Son yapılan çalışmalar ile birlikte *Pst*'nin eşeyli safhasını *Berberis* spp. (Jin ve ark. 2010; Zhao ve ark. 2011, 2013; Wang ve Chen 2013) ve *Berberis* ile aynı familya içerisinde yer alan bir diğer yakın cins *Mahonia* spp. (Wang ve Chen 2013; Chen ve ark. 2014) türleri üzerinde geçirdiği bildirilmiştir. *Pst*'ye ait yeni ırkların ortaya çıkmasında eşeyli üremenin yanı sıra mutasyon, somatik rekombinasyon ve seleksiyonunda rol oynadığı düşünülmektedir. Muhtemel eşeyli üreme bölgesinin Himalaya bölgesi ve Türkiye'yi de içine alan Batı Asya ve Kuzey Afrika (WANA) bölgesi olduğu öne sürülmüştür (Mboup ve ark. 2009; Duan ve ark. 2010; Hovmöller ve ark. 2011; Schwessinger 2017). Klasik ırk analizi konusunda farklı çalışma grupları tarafından ilgili yetiştiricilik alanlarının özellikleri dikkate alınarak farklı ırk ayırıcı setler geliştirilmiştir. ırk ayırıcı setlerin kullanıldığı farklı çalışmalarla birlikte patojene ait birçok ırk olduğu ve yapılan moleküler çalışmalar sonucunda bu ırklara karşı dayanıklılık sağlayan birçok gen bölgesi olduğu bildirilmiştir (McIntosh ve ark. 2015).

Bu derleme ile dünya genelinde buğday üretimini olumsuz yönde etkileyen önemli fungal biyotik stres faktörlerinden biri olan sarı pas hastalığı ile bu hastalık etmeninin Dünya'da ve ülkemizdeki mevcut durumu ve sarı pas hastalığına dayanıklılığın geliştirilmesi için yapılan ıslah çalışmaları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. Hastalık Etmeninin Hayat Döngüsü

Sarı pas hastalığı, buğdayın dışında Poaceae familyasında bulunan diğer tahıl türlerinde de görülmektedir ve hastalık etmeni, hastalığın görüldüğü her bitki türüne göre farklı adlandırılmaktadır. Eriksson (1894) hastalık etmenini konukçu-patojen ilişkisine göre 5 farklı şekilde sınıflandırmıştır. Bunlar sırasıyla buğdayda *P. striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*), arpada *P. striiformis* f.sp. *hordei* (*Psh*), çavdarda *P. striiformis* f. sp. *secalis*, yabani arpa türlerinde (*Elymus* spp.) *P. striiformis* f. sp. *elymi* ve ayrıkta (*Agropyron* spp.) *P. striiformis* f. sp. *agropyri*'dir. Diğer buğdaygil yem bitkilerinde de konukçuya özel patojen adlandırmaları olduğu bilinmektedir.

Buğday sarı pas hastalığının etmeni *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*)'nin ara konukçusu belirlenemediği için hayat döngüsünü ana konukçusu olduğu türlerde üredospor ve teliospor formunda tamamladığı düşünülmekteydi. Ancak Jin ve ark. (2010) *Pst*'ye ait pikniospor ve eziosporların *Berberis* spp. türlerinin üzerinde görüldüğünü ve bu türün hastalığın ara konukçusu olduğunu rapor etmiştir. *Berberis* spp. türlerinin yanında *Mahonia aquifolium* türünün de *Pst*'nin konukçusu olduğu ve etmenin eşeyli dönemini bu bitkiler üzerinde geçirdiği bildirilmiştir (Wang ve Chen 2013; Zhao ve ark. 2013). Hastalık etmeni bitkilerin olgunlaşması ve hastalık gelişimi için iklim koşullarının uygun olmaması nedeniyle sezon sonunda enfekteli bitki parçaları üzerinde teliospor

formuna geçtiği bilinmektedir. Daha sonra bu sporlar çimlenerek basidiosporları oluştururlar. Oluşan basidiosporlar, sarı pasın ara konukçusu olduğu bildirilen *Berberis* spp. veya *Mahonia* spp. bitkilerini enfekte eder ve ardından yaprağın üst yüzünde pikniospor oluşur, alt yüzünde ise eziosporlar oluşur. Oluşan eziosporlar rüzgârla ana konukçu bitkilerin yaprakları üzerine taşınarak uygun sıcaklık ve nem koşullarında çimlenerek, üredosporları meydana getirirler. Bu sporlar da konukçu bitkileri tekrar uygun iklim koşullarında enfekte ederler. İklim koşullarının uygun olmadığı durumlarda konukçu bitkilerde teliosporlar oluşur ve döngü tamamlanır. Üredospor safhasında iken iklim koşulları uygun devam ederse sürekli enfeksiyonlar sonucu epidemi hatta pandemiler meydana gelebilmektedir (Agrios 2005).

3. Patojen Değişkenliği ve Taşınımı

Dünya genelinde bu denli etkili bir biyotik stres faktörü olmasından dolayı buğdayda sarı pas hastalığına kabul edilebilir düzeyde dayanıklılık geliştirmek için ırkların ve dayanıklılık genlerinin tanımlanması ve hangi bölgelerde hangi ırkların olduğu veya daha yaygın olduğunun tespit edilmesine yönelik çalışmalar birçok araştırmacı tarafından yürütülmektedir. Bu konudaki ilk çalışma 1930'larda Gassner ve Straib (1932) tarafından Almanya'da yürütülmüştür. ırk ayırıcı setlerin kullanılmasıyla birlikte patojenin popülasyon yapısı, epidemiyolojisi ortaya konmaya çalışılmış ve hastalığa karşı dayanıklılık ıslahı çalışmaları hız kazanmıştır. Çalışma sonucunda, *Pst* ırklarının oluşumunda mutasyonun da önemli bir rolü olduğu ortaya konmuş (Gassner ve Straib 1932, 1933) ve avirülens yapıda iken virülens hale gelen veya bunun tersi durumda oluşan patojendeki farklılığın tek nokta mutasyonlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Wellings ve McIntosh 1990; Hovmöller ve Justesen 2007; Wellings 2007; Chen ve ark. 2009). Patojene ait ırklar, uluslararası düzeyde adlandırılmaya çalışılmış ve Johnson ve ark. (1972)'nin yaptıkları çalışma temel alınarak, ırk ayırıcı setlerle avirülens/virülens analizleri ile Avrupa'daki *Pst* popülasyonlarının yapısı ortaya konmaya çalışılmıştır (Stubbs 1988). Son yıllarda yapılan çalışmalarda; Birleşik Krallık, Danimarka, Fransa, Amerika, Çin ve Meksika'da oluşan yeni patotiplerin belirlenmesinde farklı metodolojiler uygulanmakta ve farklı dayanıklılık genlerine sahip ırk ayırıcı setler kullanılmaktadır.

ırk ayırıcı setler kullanılarak patojenin virülens ya da avirülens olduğunu ortaya koymak için dünya genelinde farklı değerlendirme skalaları kullanılmaktadır (Bahri ve ark. 2011; Bux ve ark. 2012; Cheng ve Chen 2014; Brar ve Kutcher 2016; Wan ve ark. 2016). Son yıllarda ırk ayırıcı setler kullanılarak yürütülen çalışmalar sonucunda sarı pas hastalığına sebep olan Çin'de 41 (Chen ve ark. 2009), 54 (Zhan ve ark. 2012), Pakistan'da 12 (Bahri ve ark. 2011), Amerika'da 34 (Wan ve Chen 2014) ve 55 (Wan ve ark. 2016) *Pst* ırkı saptanmıştır.

Hastalığın uzun mesafelere yayılmasında en önemli etmen rüzgâr olmakla birlikte insanların eşya ve kıyafetleriyle de hastalık etmeninin sporlarının uzak mesafelere taşındığına dair çok sayıda kayıt bulunmaktadır. Sarı pas etmeni *Pst*, bitkilerin tek yapraklı döneminden olum dönemine kadar ki süreç içerisinde hastalık için şartların uygun olduğu her zaman enfeksiyon yapabilmektedir. Enfekte ettiği yapraklarda ve özellikle bayrak yaprakta fotosentezi sınırladığı için verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Chen 2005). ırkların hızlı ve uzun mesafeye yayılması özellikle son 40 yıldır incelenmektedir. 1979'da Avustralya'da, Avrupa'dan seyahat

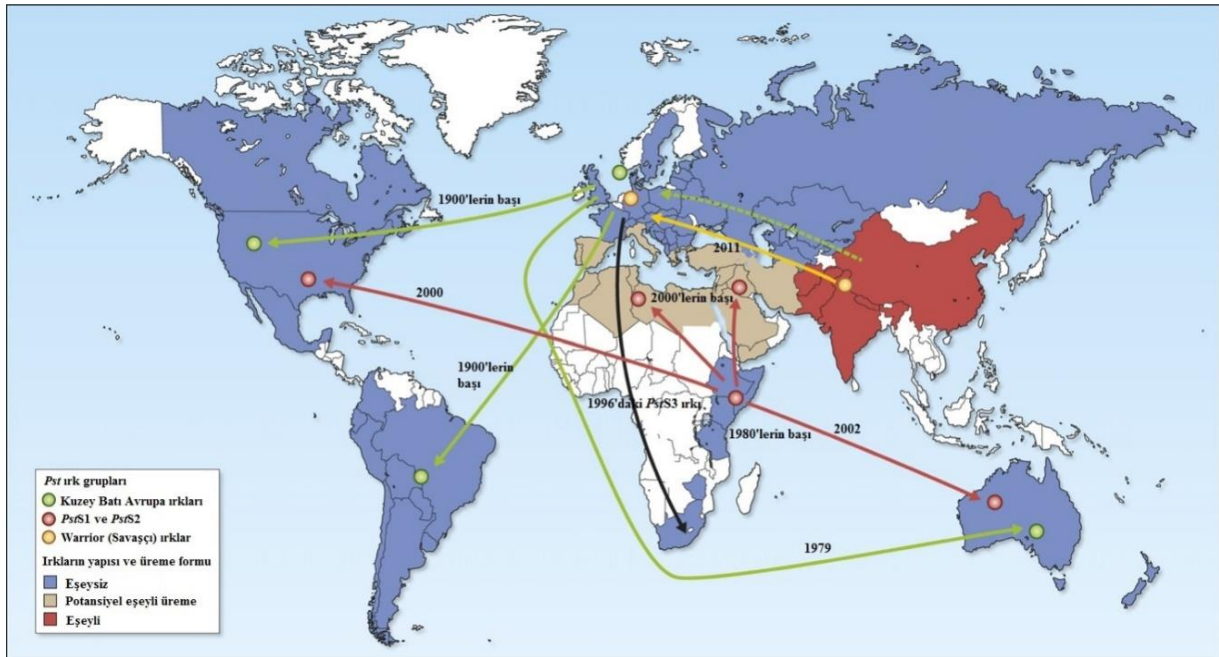
eden turistlerin eşyalarında *Pst* üredosporlarının taşındığı tespit edilmiştir (Wellings ve ark. 1987). Yine benzer bir şekilde, 1996 yılında Güney Afrika'da görülen *Pst* ırklarının, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da görülen *Pst* ırkları ile benzer olduğu keşfedilmiştir. 2000 yılında da Kuzey Amerika'da yeni bir ırk ortaya çıkmış (Chen ve ark. 2002; Chen 2007) ve bu ırkın 2002'de Batı Avustralya'da görülen ırkla çok benzer olduğu belirlenmiştir (Wellings ve ark. 2003). Hovmöller ve ark. (2008) farklı kıtalardan ve bölgelerden topladığı sarı pas izotlarını AFLP analizi ile karşılaştırmış ve benzerliklerine göre iki ana gruba ayırmıştır. İlk grup, daha çok Amerika ve Avustralya'da yaygın iken ikinci grubun Eritre, Batı Asya (İran, Azerbaycan) ve Orta Asya (Kazakistan, Özbekistan, Kırgızistan)'da yaygın olduğu bildirilmiştir.

Virulent *Pst* izolatlarının hızlı yayılmasını engellemek için bunun altında yatan küresel popülasyon yapılarını ve göç yollarını tespit etmek elzemdir. Bu amaçla yapılan küresel popülasyon genetiği çalışmaları sonucunda yüksek derecede genetik çeşitlilik ve patojene ait çok sayıda teliospor belirlenmesinden dolayı; Nepal, Pakistan ve Çin bölgelerinin eşeyli üremenin asıl bölgesi ve genetik çeşitliliğin merkezi olabileceği bildirilmiştir (Mboup ve ark. 2009; Duan ve ark. 2010; Ali ve ark. 2010, 2014). Hastalığın görüldüğü diğer bölgelerde, *Pst* ırklarının tamamen eşeysiz olarak ürediği kabul edilmektedir (Schwessinger 2017). Bu verilere dayanarak muhtemel göç yolları ve ırkları Şekil 1'de gösterilmiştir. Walter ve ark. (2016) dünyanın farklı yerlerinden toplanan izolatlarla yaptıkları moleküler analizler sonucunda 2000 yılından önce Doğu Afrika'da ortaya çıkan ve sonrasında Kuzey Amerika ve Avustralya yayılan ırk popülasyonlarını *PstS1* adıyla ve 2000 yılından sonra *PstS1*'den evrilerek Orta Asya'da ortaya çıkan ve bütün dünyaya yayılan ırk popülasyonlarını *PstS2* olarak 2 patotip gruba ayırmıştır. Bu iki patotip grubun ortak özellikleri arasında yüksek sıcaklıklara adapte ve daha saldırgan olmaları sayılabilir (Walter ve ark. 2016; Schwessinger 2017). 2011 yılından itibaren özellikle Kuzey Batı Avrupa'da büyük zarara yol açan ırk popülasyonları ise "Warrior" ve "Kranich" olarak

isimlendirilmektedir (Hovmöller ve ark. 2016; Walter ve ark. 2016).

4. Dünya'da ve Türkiye'de Sarı Pas Hastalığının Durumu

Dünya genelinde şu ana dek gerçekleşen sarı pas epidemileri Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre dünyanın bazı bölgelerinde sürekli olarak sarı pas epidemilerinin yaşandığı bilinmektedir. Sarı pas epidemileri, genel olarak enfeksiyon oluşturmaya yeterli patojen miktarı, hastalığın oluşmasına ve yayılmasına elverişli iklim koşulları ve hassas konukçular arasında olan ilişkilerin sonucunda meydana gelmektedir. Buna benzer bir ilişki sonucunda Çin, Doğu Afrika, Orta Doğu, Pakistan, Hindistan ve Kuzey Afrika'yı da içine alan çok geniş bir alanda sarı pasa hassas olan başta Siete Cerros ve diğer çeşitlerin patojen miktarını arttırması sonucu 1970'lerde çok büyük bir pandemi meydana gelmiştir (Saari ve Prescott 1985). McIntosh (2009) bu pandeminin sebebinin net olarak ortaya konulamamasına rağmen günümüzde de hastalığa hassas çeşitlerin birçoğunda belirlenen Yr2 dayanıklılık geninin, mevcut hastalık popülasyonuna karşı etkinliğini yitirmesinden kaynaklı olabileceğini bildirmiştir. Yr9 dayanıklılık geninin mevcut hastalık popülasyonuna karşı etkinliğini yitirmesinden sonra ortaya çıkan bir diğer pandemi de 1990'lı yıllarda Doğu Afrika'dan rüzgarla taşınan pas sporlarının büyük ölçekte buğday üretimi yapılan Orta Doğu, Pakistan ve Hindistan'da çok büyük verim ve kalite kayıplarına sebep olduğu bilinmektedir (Singh ve ark. 2004). Bu pandeminin bu kadar büyük alanı etkilemesinin sebebinin Kızıl Deniz bölgesinde yer alan Etiyopya, Yemen ve Eritre'de 1986'larda mutasyon sonucu oluşan yeni bir hastalık ırkından kaynaklandığı düşünülmektedir (Louwers ve ark. 1992; Walter ve ark. 2016). Bu ırk değişimden bağımsız olarak yine aynı zaman diliminde Çin'de de Yr9 dayanıklılık genini içeren çeşitlerde yoğun olarak sarı pas enfeksiyonları belirlenmiş ve



Şekil 1. Hastalık etmeninin muhtemel göç yolları (Schwessinger 2017).

Figure 1. Migration pathway of the pathogen (Schwessinger 2017).

Çizelge 1. Dünya genelinde önemli kayıplara yol açan sarı pas epidemileri (Wellings 2011)*.

Table 1. Yellow rust epidemics resulted in great yield losses worldwide (Wellings 2011)*.

Bölge (*)	Yıl	Oluşan epidemi/kayıp
Birleşik Krallık	1966	Rothwell Perdix epidemisi
	1969	Joss Cambier epidemisi
	1988-1989	Sleijpner, Hornet epidemisi
Avustralya	1983-1986	% 80'e varan verim düşüşü
	2002-2010	Yıllık 40-90 milyon AUD \$ değerinde fungusit kullanımı (2003-2006)
Yeni Zelanda	1980-1981	%60'lık verim düşüşü
İran	1993	1.5 milyon ton ürün kaybı
Şili	1976-1988, 2001	Düzenli epidemiler
Amerika	1957-1958	Yaygın epidemi (10 eyalet)
	1960-1964	15-30 milyon \$ değerinde ürün kaybı
	2000	Yaygın epidemi (20 eyalet)
	2003	11.7 milyon ton ürün kaybı
Çin	1954	6 milyon ton ürün kaybı
	1964	3.2 milyon ton ürün kaybı
	1990	2.65 milyon ton ürün kaybı
	2002	1.4 milyon ton ürün kaybı
İspanya ve Kuzey Afrika	1978	Siete Cerros epidemisi
Güney Afrika	1996-1999	Yıllık 5-28 ZAR (0.4-2.24 milyon \$) değerinde fungusit kullanımı
Hindistan	1994-2004	Düzenli tekrarlanan epidemiler
	2001	Yr27 dayanıklılık geninin kırılması
Pakistan	2005	100 milyon \$ değerinde ürün kaybı
İtalya	1977-1978	Yaygın epidemi
Çek Cumhuriyeti	1977	Hassas çeşitlerde % 30'luk verim düşüşü
Türkiye	1936-1963	Bazı yıllarda yaygın epidemi
	1975-1984	Bölgesel epidemiler
	1991	% 62.5'e varan verim kaybı
	1998	Orta Anadolu'da % 26.5-% 50 verim kaybı
	2009-2010	Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde epidemi

* Wellings (2011)'den modifiye edilmiştir.

% 80'lere varan verim kayıpları rapor edilmiştir (Wan ve ark. 2004). Öte yandan, 2003 yılından bu yana Avustralya'da görülen epidemilerin kaynağının 2002 yılında Batı Avustralya'da ortaya çıkan yeni bir ırk olduğu ve bu yeni ırka karşı yaygın olarak ekilen birçok çeşidin hassas olduğu bildirilmiştir.

Sarı pas hastalığı ile ilgili olarak ülkemizdeki ilk kayıt M. Rasim tarafından 1886 yılında rapor edilmiştir (Özgen ve Kınacı 1985). 1936-1960 yılları arasında da bazı yıllarda hastalığın üretim alanlarında epidemi oluştuğuna dair kayıtlara rastlanmaktadır (İren 1964). Bu epidemilerin çoğunlukla Orta ve Batı Anadolu'da görüldüğü bildirilirken 1936, 1940, 1950 ve 1963 yıllarında hastalık tüm ülkede etkili olmuştur. 1975, 1976, 1977, 1984 ve 1991 yıllarında hastalık epidemisi lokal veya bölgesel düzeyde kalmıştır (Braun ve Saari 1992). 1991 yılında oluşan epidemi, Batı Afrika'dan ülkemizde taşınan yeni *Pst* ırkının/ırklarının enfeksiyonu sonucu gelişmiştir. O dönemde özellikle Çukurova bölgesinde yoğun bir şekilde yetiştiriciliği

yapılan ve Yr9 dayanıklılık geni içerdiği bilinen "Seri-82" çeşidini ciddi şekilde etkileyerek bugünkü değerle yaklaşık 7 milyon TL'lik bir verim kaybına neden olmuş ve yaşanan bu epidemi, Seri-82 çeşidinin üretim programlarından kaldırılmasının gerekçelerinden birisi olmuştur (Braun ve Saari 1992; Mamluk ve ark. 1997). Yine 1998 yılında uzun süren serin ve yağışlı hava koşullarının etkisi ile Orta Anadolu'da hastalık kontrolü yapılan alanların %98'inin değişen düzeylerde enfeksiyona maruz kaldığı görülmüş ve % 26.5 ile % 50 arasında verim kaybı olduğu bildirilmiştir (Düşünceli ve ark. 2000). Farklı düzeyde kayıplara yol açan epidemiler ülkemizde son yıllarda da görülmeye devam etmektedir. Özellikle 2009-2010 yıllarında ülkemizin güneyinde bulunan ülkelerde belirlenen yeni bir patotip veya *Pst* popülasyonu nedeniyle Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde (Ankara, Konya, Eskişehir, Çukurova, Samsun, Amasya, Uşak) yüksek verim ve kalite kayıplarına bildirilmiştir (Mert 2010). Ülkemizde enfeksiyon dönemi, genellikle mevsimsel ve yöresel iklim koşullarına göre değişmekle birlikte ilkbaharda patojen için optimum hava sıcaklığı olan 10-15 derece ve nemin yüksek olduğu zaman olarak ifade edilebilir. Şu an itibarıyla yazlık dilimden yaygın ekilen birçok çeşidin hastalığa karşı hassas olduğu (Akar ve Yıldız 2017) ve yoğun fungusit kullanımı ile sarı pas epidemisine karşı korunduğu bilinmektedir.

Ülkemizde sarı pas ırklarıyla ilgili çalışmaların sınırlı düzeyde olduğu bilinmektedir. 1970 ve 1988 arasında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Anonim 1988) tarafından yapılan çalışmalarla 2E16, 70E16, 6E16, 46E13, 46E15, 14E16, 70E0, 6E0, 86E16 ırkları tanımlanmıştır. Bu çalışmalara ek olarak Louwers ve ark. (1992) 1989 yılında 6E150 ırkı, 1991 yılında 2E0, 2E16, 6E16 ırklarının tespit edildiğini rapor etmiştir. Ülkemizde görülen bu ırklara karşı dayanıklılık sağlayan genler de klasik ırk ayırıcı setler yardımıyla analiz edilmeye çalışılmaktadır. Mamluk ve ark. (1997) ülkemizde 1995 yılında 5 farklı lokasyonlarda ırk ayırıcı setler yardımıyla mevcut hastalık popülasyonlarına etkin dayanım sağlayan dayanıklılık genlerini Yr1, Yr3V, Yr9+, Yr7+, Yr8+, YrCV, YrSp, Yr2+, Yr5 olarak rapor etmiştir.

Çetin ve ark. (2000) da 1995-1998 yılları arasında Ankara, Eskişehir, Konya ve Afyon lokasyonlarında ırk ayırıcı setler ile benzer bir çalışma yürütmüş ve mevcut hastalık popülasyonunun, Yr2, Yr6, Yr7, Yr9, Gaby ve A+ (Anza, Sonalika) dayanıklılık genleri üzerine tüm lokasyonlarda virulent bulunduğunu rapor etmiştir. Zeybek ve Yiğit (2004) 2000-2001 yıllarında Güney Ege ve Batı Akdeniz'de 9 lokasyonda yürüttükleri çalışmada mevcut hastalık popülasyonuna karşı fide döneminde Yr6, Yr7, Yr8 ve Yr10 genlerinin dayanıklılık sağladığını ve Yr1, Yr2, Yr3a, Yr9, Yr17, Sd ve So dayanıklılık genlerinin etkisiz kaldığını rapor etmişlerdir. Ülkesel düzeyde yürütülen Serin İklim Tahulları Hastalık Araştırmaları Projesi (ÜSİT-HAP) kapsamında farklı lokasyonlarda (Ankara, Eskişehir, İzmir, Samsun) ırk ayırıcı set ile hastalık gelişiminin doğal hastalık gelişimi şartları altında değerlendirildiği çalışmada tüm lokasyonlar dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucunda 13 dayanıklılık geninin (Yr1, Yr3N, Yr3V, Yr4+, Yr5, Yr10, Yr11, Yr15, Yr17, Yr26, Yr-St.Dc, Sp.Pr., YrCV, Yr Su x Om) hastalık popülasyonuna karşı etkin olduğu, 14 dayanıklılık geninin (Yr2, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr12, Yr18, Yr24, YrA+, Yr2+, Yr6+, Yr7+, Yr9+) ise mevcut hastalık popülasyonuna karşı etkinliğini yitirdiği belirlenmiştir (Anonim 2004). Mert ve ark. (2012) doğal hastalık gelişimi şartlarında olgun bitki dayanıklılığı için 12 lokasyonda 2003-2011 yıllarında yürüttükleri çalışmada Yr1, Yr3V, Yr4+, Yr5, Yr10, Yr15, YrSP ve YrCV dayanıklılık genlerinin mevcut

hastalık popülasyonundan etkilenmediği bildirmişlerdir. Ek olarak, 2014 yılında Edirne ve Sakarya buğday yetiştiricilik alanlarından toplanan izolatların sera şartlarında ırk analizi ile değerlendirilmesiyle mevcut hastalık popülasyonunun *Yr1*, *Yr2*, *Yr3*, *Yr4*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr25*, *Yr32* ve *YrSp* dayanıklılık genlerine virülent olduğu ortaya konmuştur (Mert ve ark. 2016).

5. Dayanıklılık Islahı Çalışmaları ve Yeni Nesil Teknolojilerin Kullanımı

Dünya'dasarı pas hastalığına karşı alınan birincil önlem fungusit kullanımıdır. Diğer taraftan hastalığın kontrolünde sürekli olarak fungusit kullanımının çevreye verdiği zarar yadsınamayacak kadar çok olup ekonomik olarak da oldukça maliyetlidir. Hastalığın kontrol altında tutulabilmesi için 2003-2006 yılları arasında Avustralya'da yıllık yaklaşık 40-90 milyon Avustralya doları değerinde fungusit kullanıldığı tahmin edilmektedir (Wellings 2007). 2011 yılında Amerika'da toplam tarım yapılan alanların % 1.76'sının sarı pas enfekteli olduğu ve hastalık nedeniyle 250 milyon dolardan daha fazla ekonomik kayıp yaşandığı ve buna ek olarak hastalıkla mücadele için milyonlarca dolar değerinde fungusit kullanımı olduğu bildirilmiştir. Sadece Washington'da kışlık buğdayda 28 milyon dolar, yazlık ekilen buğdayda 12 milyon dolar değerinde fungusit harcaması kaydedilmiştir. Üreticilerin bu fungusit kullanımı sonucunda kışlık buğdayda 136 milyon dolarlık yazlıkta ise 39 milyon dolarlık bir kayıba önüne geçtiği tahmin edilmektedir (Wan ve Chen 2016).

Hastalığın kontrolünde diğer öne çıkan kontrol yöntemlerinden birisi ise dayanıklı çeşit kullanımıdır. Dayanıklı çeşit kullanımı, çevresel bir sorun oluşturmadığı gibi bu hastalığa karşı alınabilecek etkinliği en yüksek ve sürdürülebilir çözümlerden biridir. Ülkemizde dayanıklı çeşit geliştirilmesinde fenotipe dayalı geleneksel ıslah yöntemleri kullanılmakta olup bu yöntemde yoğun iş gücüne ihtiyaç duyulmakta ve uzun süreler gerektirmektedir. Günümüzde, ıslah çalışmalarında etkinliği artırmak ve daha güvenilir ve hızlı seçim (seleksiyon) yapmak için moleküler ıslah yaklaşımı geleneksel ıslah yöntemlerine önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Collard ve Mackill 2008).

Günümüzde, markır destekli seleksiyon (MAS) yöntemi başta Kanada, ABD olmak üzere, Avustralya, birçok AB ülkesi ve Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi (CIMMYT) gibi uluslararası araştırma kuruluşlarının buğday ıslahı programlarının vazgeçilmez bir aracı olarak özellikle tek genli kalıtımı olan karakterlerin yeni genotiplere aktarılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Gupta ve ark. 2010; Randhawa ve ark. 2013). Bu programlar özellikle tek genle kontrol edilen hastalıklara dayanıklılık ıslahı çalışmalarında markır destekli geri melezleme ve gen piramitlemesi şeklinde yürütülmektedir. Gen piramitlemesi geleneksel ıslah metodları ile de yapılabilmektedir ancak çoğu zaman birden fazla gen bulunduran bitkilerin fenotipik olarak seçimi mümkün olmamaktadır. Birçok çalışma, bir patojenin ırklarına karşı birden fazla genin kombinasyonunun, sürdürülebilir (durable) bir dayanıklılık sağlayabileceğini göstermektedir (Kloppers ve Pretorius 1997; Liu ve ark. 2000; Joshi ve Nayak 2010).

Buğdayda sarı pas hastalığı etmeninin (*Pst*) ırklarına karşı dayanıklılık sağlayan birçok gen bölgesi tespit edilmiştir ve yapılan moleküler çalışmalar sonucunda 70'den fazla dayanıklılık geni karakterize edilmiştir (McIntosh ve ark. 2015). Sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık sağlayan *Yr* genlerinin birçok ırka özel olarak karakterize edilmektedir (Goutam ve

ark. 2015). İlgili gen bölgelerinin belirlenmesinin ardından bu genlerle ilişkili markır sistemlerinin geliştirilmesi ve buna dayalı seçim ile ilgili birçok çalışmanın başlamasına neden olmuştur (Enjalbert ve ark. 2002; Bahri ve ark. 2009; Chen ve ark. 2009; Wang ve ark. 2010). Bu amaç doğrultusunda geliştirilen markır sistemleri; RFLP (*Yr28*) (Singh ve ark. 2000), SSR (*Yr10*, *Yr15*, *Yr26*, *YrH52*, *YrSN104*, *Yr50*, *Yr64*, *Yr65*) (Peng ve ark. 2000; Wang ve ark. 2002; Asad ve ark. 2012; Liu ve ark. 2013; Cheng ve ark. 2014), STS/CAPS (*Yr17*, *YrMoro*) (Robert ve ark. 1999; Helguera ve ark. 2003), STS (*Yr61*) (Zhou ve ark. 2014a), DArt (*Yr51*) (Randhawa ve ark. 2014) ve RGAP/SSR (*Yr59*) (Zhou ve ark. 2014b)'dir.

Bu dayanıklılık genlerinden bazıları (*Yr5* ve *Yr15*) buğdayın yabani türlerinde tanımlanmış ve yapılan ıslah çalışmalarıyla ekmeçlik buğdaylara aktarılmıştır (Kuraparthi ve ark. 2007; Chhuneja ve ark. 2008). *Yr5* geni 1966 yılında hexaploid olan *Triticum aestivum* ssp. *speltat* türünde Lupton ve Macer tarafından bulunmuş ve sonrasında 2B kromozomunun uzun kolunda yer aldığı belirlenmiştir (Macer 1966; Law 1976). Chen ve ark. (2003) bu genin bitkinin fide döneminde *Pst* ırklarına karşı geniş ölçüde dayanıklılık sağladığını bildirmiştir. Diğer bir dayanıklılık geni olan *Yr15* ise 1980'li yıllarda *T. dicoccoides* G25 aksesyonunda belirlenmiş (Gerechter-Amirai ve ark. 1989) ve Sun ve ark. (1997) bu gen bölgesinin 1B kromozomu üzerinde olduğunu rapor etmiştir. Yabani türlerde tanımlanan bu iki dayanıklılık geni (*Yr5* ve *Yr15*) ve PI 178383 ekmeçlik buğday genotipinde tanımlanan *Yr10* (Wang ve ark. 2002) geni hala ülkemizde (Anonim 2004; Mert ve ark. 2012) ve dünya üzerinde (Wan ve ark. 2016) *Pst* ırklarına karşı geniş ölçüde dayanıklılık sağlamaktadır. Bu genlerin ülkemizdeki tescilli çeşitlerde varlığına dönük yapılan bir moleküler çalışmada sarıpas dayanıklı yazlık ve kışlık çeşitlerin büyük bir kısmında tek başına *Yr5* geni bulunurken buna karşın çok azında *Yr5* ve *Yr10* genleri birlikte saptanmıştır (Akar ve Yıldız 2017). Bu durum *Yr5* genini etkisiz hale getirebilecek yeni bir ırk değişiminde çok büyük oranda verim ve kalite kaybına yol açabilecektir.

Pst ırklarının moleküler biyolojisinin ortaya konması konusunda çoğunlukla heterozigot yapısı ile birlikte obligat parazit olması nedeniyle zorluklar yaşanmaktadır (Schwessinger 2017). Bu bağlamda, birçok çalışma *Pst* ırklarının heterolog proteinleri kullanarak enfeksiyon süreci sırasında efektörlerin işlevinin ortaya konması üzerine yoğunlaşmıştır (Upadhyaya ve ark. 2013; Saunders 2015; Petre ve ark. 2016; Schwessinger 2017). Son yıllarda bitki biyoteknolojisi alanında yaşanan gelişmelerle bitki ıslahı çalışmaları daha çok bu alanlara yönelmektedir. Markır destekli seleksiyon ile hızlı bir şekilde yürütülen dayanıklılık ıslahı programlarına ek olarak bölünmüş palindromik tekrar kümeleri (CRISPR-Cas9) (Jinek ve ark. 2012), transkripsiyon aktivatör- benzeri efektör nükleazlar (TALENs) (Christian ve ark. 2010) ve çinko parmak nükleazlar (zinc finger nuclease) (Kim ve ark. 1996; Miller ve ark. 2007) gibi genom düzenleyici teknolojilerin başarılı bir şekilde kombine edilmesiyle bu alanda yapılan çalışmaların hız kazanacağı düşünülmektedir. Birçok bitkide biyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık için genom düzenleme çalışmaları başlatılmış olmasına rağmen buğdayda sarı pas hastalığına karşı şu ana kadar yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

6. Sonuç

Etmeni *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*) olan sarı pas hastalığı, dünyada ve ülkemizde buğday üretimini sınırlandıran en önemli fungal biyotik stres faktörlerinden biri olarak yer

almaya devam etmektedir. Bu nedenle sarı pas hastalığı ile ilgili çalışmalar artarak devam etmekte ve küresel düzeyde popülasyon değişimi CIMMYT/Meksika ve ICARDA/Suriyegibi uluslararası kuruluşlar ve ayrıca ülkemizin de dahil olduğu uluslararası platformlarca veya çalışma gruplarınca (Borlaug Global Rust Initiative) sürekli gözlenmektedir. Sarı pas hastalığına dayanıklılık sağlamak için ülkemizdeki ıslah çalışmalarının daha etkin yürütülebilmesi için aşağıdaki sorulara cevap bulacak şekilde planlanması gerekmektedir.

1. Ülkemizde kaç farklı *Pst* ırkı bulunmaktadır?
2. Patojene ait ırk veya ırkların, buğday yetiştiricilik alanlarına göre dağılımı ve görülme oranı nasıldır?
3. Bölgelere göre ırk değişimi çok fazlaysa, hedef bölge bazında farklı dayanıklılık genlerinin kullanıldığı ıslah programları yürütmek gerekli midir?
4. Dünya’da ve ülkemizde sarı pas hastalığına karşı halen dayanıklılık sağladığı bildirilen *Yr5*, *Yr10* ve *Yr15* genleri sarı pas hastalığını ne düzeyde kontrol etmektedir?

Konu üzerinde yürütülen çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda buğday üretimi yapılan Amerika, Kanada, Çin gibi birçok ülkede kaç farklı *Pst* ırkının olduğu ve bunların ülke genelinde dağılımının ortaya konduğu açıkça görülmektedir. Dünyanın en önemli buğday üreticisi ülkelerinden biri olan ülkemizde, defalarca sarı pas epidemisi yaşanmasına ve bu epidemilerden kaynaklı % 62.5’e kadar verim kaybı gerçekleşmesine rağmen yapılan ıslah çalışmalarının sadece fenotipik düzeyde kalması, çalışmaların etkisini önemli ölçüde sınırlamaktadır. Bu nedenle, geleneksel bitki ıslahı çalışmalarına entegre bir şekilde yeni ıslah teknolojilerinin kullanılması, hedefe daha kısa sürede, daha az işgücüyle ve maliyetle ulaşmak için mutlak gerekli gözükmektedir.

Kaynaklar

Agrios GN (2005) Plant Pathology. Fifth Edition, Elsevier Academic Press, USA.

Akar T, Yıldız M (2017) Sarı Pasa Dayanıklılık Sağlayan Genler Bakımından Ülkemizde Tescilli Ekmeklik Buğday Çeşitleri ve Bazı Hatların Gen Kompozisyonlarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Projesi, Proje no: FYL-2016-1661, Yayınlanmamış.

Ali S, Leconte M, Walker AS, Enjalbert J, de Vallavieille-Pope C (2010) Reduction in the sex ability of worldwide clonal populations of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. Fungal Genetics and Biology 47: 828-838.

Ali S, Gladieux P, Leconte M, Gautier A, Justesen AF, Hovmöller MS, Enjalbert J, de Vallavieille-Pope C (2014) Origin, migration routes and worldwide population genetic structure of the wheat yellow rust pathogen *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1003903>.

Anonim (1988) Hububat Hastalıkları Dayanıklılık Çalışmaları. Yıllık Rapor, TARM, Yayınlanmamış.

Anonim (2004) Ülkesel Serin İklim Tahılları Projesi, Hububat Hastalıkları Dayanıklılık Çalışmaları. Yıllık Rapor, TARM, Yayınlanmamış.

Asad MA, Xia X, Wang C, He Z (2012) Molecular mapping of stripe rust resistance gene *YrSN104* in Chinese wheat line Shaanong 104. Hereditas 149: 146-152.

Bahri B, Leconte M, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J (2009) Isolation of ten microsatellite loci in an EST library of the phytopathogenic fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Conservation Genetics 10: 1425-1428.

Bahri B, Shah SJA, Hussain S, Leconte M, Enjalbert J, de Vallavieille-Pope C (2011) Genetic diversity of the wheat yellow rust population in Pakistan and its relationship with host resistance. Plant Pathology 60: 649-660.

Beddow JM, Pardey PG, Chai Y, Hurley TM, Kriticos DJ, Braun HJ, Park RF, Cuddy WS, Yonow T (2015) Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. doi:10.1038/nplants.2015.132.

Boshoff WHP, Pretorius Z, van Niekerk BD (2002) Establishment, distribution, and pathogenicity of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in South Africa. Plant Disease 86: 485-492.

Braun HJ, Saari EE (1992) An assesment of the potential of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian Plateau of Turkey. Vortrage Pflanzenzucht 24: 121-123.

Brar GS, Kutcher HR (2016) Race characterization of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the cause of wheat stripe rust, in Saskatchewan and Southern Alberta, Canada and virulence comparison with races from the United States. Plant Disease 10(8): 1744-1753.

Bux H, Rasheed A, Mangrio SM, Abro SA, Shah SJA, Ashraf M, Chen X (2012) Comparative virulence and molecular diversity of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) collections from Pakistan and United States. International Journal of Agriculture and Biology 14: 851-860.

Chen XM, Moore M, Milus EA, Long DL, Line RF, Marshall D, Jackson L (2002) Wheat stripe rust epidemics and races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the United States in 2000. Plant Disease 86: 39-46.

Chen X, Soria MA, Yan G, Sun J, Dubcovsky J (2003) Development of sequence tagged site and cleaved amplified polymorphic sequence markers for wheat stripe rust resistance gene *Yr5*. Crop Science 43(6): 2058-2064.

Chen XM (2005) Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat. Canadian Journal of Plant Pathology 27: 314-337.

Chen XM (2007) Challenges and solutions for stripe rust control in the United States. Australian Journal of Agricultural Research 58: 648-655.

Chen WQ, Wu LR, Liu TG, Xu SC, Jin SL, Peng YL, Wang BT (2009) Race dynamics, diversity, and virulence evolution in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the causal agent of wheat stripe rust in China from 2003 to 2007. Plant Disease 93: 1093-1101.

Chen W, Wellings C, Chen X, Kang Z, Liu T (2014) Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Molecular Plant Pathology 15(5): 433-446.

Cheng P, Chen XM (2014) Virulence and molecular analyses support asexual reproduction of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the U.S. Pacific Northwest. Phytopathology 104: 1208-1220.

Cheng P, Xu LS, Wang MN, See DR, Chen XM (2014) Molecular mapping of genes *Yr64* and *Yr65* for stripe rust resistance in hexaploid derivatives of durum wheat accessions PI 331260 and PI 480016. Theoretical and Applied Genetics 127: 2267-2277.

Chhuneja P, Kaur S, Garg T, Ghai M, Kaur S, Prashar M, Bains NS, Goel RK, Keller B, Dhaliwal HS, Singh K (2008) Mapping of adult plant stripe rust resistance genes in diploid A genome wheat species and their transfer to bread wheat. Theoretical and Applied Genetics 116(3): 313-324.

Christian M, Cermak T, Doyle EL, Schmidt C, Zhang F, Hummel A, Bogdanove AJ, Voytas DF (2010) Targeting DNA double-strand breaks with TAL effector nucleases. Genetics 186(2): 757-761.

Collard BCY, Mackill DJ (2008) Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. Philosophical Transactions of the Royal Society B 363: 557-572.

Çetin L, Düşünceli F, Albustan S, Bolat N, Yıldırım AF, Hekimhan H, Camcı H, Ekiz H (2000) 1995-1998 yılları arasında Orta Anadolu

- buğday alanlarında sarı pas (*Puccinia striiformis*) virulanslarının dört lokasyonda kapan norserileriyle belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, Konya, Türkiye, s. 414-417.
- Duan XY, Tellier A, Wan AM, Leconte M, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J (2010) *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* presents high diversity and recombination in the over-summering zone of Gansu-China. *Mycologia* 102: 44-53.
- Düşünceli F, Çetin L, Albustan S, Ekiz H (2000) Orta Anadolu buğday ekilişlerinde pas hastalıklarının (*Puccinia* spp.) yaygınlığı, önemi ve alınması gereken tedbirler. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, Konya, s. 693-696.
- Enjalbert J, Duan X, Giraud T, Vautrin D, de Vallavieille-Pope C, Solignac M (2002) Isolation of twelve microsatellite loci, using an enrichment protocol, in the phytopathogenic fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Molecular Ecology Notes* 2: 563-565.
- Eriksson J (1894) Über die Spezialisierung des Parasitismus bei dem Getreiderostpilzen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12: 292-331.
- Eriksson J, Henning E (1896) Die Getreideroste. Ihre Geschichte und Natur sowie Massregein gegen dieselben, Stockholm, P.A. Norstedt and Soner.
- Gassner G, Straib W (1932) Die bestimmung der biologische rasen des weizengelbrostes (*Puccinia glumarum* f.sp. *tritici* (Schmt.) Erikss. und Henn). Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kar-toffelbau an der Biologischen Reiehsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 20: 141-163.
- Gassner G, Straib,W (1933) Über mutation in einer biologischen Rasse von *Puccinia glumarum tritici* (Schmidt). Erikss. U. Henn. Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre 63: 154-160.
- Gerechter-Amitai ZK, Van Silfhout CH, Grama A, Kleitman F (1989) *Yr15*-a new gene for resistance to *Puccinia striiformis* in *Triticum dicoccoides* sel. G-25. *Euphytica* 43(1-2): 187-190.
- Goutam U, Kukreja S, Yadav R, Salaria N, Thakur K, Goyal AK (2015) Recent trends and perspectives of molecular markers against fungal diseases in wheat. doi: 10.3389/fmich.2015.00861.
- Gupta PK, Langridge P, Mir RR (2010) Marker-assisted wheat breeding: present status and future possibilities. *Molecular Breeding* 26: 145-161.
- Hassebrauk K, Schröder J (1964) Studies on the germination of yellow rust urediospores. In: Proceedings of the Cereal Rusts Conference. Cambridge, UK, pp. 12-18.
- Helguera M, Khan IA, Kolmer J, Lijavetzky D, Zhong-qi L (2003) PCR assays for the *Lr37-Yr17-Sr38* cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. *Crop Science* 43: 1839-1847.
- Hovmöller MS, Justesen AF (2007) Rates of evolution of avirulence phenotypes and DNA markers in a northwest European population of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Molecular Ecology* 16: 4637-4647.
- Hovmöller MS, Yahyaoui AH, Milus EA, Justesen AF (2008) Rapid global spread of two aggressive strains of a wheat rust fungus. *Molecular Ecology* 17: 3818-3826.
- Hovmöller MS, Walter S, Justesen AF (2010) Escalating threat of wheat rusts. *Science* 329: 369.
- Hovmöller MS, Sørensen CK, Walter S, Justesen AF (2011) Diversity of *Puccinia striiformis* on cereals and grasses. *Annual Review of Phytopathology* 49: 197-217.
- Hovmöller MS, Walter S, Bayles RA, Hubbard A, Flath K, Sommerfeldt N, Leconte M, Czembor P, Rodriguez-Algaba J, Thach T, Hansen JG, Lassen P, Justesen AF, Ali S, de Vallavieille-Pope C (2016) Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathology* 65: 402-411.
- Hylander N, Jorstad I, Nannfeldt JA (1953) Enumeratio uredioneorum Scandinavicarum. *Opera Botanica* 1: 1-102.
- İren S (1964) Türkiye'de 1963 yılı hububat pas türleri ve zarar ve yayılışları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 4: 141-159.
- Jin Y, Szabo LJ, Carson M (2010) Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of Berberis as an alternate host. *Phytopathology* 100: 432-435.
- Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E (2012) A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* 337: 816-821.
- Johnson R, Stubbs RW, Fuchs E, Chamberlain NH (1972) Nomenclature for physiological races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. *Transactions of the British Mycological Society* 58: 475-480.
- Joshi RK, Nayak S (2010) Gene pyramiding-A broad spectrum technique for developing durable stress resistance in crops. *Biotechnology and Molecular Biology Review* 5(3): 51-60.
- Kim YG, Cha J, Chandrasegaran S (1996) Hybrid restriction enzymes: Zinc finger fusions to *Fok I* cleavage domain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93: 1156-1160.
- Kloppers FJ, Pretorius ZA (1997) Effects of combinations amongst genes *Lr13*, *Lr34* and *Lr37* on components of resistance in wheat to leaf rust. *Plant Pathology* 46: 737-750.
- Kuraparthi V, Chhuneja P, Dhaliwal HS, Kaur S, Bowden RL, Gill BS (2007) Characterization and mapping of cryptic alien introgression from *Aegilops geniculata* with new leaf rust and stripe rust resistance genes *Lr57* and *Yr40* in wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 114(8): 1379-1389.
- Law CN, Worland AJ, Giorgi B (1976) The genetic control of ear-emergence time by chromosomes 5A and 5D of wheat. *Heredity* 36: 49-58.
- Liu J, Liu D, Tao W, Li W, Wang S, Chen P, Cheng S, Gao D (2000) Molecular marker-facilitated pyramiding of different genes for powdery mildew resistance in wheat. *Plant Breeding* 119: 21-24.
- Liu J, Chang Z, Zhang X, Yang Z, Li X, Jia J, Zhan H, Guo H, Wang J (2013). Putative Thinopyrum intermedium-derived stripe rust resistance gene *Yr50* maps on wheat chromosome arm 4BL. *Theoretical and Applied Genetics* 126: 265-274.
- Louwers JM, van Silfhout CH, Stubbs RW (1992) Race analysis in wheat in developing countries. Report 1990-1992. IPO-DL0 Report 1992-11, pp. 23.
- Macer RCF (1966) The formal and monosomic genetic analysis of stripe rust (*Puccinia striiformis*) resistance in wheat. In: Mackey J (Ed), Proceedings of 2nd International Wheat Genetics Symposium, Lund, Sweden, pp. 127-142.
- Mamluk OF, Cetin L, Braun HJ, Bolat N, Bertschinger L, Makkouk KM, Yildirim AF, Saari EE, Zencirci N, Albustan S, Cali S, Beniwal SS, Dusunceli F (1997) Current status of wheat and barley diseases of Central Anatolia Plateau of Turkey. *Phytopathology* 36: 167-181.
- Mboup M, Leconte M, Gautie, A, Wan AM, Chen WQ, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J (2009) Evidence of genetic recombination in wheat yellow rust population of a Chinese over-summering area. *Fungal Genetics and Biology* 46: 299-307.
- McIntosh RA (2009) History and status of the wheat rusts. In: McIntosh RA (ed), Proceedings of the Borlaug Global Rust Initiative 2009 Technical Workshop, BGRI, Obregon, Mexico, pp. 11-23.
- McIntosh RA, Dubcovsky J, Rogers WJ, Morris C, Appels R, Xia XC (2015) Catalogue of gene symbols for wheat: 2015-2016 supplement. https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2_015.pdf Erişim 26 Mart 2017.
- Mert Z (2010) Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalıkları Araştırmaları Projesi. Serin İklim Tahılları Araştırmaları Program Değerlendirme Toplantısı, Antalya, Yayınlanmamış.

- Mert Z, Dusunceli F, Akan K, Cetin L, Yazar S, Bolat N, Yorgancilar A, Unsal R, Ercan B, Ozseven I, Demir L, Dincer N, Ay H, Tekdal S, Kilic H, Bayramoglu H, Sermet C, Ozturk I, Tulek A, Kucukozdemir U, Ilkhan A (2012) An overview of the network for important cereal diseases management research in Turkey between 2003 and 2011. The Proceedings of 13th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference, Beijing, China, pp. 208-209.
- Mert Z, Nazari K, Karagoz E, Akan K, Ozturk I, Tulek A (2016) First incursion of the warrior race of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) to Turkey in 2014. *Plant Diseases* 100(2): 528.
- Miller JC, Holmes MC, Wang J, Guschin DY, Lee Y, Rupniewski I, Beausejour CM, Waite AJ, Wang NS, Kim KA, Gregory PD, Pabo CO, Rebar EJ (2007) An improved zinc-finger nuclease architecture for highly specific genome editing. *Nature Biotechnology* 25: 778-785.
- Milus EA, Kristensen K, Hovmøller MS (2008) Increased aggressiveness of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* at least partially explains recent stripe rust epidemics. *Phytopathology* 98: 107.
- Özgen M, Kınacı E (1985) Bitkilerde hastalıklara dayanıklılık, dayanıklılık ıslahı yöntemleri ve yeni gelişmeler. *Buğday ve Mısır Hastalıkları Semineri*, Ankara, s. 69-86.
- Peng JH, Fahima T, Roeder MS, Huang QY, Dahan A (2000) A High density molecular map of chromosome region harboring stripe-rust resistance genes *YrH52* and *Yr15* derived from wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*. *Genetics* 109: 199-210.
- Petre B, Saunders DGO, Sklenar J, Lorrain C, Krasileva KV, Win J, Duplessis S, Kamoun S (2016) Heterologous expression screens in *Nicotiana benthamiana* identify a candidate effector of the wheat yellow rust pathogen that associates with processing bodies. *PLoS ONE* 11: e0149035.
- Randhawa HS, Asif M, Pozniak C, Clarke JM, Graf RJ, Fox SL, Humphreys DG, Knox RE, DePauw RM, Singh AK, Cuthbert RD, Hucl R, Spaner D (2013) Application of molecular markers to wheat breeding in Canada. *Plant Breeding* 132(5): 458-471.
- Randhawa M, Bansal U, Valárik M, Klocová B, Doležel J, Bariana H (2014) Molecular mapping of stripe rust resistance gene *Yr51* in chromosome 4AL of wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 127: 317-324.
- Robert O, Abelard C, Dedryve F (1999) Identification of molecular markers for the detection of the yellow rust resistance gene *Yr17* in wheat. *Molecular Breeding* 5: 167-175.
- Roelfs AP, Huerta-Espino J, Marshall D (1992) Barley stripe rust in Texas. *Plant Disease* 76: 538.
- Saari EE, Prescott JM (1985) World distribution in relation to economic losses. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts*. Academic Press, Orlando, pp. 259-298.
- Saunders DGO (2015) Hitchhiker's guide to multi-dimensional plant pathology. *New Phytologist* 205: 1028-1033.
- Schwessinger B (2017) Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century. *New Phytologist* 213: 1625-1631.
- Singh RP, Nelson, JC, Sorrels ME (2000) Mapping *Yr28* and other genes for resistance to stripe rust in wheat. *Crop Science* 40: 1148-1155.
- Singh RP, William HM, Huerta-Espino J, Rosewarne G (2004) Wheat rust in Asia: meeting the challenges with old and new technologies. In: Fischer T, Turner N, Angus J, McIntyre L, Robertson M, Borrell A, Lloyd D (Eds), *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia, pp. 1-13.
- Singh RP, Huerta-Espino J, Roelfs AP (2012) The wheat rusts. <http://www.fao.org/docrep/006/Y4011E/y4011e0g.htm> Erişim 26 Mart 2017.
- Stubbs RW (1988) Pathogenicity analysis of yellow (stripe) rust of wheat and its significance in a global context. In: Simmonds NW, Rajaram S (Eds), *Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat*, CIMMYT, Mexico, pp. 23-38.
- Sun GL, Fahima T, Korol AB, Turpeinen T, Grama A, Ronin YI, Nevo E (1997) Identification of molecular markers linked to the *Yr15* stripe rust resistance gene of wheat originated in wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*. *Theoretical and Applied Genetics* 95: 622-628.
- Upadhyaya NM, Mago R, Staskawicz BJ, Ayliffe MA, Ellis JG, Dodds PN (2013) A bacterial type III secretion assay for delivery of fungal effector proteins into wheat. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 27: 255-264.
- Walter S, Ali S, Kemen E, Nazari K, Bahri BA, Enjalbert J, Hansen JG, Brown JKM, Sicheritz-Ponten T, Jones J, de Vallavieille-Pope C, Hovmøller MS, Justesen AF (2016) Molecular markers for tracking the origin and worldwide distribution of invasive strains of *Puccinia striiformis*. *Ecology and Evolution* 6(9): 2790-2804.
- Wan AM, Zhao ZH, Chen XM, He ZH, Jin SL, Jia QZ, Yao G, Yang J, Wang B, Li G, Bi Y, Yuan Z (2004) Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in China in 2002. *Plant Disease* 88: 896-904.
- Wan AM, Chen XM (2014) Virulence characterization of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* using a new set of *Yr* single-gene line differentials in the United States in 2010. *Plant Disease* 98: 1534-1542.
- Wan AM, Chen XM, Yuen J (2016) Races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the United States in 2011 and 2012 and comparison with races in 2010. *Plant Disease* 100(5): 966-975.
- Wang L, Ma J, Zhou R, Wang X, Jia J (2002) Molecular tagging of the yellow rust resistance gene *Yr10* in common wheat, PI 178383 (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica* 124: 71-73.
- Wang B, Hu X, Li Q, Hao B, Zhang B, Li G, Kang Z (2010) Development of race-specific SCAR markers for detection of Chinese races CYR32 and CYR33 of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease* 94: 221-228.
- Wang MN, Chen XM (2013) First report of Oregon grape (*Mahonia aquifolium*) as an alternate host for the wheat stripe rust pathogen (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) under artificial inoculation. *Plant Disease* 97: 839.
- Wellings CR, McIntosh RA, Walker J (1987) *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in eastern Australia-possible means of entry and implications for plant quarantine. *Plant Pathology* 36: 239-241.
- Wellings CR, McIntosh RA (1990) *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Australasia: Pathogenic changes during the first 10 years. *Plant Pathology* 39: 316-325.
- Wellings CR, Wright DG, Keiper F, Loughman R (2003) First detection of wheat stripe rust in Western Australia: evidence for a foreign incursion. *Australasian Plant Pathology* 32: 321-322.
- Wellings CR (2007) *Puccinia striiformis* in Australia: a review of the incursion, evolution, and adaptation of stripe rust in the period 1979-2006. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 567-575.
- Wellings CR (2011) Global status of stripe rust: a review of historical and current threats. *Euphytica* 179: 129-141.
- Zeybek A, Yiğit F (2004) Determination of virulence genes frequencies in wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) populations during natural epidemics in the regions of Southern Aegean and Western Mediterranean in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7(11): 1967-1971.
- Zhan G, Chen X, Kang Z, Huang L, Wang M, Wan A, Cheng P, Cao S, Jin S (2012) Comparative virulence phenotypes and molecular genotypes of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the wheat stripe rust pathogen in China and the United States. *Fungal Biology* 116: 643-653.

- Zhao J, Zhang H, Yao J, Huang L, Kang Z (2011) Confirmation of *Berberis* spp. as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* on wheat in China. *Mycosystema* 30: 895-900.
- Zhao J, Wang L, Wang Z, Chen X, Zhang H, Yao J, Zhan G, Chen W, Huang L, Kang Z (2013) Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. *Phytopathology* 103: 927-934.
- Zhou XL, Han DJ, Chen XM, Gou HL, Guo SJ, Rong L, Wang QL, Huang LL, Kang ZS (2014a) Characterization and molecular mapping of stripe rust resistance gene *Yr61* in winter wheat cultivar Pindong 34. *Theoretical and Applied Genetics* 127: 2349-2358.
- Zhou XL, Wang MN, Chen XM, Lu Y, Kang ZS, Jing JX (2014b) Identification of *Yr59* conferring high temperature adult plant resistance to stripe rust in wheat germplasm PI 178759. *Theoretical and Applied Genetics* 127: 935-945.

Probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyonu

Microencapsulation of probiotic bacteria

Harun URAN, Hatice ŞANLIDERE ALOĞLU, Bayram ÇETİN

Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayalı Yerleşkesi, 39000, Kırklareli

Sorumlu yazar (Corresponding author): H. Uran, e-posta (e-mail): harunuran@klu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Şubat 2016
Düzeltilme tarihi 27 Haziran 2016
Kabul tarihi 02 Mayıs 2017

Anahtar Kelimeler:

Probiyotik bakteriler
Mikroenkapsülasyon
Mikroenkapsülasyon teknikleri

ÖZ

Probiyotik özellikteki bakterilerin ve probiyotik bazlı ürünlerin sağlığa pek çok yararları bulunmaktadır. Bu nedenle probiyotik katkılı ürünlerin üretimi üzerine çalışmalar artarak devam etmektedir. Ancak bu özellikteki bakteriler, gıdaların üretimi ve işlenmesi ile sindirim sisteminde canlılıklarını önemli ölçüde kaybetmektedirler. Bu bakterilerin fiziksel bir bariyer içinde saklanarak gıdalara ilave edilmesi, canlılıklarının sindirim sisteminde devam etmesine katkı sağlayabilmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş mikroenkapsülasyon yöntemi, çekirdek materyalin bir polimerik malzeme ile kaplanarak 1 ile 1000 µm boyutlarında mikrokürelerin oluşmasını sağlamaktadır. Bu çok kapsamlı teknoloji, ilaçlardan aroma maddelerine kadar çok geniş bir ürün yelpazesinin kapsüllemesi için kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda bu teknik sahip olduğu pek çok avantajından ötürü canlı hücrelerin enkapsülasyonunu için de yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu derlemede, probiyotik özellikteki bakterilerin mikroenkapsülasyonu ve bu bağlamda kullanılan mikroenkapsülasyon teknikleri hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 02 February 2016
Received in revised form 27 June 2016
Accepted 02 May 2017

Keywords:

Probiotic bacteria
Microencapsulation
Microencapsulation techniques

ABSTRACT

Probiotic bacteria and probiotic-based products have many benefits to health. Therefore, works on the production of probiotic-added products continues increasingly. However, these bacteria lose their vitality in food production and processing and in the digestive system significantly. The addition of these bacteria to the stored with a physical barrier into foods can contribute to the continuing vitality of them in the digestive system. Microencapsulation method developed for this purpose and involves coating or entrapping of a core material with a polymeric material to generate microspheres in the size range of 1–1000 µm. This versatile technology has been used to encapsulate a wide variety of products from pharmaceuticals to flavors. Especially in recent years, this technology has widely preferred for the encapsulation of living cells because of many advantages. In this review, it has tried to provide information about microencapsulation of the probiotic bacteria and the techniques used in this method.

1. Giriş

Probiyotikler, yeterli sayıda alındıklarında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalardır (Krasaekoopt ve ark. 2006; Vuyst ve ark. 2008; Ünal ve Erginkaya 2010; Ergin ve ark. 2015). Probiyotiklerin bağırsak mikroflorasını patojenlere karşı koruma, bağışıklık sistemini güçlendirme, serum kolesterol seviyesini ve kan basıncını düşürme, antikarsinogenik etki gösterme, besin maddelerinden faydalanma ve gıdaların besin değerinin artması gibi çok sayıda sağlığa faydası bulunmaktadır (Akan ve Kınık 2015).

Sağlık üzerine pek çok olumlu etkisi bulunmasından dolayı probiyotiklere olan talep hızla artmaktadır. Artan talep üreticilerin iştahını kabartmış ve kesin olmayan bilgilerle ürünlerini probiyotik gibi gösterip insanları yanıltarak kargaşa meydana getirmiştir. Bu durum bazı ülkelerin ve kuruluşların tüketiciyi koruma amaçlı yasal düzenlemeler getirmesine neden

olmuştur. Günümüzde gerek FAO/WHO ortak uzmanlar danışma grubu, gerekse Avrupa Birliği Ülkeleri için gıda güvenliğinden sorumlu Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından probiyotik ürünlere ilişkin tanımlama ve üretim prosedürleri oluşturulmuştur (Ergin ve ark. 2015).

Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilebilmesi için bağırsaklarda kolonize olması, midenin asitli ortamını geçerek canlı kalması, safra asitlerine dayanıklı olması, canlılığını ve metabolik aktivitesini bağırsaklarda da devam ettirmesi, patojen ve toksik olmaması, konakçıya fayda sağlaması gerekmektedir (Erem ve ark. 2013). Yine probiyotik mikroorganizmaların beklenen faydalı etkiyi sağlayabilmeleri için 10^8 kob ml⁻¹ veya daha fazla sayıda vücuda alınmaları ve içinde buldukları gıdaların üretimi ve raf ömrü süresince canlı kalabilmeleri gerekmektedir (Çakır

2006). *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. infantice* ve *B. lactis* probiyotik gıdalarda yoğun olarak kullanılan probiyotik bakterilerdir (Mortazavian ve ark. 2007).

Probiyotik mikroorganizmaların canlılığının ve stabilitesinin korunması, birçok üründe, gerek işleme sırasında, gerekse depolama ve satış aşamalarında önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Probiyotik gıdalarda kullanılan mikroorganizmalarda, ürüne özgü türler olma özelliklerinin yanı sıra, ürünün raf ömrü boyunca canlılıklarını koruyabilme özellikleri de aranmaktadır (Ünal ve Erginkaya 2010).

Probiyotik gıda üretimini kısıtlayan en önemli etken, kullanılan mikroorganizmaların stabilitesini, yani canlılığını koruyamamasıdır. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda mikroenkapsülasyon (ME) tekniğinin, probiyotiklerin teknolojik özelliklerinin artırılmasında kullanılan yeni yöntemlerden biri olduğu bildirilmiştir (Ünal ve Erginkaya 2010).

Mikroenkapsülasyon; katı, sıvı veya gaz halindeki gıda bileşenlerinin, enzimlerin, hücre ve diğer maddelerin, protein veya karbonhidrat esaslı minyatür kapsüller içerisinde tutulması olarak tanımlanmaktadır. ME yönteminde, hücreler kapsül veya kaplama maddesi olarak da adlandırılan yarı geçirgen membran içerisinde tutulurlar. Bu yöntemde hücreler 0.45 µm'den daha küçük gözenekleri olan 5-300 µm çapındaki kaplama maddesinin içerisinde tutulur. ME işlemindeki ilk basamak, uygun kaplama maddesinin seçilmesidir. Kaplama maddeleri, film oluşturabilen, şekerler, gıamlar, proteinler, doğal ve modifiye polisakkaritler, yağlar veya sentetik polimerlerdir (Dubey ve ark. 2009; Ünal ve Erginkaya 2010). ME işlemi, gıda, tarım, ilaç, enerji ve savunma gibi alanlarda kullanılmaktadır (Dubey ve ark. 2009). Gıda endüstrisinde 60 yılı aşkın bir süredir kullanılmakta olan mikroenkapsülasyonun gıda uygulaması üzerindeki araştırmaları uzun yıllardır sürmesine rağmen sanayi boyutunda üretim ve tüketimi, gelişen teknoloji ve tüketici bilincinin artmasına bağlı olarak hız kazanmıştır (Altun ve Özcan 2013). Özellikle son yıllarda fonksiyonel gıdaların öneminin giderek artması sonucunda mikroenkapsülasyon işlemi gıda sektörü için daha çok anlam kazanmıştır (Koç ve ark. 2010).

Probiyotiklerin mikroenkapsülasyonun amacı ise; gıdaların öğütme gibi mekanik olarak işlenmesi ve sindirimi esnasında mide suyuna maruz kalması gibi zorlu ortamlarda probiyotiklerin mikrokapsüllerden kontrollü salınımına izin vererek canlılıklarının muhafazasının sağlanmasıdır (Chen ve Mustapha 2012). Mikroenkapsülasyon tekniğinin diğer avantajı, bakteri hücrelerini bakteriyofaj saldırısına karşı koruması, dondurarak kurutma, dondurma vb. gibi işlemlere karşı hücrenin zarar görmesini engellemesi ve depolama süresi boyunca yüksek stabilite sağlamasıdır (Kabak ve Var 2005). Bu yöntemde aktif mikroorganizma çevresinde çeşitli maddelerle koruyucu bir film veya kaplama tabakası oluşturulmaktadır. Bu teknik, immobilize kültür teknolojilerinden hareketle geliştirilmiştir. Mikroorganizma kaplamada püskürtmek kurutma, ekstrüzyon, emülsiyon ve faz ayrımı gibi çeşitli yöntemler, birlikte veya ayrı ayrı kullanılabilir. Kalsiyum-aljinat jel kapsülü oluşumu esasına dayalı bir işlem, günümüzde en çok araştırılan mikroenkapsülasyon tekniğidir. Bunun dışında jelatin, pektin, nişasta, kappa-karreganin, gellan gum, aljinat, peyniraltı suyu gibi gıdaların bileşiminde güvenle kullanılabilen maddeler de kaplama materyali olarak kullanılabilir (Çakır 2006).

2. Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonunda Kullanılan Yöntemler

Probiyotikleri içeren mikrokapsüllerin üretiminde temel olarak 3 yöntem kullanılır. Bunlar; ekstrüzyon, emülsiyon ve püskürtmek kurutma (sprey kurutma)'dır. Çalışmalarda ise en çok ekstrüzyon ve emülsiyon teknolojilerinin kullanıldığı bildirilmektedir (Cook ve ark. 2012).

Ekstrüzyon, hidrokolloitlerin kaplama materyali olarak kullanıldığı en eski ve en yaygın mikroenkapsülasyon yöntemidir. Yöntem basit haliyle hidrokolloit solüsyonunun hazırlanmasını, mikroorganizmaların bu solüsyon içine katılmasını ve hücrenin ekstrüzyon şeklinde bir sırınga başlığı ile boncuklar halinde düşerek sertleşmesini kapsar. Boncuk büyüklüğü ve şekli sırasıyla iğne başlığının çapı ve serbest düşme mesafesine bağlıdır. Bu yöntem kolaylık, basitlik, düşük maliyet ve hücrelerin uzun süre canlılığını sağlayan makul formülasyon şartları nedeniyle en popüler yöntemdir. Ekstrüzyon tekniğinde destekleyici materyal olarak genellikle aljinat kullanılmaktadır (Krasaekoopt ve ark. 2003).

Emülsiyon tekniğinde, hücre polimer süspansiyonunun küçük bir hacmi (kesikli faz), daha geniş hacimli soya fasülyesi yağı, ayçiçeği yağı, kanola veya mısır yağı gibi bir bitkisel yağ (sürekli faz) içerisine eklenir. Karışım, yağ içerisinde su emülsiyonu oluşturulmak üzere homojenize edilir. Yağ içerisinde su emülsiyonu oluşturulduktan sonra, suda çözünen polimerin yağ fazı içinde küçük jel parçacıkları oluşturması için çözünmemesi gerekir. Emülsiyonda küçük bir iç faz parçacık boyutunun oluşması, daha küçük nihai mikrotanecikler meydana getirecektir. Bu yöntemin seçimi, desteklemede kullanılacak materyalin türüne bağlıdır. Boncuklar daha sonra süzülerek elde edilir. Boncuk büyüklüğü çalkalama hızı ile kontrol edilir ve 25 µm ile 2 mm arasında değişebilir. Bu yöntem, laktik asit bakterilerinin kesikli ve sürekli enkapsülasyonlarında başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Emülsiyon tekniği ile kullanılan pek çok destekleme materyali bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en çok kullanılanları kappa-karragenin ve keçi boynuzu gamı karışımı, selüloz asetat fitalat, aljinat, kitosan ve jelatindir (Krasaekoopt ve ark. 2003).

Diğer bir yöntem olan sprej kurutma ise, probiyotiklerin mikroenkapsülasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır ve bir polimerik çözelti içerisindeki mikrobiyal hücre süspansiyonunun sıcak kuru hava içerisine atomizasyonunu kapsar, bu durumu suyun hızlı bir şekilde evaporasyonu takip eder. Mikrokapsüle edilmiş ürün daha sonra, bir siklon içerisinde taşıyıcı havadan kuru bir toz olarak ayrılır. Bu yöntemde ürün besleme oranı, hava akımı, besleme sıcaklığı, giriş ve çıkış hava sıcaklıkları gibi çeşitli sprej kurutma şartlarının iyi forma sahip mikrokürelerin üretimi için optimize edilmesi gerekmektedir. Giriş hava sıcaklığının doğru bir şekilde ayarlanması, düşük hava sıcaklığının suyun evaporasyon oranını azaltmasından dolayı önemlidir. Aşırı yüksek hava sıcaklığı ise, mikrokürelerin yüksek yoğunluklu membranlara ve düşük akış özelliklerine sahip olmasına neden olarak hücrelerin canlılığını olumsuz etkilemektedir. Buna ek olarak besleme sıcaklık ayarı polimer solüsyonunun viskozitesini modifiye etmek için önemlidir. Diğer geleneksel teknikler ile karşılaştırıldığında sprej kurutma, mikrokürelerin nispeten basit bir sürekli sistem içerisinde oluşmasını önemli bir avantaj olarak sunmaktadır. Bununla birlikte, büyük ölçekte uygulandığında yüksek kurulum ve işletme maliyetleri yanı sıra hatırı sayılır alanı ve ekipman gerekliliği sürecin önemli zorlukları olarak göze çarpmaktadır. Enkapsülasyon için

kullanılabilen polimer aralığı da sınırlıdır (Rathore ve ark. 2013).

Sprey kurutma esnasında mikrobiyal hücrelerin yüksek sıcaklığa maruz kalmalarından dolayı zarar görmeleri sorununu aşmak için sprej soğutma yöntemi tasarlanmıştır. Bu işlem sprej kurutma için kullanılan ekipmanlara benzer sistemlerde yapılmaktadır, farklı olarak sıcak hava yerine soğuk taşıyıcı hava ya da soğuk bölme kullanılmaktadır (Rathore ve ark. 2013).

Sprey kurutma aynı zamanda sprej dondurarak kurutma şeklinde de yapılmaktadır. Sprej dondurarak kurutma yöntemi, dondurarak kurutma ve sprej kurutmadaki ortak işlem basamaklarının kombinasyonu şeklinde tasarlanmıştır. Bu yöntemde probiyotik hücreler, sıvı azot gibi bir kriyojenik sıvının soğuk buhar fazına atomize edilen bir çözelti içinde bulunmaktadır. Bu aşama, donmuş damlacıkların bir dispersiyonunu oluşturur. Dondurulmuş damlacıklar daha sonra bir dondurarak kurutucu içinde kurutulur. Bu teknik püskürterek (sprej) kurutma yöntemine kıyasla, daha kontrollü bir boyut ve spesifik yüzey alanına sahip kapsüllerin oluşumunun sağlanması gibi çeşitli avantajlar sunar. Ayrıca kapsüller elverişsiz çevre koşullarına karşı korunmak amacıyla bir ilave kabuk ile de kaplanabilir. Bununla birlikte bu işlemin yüksek enerji kullanımı, uzun işlem süresi ve püskürterek kurutmaya göre 30-50 kat daha pahalı olması gibi bazı dezavantajları vardır (Martin ve ark. 2015). Probiyotik bakterilerin çeşitli teknikler kullanılarak enkapsülasyonu üzerine yapılmış bazı araştırmalar Çizelge 1’de verilmiştir.

3. Probiyotik Bakterilerin Mikroenkapsülasyonu Üzerine Yapılan Çalışmalar

Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu üzerine çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Enkapsüle edilecek mikroorganizma çeşidine göre farklı kaplama materyalleri kullanılmıştır. Ancak özellikle aljinat, çeşitli gumlar, kitosan ve nişasta gibi kaplama materyallerinin ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir (Krasaekoopt ve ark. 2003; Gbassi ve ark. 2009; Mirzaei ve ark. 2012; Rosas-Flores ve ark. 2013; Krasaekoopt ve Watcharapoka 2014; Kamalian ve ark. 2014; Fareez ve ark. 2015; Haghshenas ve ark. 2015; Shaharuddin ve Muhamad 2015; Etchepare ve ark. 2016a; Etchepare ve ark. 2016b).

Krasaekoopt ve ark. (2004), *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. casei* probiyotik bakterilerini kalsiyum aljinat damlaları ile enkapsüle etmiş ve aynı damlaları daha sonra 3 tip farklı materyal ile (kitosan, sodyum aljinat ve aljinat-polilisın kombinasyonu) tekrar kaplamıştır. Sonradan uygulanan kaplama materyallerinin, ilk kapsüllerin sıklığını artırdığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca kaplanan bakterileri çeşitli özellikler yönünden ve mide özsuyunda canlılık düzeyleri bakımından da incelemişler ve enkapsüle edildikten sonra kaplanan *B. bifidum*’un mide özsuyunun asidik ortamında canlı kalamadığını bildirmişlerdir.

Sultana ve ark. (2000) *B. bifidum* ve *L. acidophilus* cinsi probiyotik bakterileri mısır nişastası ve aljinat ile ayrı ayrı enkapsüle etmişler ve bu probiyotik bakterileri yapay sindirim

Çizelge 1. Probiyotik bakterilerin enkapsülasyonu üzerine yapılmış bazı çalışmalar.

Table 1. Some studies on the encapsulation of probiotic bacteria.

Bakteriler	Enkapsülasyonda kullanılan materyaller	Mikroenkapsülasyon tekniği	Denendiği ürün(ler)	Referans
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 5, <i>Lactobacillus casei</i> 01	İnülin, galaktooligosakkarit, aljinat, kitosan	Ekstrüzyon	Yoğurt, meyve suyu	Krasaekoopt ve Watcharapoka (2014)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> La5	Kalsiyum aljinat	Ekstrüzyon	İran salamuru peyniri	Mirzaei ve ark. (2012)
<i>Lactobacillus gasseri</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i>	Kuersetin, aljinat, kitosan	Ekstrüzyon	-	Chavari ve ark. (2010)
<i>Lactobacillus reuteri</i> DPC16	Aljinat, CaCl ₂	Ekstrüzyon	-	Zhao ve ark. (2012)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Ağaç zıncığı, maltodekstrin, gam Arabic	Emülsiyon	Oaxaca peyniri	Rodriguez-Huezo ve ark. (2014)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> CGMCC1.2686	Aljinat, Ca-EDTA, CaCO ₃	Emülsiyon	-	Cai ve ark. (2014)
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i>	Aljinat, jellan gam	Emülsiyon	-	Rosas-Flores ve ark. (2013)
<i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Palm ve kernel yağı	Dondurarak kurutma	-	Pedroso ve ark. (2012)
Laktik asit bakterileri	Akasya gam	Sprej kurutma	Pişmiş et ezmesi	Perez-Chabela ve ark. (2013)
<i>Bifidobacterium</i> BB-12	Yağsız süt, inülin, oligofruktoz, oligofruktoz ile zenginleştirilmiş inülin	Sprej kurutma	-	Fritzen-Freire ve ark. (2012)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NRRLB-4495, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> NRRLB-442	Maltodekstrin	Sprej kurutma	Ahududu suyu	Anekella ve Orsat (2013)

sistemi ve yoğurt içerisindeki yaşamsal faaliyetlerini incelemişlerdir. Çalışmada gliserol ve aljinat karışımının -20 °C'de bakterilerin yaşayabilme kabiliyetlerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte yoğurtta 8 haftalık periyotta enkapsüle edilmiş bakterilerin sayısında 0.5 log'luk bir azalma gözlenirken, enkapsüle edilmeden katılmış bakteri kültüründe 1 log'luk azalma olduğu bildirilmiştir.

Picot ve Lacroix (2004), yoğurt örneği içerisinde 28 günlük depolama süresince peyniraltı suyu proteinleri kullanılarak enkapsülasyon işlemine tabi tuttukları *B. breve* R070'in, kaplanmadan kullanılan mikroorganizmalara göre canlılığını 2.6 log daha fazla koruduğu belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada *L. acidophilus* bakterisi mikroenkapsüle edilerek pıhtısı parçalanmış yoğurt üretiminde kullanılmış ve 35 gün boyunca buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, duyu ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Araştırmada enkapsüle edilmiş bakterilerin 35 günlük depolama periyodunda enkapsüle edilmeden ilave edilen kültüre göre daha az asitlenme gösterdiği ve canlılık durumunun enkapsüle edilmiş kültürde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte enkapsüle edilmiş bakteri ilave edilen yoğurtların görünüş, tat, aroma ve genel kabul edilebilirlik durumlarında kayda değer değişim gözlenmemiştir (Ribeiro ve ark. 2014).

Cai ve ark. (2014), *L. acidophilus* bakterisini aljinat ile birlikte kalsiyum kaynağı olarak kalsiyum karbonat ve Ca-EDTA kullanarak ayrı ayrı enkapsüle etmiş ve çeşitli özellikleri bakımından incelemişlerdir. İki tip mikroenkapsülasyonun fiziksel özellikleri, aljinat ve Ca-EDTA ile enkapsüle edilmiş bakterilerin aljinat-CaCO₃ ile enkapsüle edilen bakterilere göre daha üniform bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Ancak mekaniksel ölçümler, aljinat-CaCO₃ ile enkapsülasyonun daha sağlam ve esnek bir yapı meydana getirdiğini göstermiştir.

Mikroenkapsülasyon materyali olarak zein ve aljinatın kullanıldığı ve bu materyale belirli düzeylerde sitrik asit eklenerek farklı kaplama materyalleri ile çalışılan bir çalışmada, bu materyaller ile kaplanan *L. acidophilus* probiyotik bakterisinin sindirim sistemindeki canlı kalabilme durumu incelenmiştir. Araştırma sonuçları, kaplama materyalindeki sitrik asit konsantrasyon artışının mikrokapsül boyutu üzerine etkili olmadığını, bununla birlikte zein asitliğindeki artış nedeniyle bakterilerin canlılık düzeylerinde önemli oranda azalmaya neden olduğunu göstermiştir (Laelorspoen ve ark. 2014).

Probiyotik mikroorganizmaların probiyotik özellikteki materyaller ile birlikte enkapsüle edildiği araştırmalar da son zamanlarda giderek önem kazanmaya başlamıştır. Chavarri ve ark. (2010), probiyotik ve probiyotiklerin kalsiyum aljinat damlaları içerisinde enkapsülasyonunu geliştirmek üzere kitosan kaplama malzemesi olarak kullanmışlardır. Kitosan kaplı aljinat mikroküreleri probiyotiklerden *L. gasseri* ve *B. bifidum*'un, probiyotik olarak kuersetin ile birlikte enkapsülasyonu için üretilmiş ve probiyotikler gastrointestinal sistemin olumsuz koşullarına maruz bırakılmıştır. Kitosan kaplı aljinat kürelerinin kuersetin ile birlikte enkapsülasyon verimleri, canlı hücreler için düşük bulunmuştur. Bu sonuçlarla birlikte +4°C'de depolama esnasında kuersetinli kürelerin yaşam durumlarına ilişkin veriler, kuersetin ile birlikte mikroenkapsüle edilen probiyotik bakterilerin yaşamadığını göstermiştir. Bu nedenle kuersetin ve *L. gasseri* veya *B. bifidum* ayrı olarak mikroenkapsüle edilmiştir. Sonuç olarak *L. gasseri* ve *B. bifidum*'un kitosan kaplama ve aljinat ile birlikte

mikroenkapsülasyonunun, bu probiyotik bakterilerin yapay mide ve bağırsak öz suyunda canlılıklarının devamı için daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Fritzen-Freire ve ark. (2012) *Bifidobacterium* BB-12 cinsi probiyotik bakteriyi, prebiyotik özellikteki materyaller (inülin, oligofruktoz ve oligofruktoz-inülin karışımı) ile püskürtmeli kurutma yaparak enkapsüle etmişlerdir. Araştırmada mikrokapsüllerin canlı hücre sayıları +4 °C ve -18 °C depolamada 180 gün boyunca belirlenmiştir. Yine mikrokapsüllerin depolama süresi boyunca partikül boyutu, nem içeriği, morfolojisi, su aktivitesi, çözünme, nem çekme, renk ve termal özellikleri gibi fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada üretilen bütün mikrokapsüllerin depolama sırasında yüksek hayatta kalma oranı gösterdiği değerlendirilmiştir. İnülin ilave edilmiş mikrokapsüllerin yüksek başlangıç sayıları gösterdiği gözlemlenmiştir. Tüm mikrokapsüller 14.45 ve 18.78 µm arasında değişimle birlikte benzer morfoloji ve partikül boyutlarını göstermiştir. Prebiyotiklerdeki kısmi değişimin mikrokapsüllerin nem içeriği ve su aktivitesini düşürdüğü tespit edilmiştir.

Krasaekoopt ve Watcharapoka (2014), prebiyotik özellikteki inülin ve galaktooligosakkarit (GOS) kullanarak probiyotik bakterileri (*L. casei* ve *L. acidophilus*) sodyum aljinat boncukları içerisine enkapsüle etmiş ve daha sonra bu mikrokapsülleri kitosan ile kaplamışlardır. Daha sonra bu mikrokapsülleri yapay sindirim sisteminde, yoğurt ve meyve suyu üretiminde kullanarak izlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre prebiyotik ilavesi oluşan mikrokapsül boyutunu % 3.8 oranında arttırmıştır. Mikrokapsüllerde % 0.3 oranında GOS ilavesinin iyi koruma sağladığı belirlenmiştir. Yoğurtta 4 haftalık depolama periyodu içerisinde GOS ilaveli mikrokapsüllerdeki canlı hücrelerin, ilavesiz mikrokapsüllerdeki hücrelere göre daha fazla sayıda olduğu gözlemlenmiştir.

Rajam ve Anandharamkrishnan (2015) ise probiyotik bakteri olan *L. plantarum*'u prebiyotik özelliğe sahip olan fruktooligosakkarit (FOS) ile püskürtmeli kurutma metodu uygulayarak enkapsüle etmişlerdir. Mikroenkapsülasyonda oluşan sıkı yapıyı azaltmak için FOS ile birlikte peyniraltı suyu proteini ve denatüre peyniraltı suyu protein izolatlarını değişik kombinasyonlar uygulayarak kullanmışlardır. Daha sonra oluşan mikrokapsülleri değişik özellikler bakımından ve mide ile sindirim sistemindeki yaşamsal faaliyetlerini baz alarak incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre 1:1 oranında uygulanan FOS-denatüre peyniraltı suyu izolatu karışımının en yüksek enkapsülasyon etkisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte aynı karışımın 1:1.5 oranında uygulanması diğer mikrokapsüllere göre daha iyi depolama stabilitesi ve mide ile sindirim sisteminde daha etkili koruma meydana getirmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Uzun yıllardan beri kimya, ziraat, tıp, eczacılık, veterinerlik ve biyoteknoloji gibi birçok alanda geniş uygulama alanı bulmuş olan enkapsülasyon teknikleri son yıllarda gıda endüstrisinde kullanılmaya başlamıştır. Toplum sağlığı açısından önemli olan probiyotik suşların üretimi, muhafazası, taşıyıcı gıdanın işlenmesi ve sindirim sisteminde canlılığını koruması bakımından mikroenkapsülasyon tekniğinin önemli avantajları bulunmaktadır. Ayrıca mikroenkapsülasyon tekniğinin uygulanmasının büyük yatırımlar gerektirmediği bildirilmektedir.

Yapılan araştırmalardan görüldüğü gibi kullanılan mikroenkapsülasyon yöntemi ve kaplama materyali enkapsüle edilen probiyotiklerin stabilitesini, salınımını ve canlılık düzeyini etkilemektedir. Son yıllarda probiyotik bakterilerin gelişimini teşvik eden prebiyotiklerin kaplama materyali olarak kullanılması ile ilgili çalışmaların sayısı artmaktadır. Prebiyotiklerin kaplama materyali olarak kullanılmasının probiyotiklerin kullanıldığı üründe veya tüketildikten sonra sindirim sisteminde canlılığını teşvik edeceği düşünüldüğünde, özellikle bu konuda araştırmaların yapılmasının oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- Akan E, Kınık Ö (2015) Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler. CBÜ Fen Bilimleri Dergisi, 11(2): 155-166.
- Altun B, Özcan T (2013) Süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin mikroenkapsülasyonu II: Kaplama materyalleri ve süt ürünlerinde uygulamalar. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2): 105-114.
- Anekella K, Orsat V (2013) Optimization of microencapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying. LWT-Food Science and Technology 50: 17-24.
- Cai S, Zhao M, Fang Y, Nishinari K, Phillips GO, Jiang F (2014) Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* CGMCC1.2686 Via emulsification/internal gelation of alginate using Ca-EDTA and CaCO₃ as calcium sources. Food Hydrocolloids 39: 295-300.
- Çakır İ (2006) Mikroenkapsülasyon tekniğinin probiyotik gıda üretiminde kullanımı. 9. Gıda Kongresi Bolu, s. 693-696.
- Chavarri M, Maranon I, Ares R, Ibanez FC, Marzo F, Villaran MDC (2010) Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions. International Journal of Food Microbiology 142: 185-189.
- Chen M, Mustapha A (2012) Survival of freeze-dried microcapsules of a-galactosidase producing probiotics in a soy bar matrix. Food Microbiology 30: 68-73.
- Cook MT, Tzortzis G, Charalampopoulos D, Khutoryanskiy VV (2012) Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. Journal of Controlled Release 162: 56-67.
- Dubey R, Shami TC, Rao BKU (2009) Microencapsulation technology and applications. Journal of Defence Science 59(1): 82-95.
- Etchepare MDA, Raddatz GC, Cichoski AJ, Flores EMM, Barin JS, Zepka LQ, Jacob-Lopes E, Grosso CRF, De Menezes CR (2016a) Effect of resistant starch (hi-maize) on the survival of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with sodium alginate. Journal of Functional Foods 21: 321-329.
- Etchepare MDA, Raddatz GC, Flores EMM, Zepka LQ, Jacob-Lopes E, Barin JS, Grosso CRF, De Menezes CR (2016b) Effect of resistant starch and chitosan on survival of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with sodium alginate. LWT-Food Science and Technology 65: 511-517.
- Erem F, Küçükçetin A, Certel M (2013) *Bacillus* türlerinin probiyotik olarak değerlendirilmesi. Gıda, 38(4): 247-254.
- Ergin F, Göçer EMÇ, Arslan AA, Küçükçetin A (2015) Probiyotikler ile ilgili yasal düzenlemeler. Akademik Gıda, 13(3): 229-236.
- Fareez IM, Lim SM, Mishra RK, Ramasamy K (2015) Chitosan coated alginate-xanthan gum bead enhanced pH and thermotolerance of *Lactobacillus plantarum* lab12. International Journal of Biological Macromolecules 72: 1419-1428.
- Fritzen-Freire CB, Prudencio ES, Amboni RDMC, Pinto SS, Murakami ANN, Murakami FS (2012) Microencapsulation of *Bifidobacteria* by spray drying in the presence of prebiotics. Food Research International 45: 306-312.
- Gbassi GK, Vandamme T, Ennahar S, Marchioni E (2009) Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* spp in an alginate matrix coated with whey proteins. International Journal of Food Microbiology 129: 103-105.
- Haghshenas B, Nami Y, Haghshenas M, Barzegari A, Sharifi S, Radiah D, Rosli R, Abdullah N (2015) Effect of addition of inulin and fenugreek on the survival of microencapsulated *Enterococcus durans* 39c in alginate-psyllium polymeric blends in simulated digestive system and yogurt. Asian Journal of Pharmaceutical Sciences 10: 350-361.
- Kabak B, Var I (2005) Probiyotik bakterilerin canlılığının korunmasında enkapsülasyon tekniğinin kullanımı. Gıda Kongresi İzmir, s. 326-329.
- Kamalian N, Mirhosseini H, Mustafa S, Manap MYA (2014) Effect of alginate and chitosan on viability and release behavior of *Bifidobacterium pseudocatenulatum* g4 in simulated gastrointestinal fluid. Carbohydrate Polymers 111: 700-706.
- Koç M, Sakin M, Kaymak Ertekin F (2010) Mikroenkapsülasyon ve gıda teknolojisinde kullanımı. P.Ü. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1): 77-86.
- Krasaekoopt W, Bhandari B, Deeth H (2003) Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. International Dairy Journal 13(1): 3-13.
- Krasaekoopt W, Bhandari B, Deeth H (2004) The influence of coating materials on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. International Dairy Journal 14: 737-743.
- Krasaekoopt W, Bhandari B, Deeth H (2006) Survival of probiotics encapsulated in chitosan-coated alginate beads in yoghurt from uht- and conventionally treated milk during storage. LWT-Food Science and Technology 39: 177-183.
- Krasaekoopt W, Watcharapoka S (2014) Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. LWT-Food Science and Technology 57: 761-766.
- Laelorspoen N, Wongsasulak S, Yoovidhya T, Devahastin S (2014) Microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* in zein-alginate core-shell microcapsules via electrospraying. Journal of Functional Foods 7: 342-349.
- Martin MJ, Lara-Villoslada F, Ruiz MA, Morales ME (2015) Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects. Innovative Food Science and Emerging Technologies 27: 15-25.
- Mirzaei H, Pourjafar H, Homayouni A (2012) Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* la5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. Food Chemistry 132: 1966-1970.
- Mortazavian A, Razavi SH, Ehsani MR, Sohrabvandi S (2007) Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms. Iranian Journal of Biotechnology 5(1): 1-18.
- Pedroso DDL, Thomazini M, Heinemann RJB, Favaro-Trindade CS (2012) Protection of *Bifidobacterium lactis* and *Lactobacillus acidophilus* by microencapsulation using spray-chilling. International Dairy Journal 26 (2): 127-132.
- Perez-Chabela ML, Lara-Labastida R, Rodriuez-Huezo E, Totosa A (2013) Effect of spray drying encapsulation of thermotolerant Lactic acid bacteria on meat batters properties. Food Bioprocess Technol 6: 1505-1515.
- Picot A, Lacroix C (2004) Encapsulation of bifidobacteria in whey protein-based microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. International Dairy Journal 14: 505-515.
- Rajam R, Anandharamkrishnan C (2015) Microencapsulation of *Lactobacillus plantarum* (mcc 5422) with fructooligosaccharide as

- wall material by spray drying. LWT-Food Science and Technology 60: 773-780.
- Rathore S, Desai PM, Liew CV, Chan LW, Heng PWS (2013) Microencapsulation of microbial cells. Journal of Food Engineering 116: 369-381.
- Ribeiro MCE, Chaves KS, Gebara C, Infante FNS, Grosso CRF, Gigante ML (2014) Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* la-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt. Food Research International 66: 424-431.
- Rodriguez-Huezo ME, Estrada-Fernandez AG, Garcia-Almendarez BE, Ludena-Urquiza F, Campos-Montiel RG, Pimentel-Gonzalez DJ (2014) Viability of *Lactobacillus plantarum* entrapped in double emulsion during Oaxaca cheese manufacture, melting and simulated intestinal conditions. LWT-Food Science and Technology 59 (2): 768-773.
- Rosas-Flores W, Ramos-Ramirez EG, Salazar-Montoya JA (2013) Microencapsulation of *Lactobacillus helveticus* and *Lactobacillus delbrueckii* using alginate and gellan gum. Carbohydrate Polymers 98: 1011-1017.
- Shaharuddin S, Muhamad II (2015) Microencapsulation of alginate-immobilized bagasse with *Lactobacillus rhamnosus* nrrl 442: Enhancement of survivability and thermotolerance. Carbohydrate Polymers 119: 173-181.
- Sultana K, Godward G, Reynolds N, Arumugaswamy R, Peiris P, Kailasapathy K (2000) Encapsulation of probiotic bacteria with alginate-starch and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. International Journal of Food Microbiology 62: 47-55.
- Ünal E, Erginkaya Z (2010) Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu. Gıda 35(4): 297-304.
- Vuyst LD, Falony G, Leroy F (2008) Probiotics in fermented sausages. Meat Science 80: 75-78.
- Zhao Q, Mutukumira A, Lee S, Maddox I, Shu Q (2012) Functional properties of free and encapsulated *Lactobacillus reuteri* DPC16 during and after passage through a simulated gastrointestinal tract. World Journal of Microbiology and Biotechnology 28 (1): 61-70.

Tam karabuğday unu ve transglutaminaz ilavesinin kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmeklerin fiziksel ve tekstürel özellikleri üzerine etkisi

Effect of the buckwheat flour and transglutaminase addition on physical and textural properties of partially-baked frozen sourdough bread

Fatma HAYIT¹, Hülya GÜL²

¹Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Yozgat, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): F. Hayıt, e-posta (*e-mail*): fatma.hayit@bozok.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 15 Şubat 2016
Düzeltilme tarihi 02 Mayıs 2017
Kabul tarihi 03 Mayıs 2017

Anahtar Kelimeler:

Dondurulmuş ekme
Karabuğday
Transglutaminaz
TPA

ÖZ

Bu çalışmada; tam karabuğday unu (TKBU) ve transglutaminaz (TG) kullanılarak üretilen kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmeklerin farklı depolama süreleri (0, 3, 15, 30 ve 45 gün) sonrasında bazı kalite kriterlerinde meydana gelen değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır. Ekmeklik buğday ununa TKBU; 0, % 10, % 20 ve % 30, TG ise 0, 50 ve 100 ppm oranlarında ilave edilmiştir. Artan oranlarda TKBU eklenmesi ile kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekme örneklerinin spesifik hacim değerlerinin azaldığı diğer taraftan 50 ppm TG ilavesinin kontrol ekmeklerinde olumlu yönde etkide bulunduğu belirlenmiştir. Depolama süresince % 30 TKBU ilaveli örneklerin spesifik hacmi otuzuncu gün sonunda azalırken, diğer örneklerde genellikle birinci günden itibaren azalma olduğu gözlenmiştir. Ekme örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri depolama süresince TKBU oranına paralel olarak genel anlamda artmış, elastikiyet ve kohezif yapışkanlık değerleri azalmıştır. % 30 TKBU ile yapılan ekme örneklerinde 45 gün depolama sonucunda ekme hacminde görülen azalışın kontrol grubuna göre daha az olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekme üretiminde artan oranlarda TKBU kullanımının fiziksel ve tekstürel anlamda ekme kalitesini olumsuz yönde etkilediği, bu nedenle kullanım düzeyinin sınırlı düzeyde tutulması gerektiği, transglutaminazın ise bu ekmeklerde önemli bir iyileştirici etkide bulunmadığı tespit edilmiştir.

ARTICLE INFO

Received 15 February 2016
Received in revised form 02 May 2017
Accepted 03 May 2017

Keywords:

Frozen bread
Buckwheat
Transglutaminase
TPA

ABSTRACT

In this study; It was aimed to investigate changes in some quality criteria of partially-baked frozen sourdough bread produced with whole buckwheat flour (WBF) and transglutaminase (TG) after storage at different storage periods (0, 3, 15, 30 and 45 days). WBF was added at 0, 10%, 20% and 30% levels while TG was added at 0, 50 and 100 ppm levels in to the bread wheat flour. It was determined that specific volume of partly baked frozen sourdough bread samples decreased with the increasing rates of TKBU. 50 ppm TG addition affected positively the control breads. Decrease at the specific volume of samples with 30% WBF was detected at the end of 30 days storage period, whereas in the other samples decrease was observed soon after one day storage. Generally the hardness and chewiness values of bread samples were increased while elasticity and cohesiveness values were decreased in parallel with the rate of WBF during the storage period. Decrease in the loaf volume of 30% WBF bread was found lower than control bread after 45 day storage. As a result, it was found that the use of WBF in increasing proportion at partly baked frozen sourdough bread production was affected physical and textural quality of bread negatively. Therefore the usage level of WBF in this kind of bread should be keep at a limited level. However usage of TG was not shown important improving effect on the technological quality of these breads.

1. Giriş

Ekşi maya; buğday ve çavdar ekmeklerinde doku, lezzet, aroma, raf ömrü ve besin değerini arttırmak için ideal bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Moroni ve ark. 2009). Ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabancı mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Elgün ve Ertugay 2002). Ekşi maya tarafından üretilen eksopolisakkarit, hidrokolloid olarak hareket eder ve pişirme ile ekmeğin niteliklerini etkileyerek (Rühmkorf ve ark. 2012) ekmeğin değerini, raf ömrünü ve tekstürünü geliştirir (Katina ve ark. 2006). Ekşi maya florasında bulunan laktik asit bakterilerinin ekmeğin raf ömrünü arttırma ve bayatlamayı geciktirme etkileri vardır (Gül ve ark. 2005).

Polygonaceae familyasına mensup olan karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) tahıllardan farklı olduğu için pseudo-cereal (tahıl benzeri) grubuna dahil edilen ve protein, diyet lif, vitamin, mineral madde, temel çoklu doymamış yağ asitleri, rutin, orientin, vitesin, kuversetin, isovitesin, katesin gibi antioksidanlar bakımından zengin olan bir üründür (Dizlek ve ark. 2009; Sedej ve ark. 2011). Tüketicilerin sağlıklı gıdalara olan talebindeki artış ile birlikte karabuğday önem kazanmış, bu eğilim doğrultusunda da Türkiye'de de karabuğday yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlamıştır (Gül and Birer 2017).

Gluten içermemesinden dolayı karabuğday ekmeğin teknolojisinde ve unlu mamüller üretiminde ekmeğin hacminin azlığı ve sertlik gibi bazı problemlere sebep olmaktadır. Fakat içerdiği fenolik maddeler, antioksidan ve lif bileşenleri karabuğdayın eklendiği gıdanın fonksiyonel özelliklerini ve besin değerlerini arttırmaktadır (Hayıt ve Gül 2015).

Enzimler gıda proteinlerinin fonksiyonel niteliklerinin geliştirilmesinde endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılır (Gerrard 2001). Tekstürel modifikasyon açısından en ilgi çeken enzimler kovalent çapraz bağlanma gerçekleştirilenlerdir (Faergemand ve ark. 1999). Bu grup enzimlerin içinde yer alan transglutaminaz geniş bir pH ve sıcaklık aralığında aktivite göstermesi nedeniyle (Uran ve ark. 2011) et ürünleri, süt ürünleri, tahıl ürünleri ve su ürünleri gibi geniş yelpazede gıda ürünlerine katılabilir; proteinler arasında çapraz bağ oluşumunu arttırarak, ürünün jel yapısını ve tekstürünü (Uran ve ark. 2011), amino asitler veya peptitler arasında izopeptid bağlarını katalizleyerek molekül içi ve moleküller arası çapraz bağlar oluşturup, proteinlerin işlevsel özelliklerini geliştirmektedir (Karatekin 2008). Etki mekanizması L-askorbik asit (L-AA) gibi oksidan maddelerle aynı olduğu bildirilen (Gerrard ve ark. 1998; Dizlek 2010), TG protein çapraz bağlarını destekleyici ve kabarma özelliklerini geliştirici olarak gıda sistemlerinde kullanılır (Renzetti ve ark. 2008). Bununla beraber dondurulmuş depolama ve dondurmanın sonucu olan gluten ağının hasarını çapraz bağlı proteinler aracılığı ile tekrar stabilize edebilmekte ve dondurulmuş hamurun ekmeğin yapım özelliklerini ve reolojisini geliştirmeyi sağlamaktadır (Kim ve ark. 2008). Renzetti ve ark. (2008), tarafından yapılan bir çalışmada; 6 farklı glutensiz tahıl unu üzerinde TG'nin ağ oluşturma potansiyeli incelenmiştir. Araştırma sonucunda ise 10 u/g oranında TG eklenen unların pişirme performansları ve pseudoplastik özelliklerinin olumlu etkilendiği ve glutensiz unların ekmeğin performanslarının TG ilavesi ile başarılı bir şekilde artırılacağı belirtilmiştir.

Gıdaların dondurularak muhafazası, onların taze niteliklerine en yakın olarak korunabildiği yöntemdir. Fakat

dondurma, donmuş halde depolama ve çözünme aşamalarında kaliteyi olumsuz yönde etkileyen fiziksel ve kimyasal değişimlere neden olmaktadır (Cemeroğlu 2004). Dondurulmuş hamurlar, günümüz fırıncılık endüstrisinde taze haldeki pişirilmiş ürünlere kolaylıkla dönüşebilir (Asghar ve ark. 2005), ekmeğin raf ömrünü uzatmak için kolaylık sağlar (Mandala ve ark. 2009).

Dondurulmuş ekmeğin yapma yöntemlerinde mayası aktifleştirilerek dondurulmuş hamur ile kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeğin iki farklı yöntem vardır. Mayası aktiflendirilmiş ve dondurulmuş hamurda hamurun mayalanma süreci başlatılır, hamurun kabarması sağlanır ve dondurulur. Kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeğin de ekmeğin mayalanma sürecinden geçer % 80-90 civarında pişirilir ve bu seviyede dondurulur (Kesen 2005). Dondurma ve donuk depolama sırasındaki sıcaklık dalgalanmaları ve yüksek sıcaklıklarda depolama, sabit ve/veya daha soğuk sıcaklıklarda saklamaya nazaran hamur ve ekmeğin kalitesinde daha hızlı bir düşüşe neden olur (Phimolsiripol ve ark. 2008).

Taze ekmeğin en iyi temsil edebilecek ürünü üretmek için dondurmadan önce hamurları kısmen pişirmenin daha uygun olduğu bildirilmiştir (Certel ve ark. 2009). Kısmi pişirilmiş ekmeklerde ekmeğin kısmen pişirilip depolanır ve pişirileceğinde herhangi bir işlem yapılmadan fırınlanarak taze ürün elde edilir (Mandala ve ark. 2009). Pişirilen ekmekler oda sıcaklığına kadar soğutulup paketlenerek hızlı bir şekilde dondurulur ve satış noktasında yeniden pişirilene kadar saklanır. Satış alanında basit bir pişirme aşaması ile taze pişirilmiş ekmeğin temini sağladığı için kısmi pişirilmiş ekmekler büyük bir pazar potansiyeline sahiptir (Vulicevic ve ark. 2004). Dondurulmuş ürünün depolama ve taşıma süresi boyunca soğuk zinciri kırılmadan muhafaza etmek gerekir ki bu dondurma prosesinin pahalı sonuçlarındandır fakat ekmeğin bayatlaması ile sonuçlanan kayıplarla karşılaştırılınca daha ekonomik olmaktadır (Barcenas ve Rosell 2004).

Bu çalışmada; dondurulmuş ekmeklerin dondurma işlemi ve donuk depolanmaları sırasında karşılaşılan sorunlara karşı çözüm önerileri aranmaya çalışılmıştır. Ekşi hamur yöntemi ile hazırlanan kısmi pişirilerek dondurulmuş ekmeklere farklı oranlarda (ekmeklik buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre % 10, % 20 ve % 30) tam karabuğday unu eklenerek bu ekmeklerin besinsel içeriğinin artırılması hedeflenmiştir. Bununla birlikte gerek gluten içermemesi nedeniyle tam karabuğday ununun gerekse kısmi pişirilerek dondurma işleminin kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmeğin kalitesi üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin azaltılması için iki farklı oranda (50 ve 100 ppm) transglutaminaz ilave edilmiştir. TKBU ve TG'ye ek olarak ekşi mayanın kısmi pişirilip dondurulmuş ekmeklerin kalitesini olumlu etkilediği, ekmeğin hacmini arttırdığı ve bayatlamayı geciktirdiği göz önüne alınarak ekşi maya kullanılmıştır. Kısmi pişirme işlemi uygulanmış ekmekler 1, 3, 15, 30 ve 45 gün süreyle depolanarak depolama süresince hacim, yükseklik ile sertlik, kohesif yapışkanlık, çiğnenebilirlik, elastikiyet ve esneklik gibi tekstür profil özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada kullanılan ekmeğin buğday unu Hediye Un Fabrikası (Isparta)'ndan TKBU ise Glutensiz Gıda Sağlık Ticaret A.Ş. Fitmet (Diyarbakır)'den satın alınmıştır. Ajinomoto Foods Europe S.A.S. (France) tarafından üretilen ve bileşiminde taşıyıcı

olarak maltodekstrin içeren bakteriyel kökenli TG (Activa WM) firma tarafından ücretsiz olarak gönderilmiştir. TG kuru formda olduğu için kullanılacak oranlara uygun olarak analitik terazide tartımları yapılmış ve ekmeçlik buğday unu içerisine ilave edilerek homojen bir şekilde karışması sağlandıktan sonra ekmeç üretimlerinde kullanılmıştır.

2.2. Ekmeç üretim metodu

Ekmeç üretiminde AACC Metot 10-10.03 (AACC 2001) bazı modifikasyonlar uygulanarak kullanılmıştır. Ekmeç örnekleri; un ağırlığı baz alınarak % 1.5 tuz, % 0.2 yaş maya, % 3 ekşi maya (yaş mayalı ekmeç yapım yöntemi ile hazırlanan hamur 1 gün bekletilerek ekşitilmiştir) ve farinografta (Brabender, Duisburg, Germany) belirlenen su absorpsiyonuna uygun miktarda içme suyu kullanılarak üretilmiştir. Deneme ekmeçlerin üretimi için tartılan bileşenler laboratuvar tipi spiral hamur yoğurma makinesinde (Günsa Endüstriyel Mutfak Ekipmanları, İzmir) yoğrulmuştur. Yoğurma sonrası hamur % 65-70 nem ve 25 ± 1 °C sıcaklıkta 30 dakika kitle fermantasyonunda bekletildikten sonra havası alınarak 100 gr un esasına göre 10 eşit parçaya bölünmüştür. Bu hamurlara, pişirme tavasına uygun olacak şekilde şekil verilmiştir. Hamurlar pişirme kalıbına alınarak 1.5 saat % 65-70 nem ve 25 ± 1 derece sıcaklıkta parça fermantasyona bırakılmıştır. 1. gün analizleri yapılacak ekmeçler (kontrol) 260 derece fırında 15 dakika süreyle pişirilmiştir. Kısmi pişirilecek ekmeçler ise parça fermantasyonundan sonra aynı fırında 10 dakika pişirilip oda şartlarında soğutulmuş polietilen poşetlere alınmıştır. Poşetli ekmeçler etiketlenerek -20 derecedeki derin dondurucuda belirlenen depolama günleri (3, 15, 30 ve 45) süresince depolanmıştır. Her bir depolama süresi sonunda kısmi pişirilmiş ekmeçler 20 °C'de 30 dakika bekletilerek çözdürülmüş ve ardından 260 °C'de elektrikli fırında 5 dk süreyle pişirilmiştir.

2.3. Ekmeçlerde yapılan analizler

2.3.1. Fiziksel analizler

Ekmeçlerin hacimleri hardal tohumu ile yer değiştirme prensibine göre (AACC Metot -10-05.01, AACC 2001), ekmeç yüksekliği ise dijital kumpas aleti ile 3 farklı noktadan ölçüm alınarak mm cinsinden hesaplanmıştır. Tüm analizler üçer tekrarlolu olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Ekmeç örneklerinin spesifik hacim değerleri (cm³).

Table 1. Specific volume of the bread samples (cm³).

TKBU Oranı (%)	Enzim Oranı (ppm)	1. gün	3. gün	15. gün	30. gün	45. gün
Kontrol						
Kontrol	0	3.81A ^a	3.05B ^c	2.83C ^b	2.90C ^a	2.54D ^c
Kontrol	50	3.71A ^b	3.42B ^a	3.04C ^a	2.89D ^a	2.85D ^a
Kontrol	100	3.42A ^c	3.15B ^b	2.73C ^c	2.67C ^b	2.75C ^b
% 10 TKBU						
10	0	3.18A ^d	2.90B ^d	2.55C ^d	2.66C ^b	2.46C ^{cd}
10	50	2.88A ^e	2.62B ^e	2.46C ^e	2.30D ^e	2.11D ^d
10	100	2.63A ^f	2.46B ^f	2.41C ^e	2.45C ^{bc}	2.21D ^d
% 20 TKBU						
20	0	2.56A ^f	2.31B ^g	2.18B ^f	2.19B ^d	1.99C ^e
20	50	2.46A ^g	2.41A ^f	2.19B ^f	2.22B ^d	2.01B ^{de}
20	100	2.27A ^h	2.16B ^h	2.12B ^f	2.01B ^{de}	1.88C ^f
% 30 TKBU						
30	0	2.23A ^h	2.15A ^h	2.13A ^f	2.16A ^{de}	1.91B ^f
30	50	2.16A ⁱ	1.89B ⁱ	1.86B ^g	1.93B ^f	1.83B ^f
30	100	2.07A ⁱ	1.81B ⁱ	1.77B ^h	1.82B ^f	1.73B ^g

1: Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmeçler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2: Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

2.3.2. Tekstürel analizler

Ekmeçler pişirildikten ve 2 saat süreyle oda sıcaklığında soğutulduktan sonra elektrikli ekmeç bıçağı ile 25 mm kalınlığında dilimlenmiştir. Ortadaki iki dilim Tekstür profil analizleri (TPA) için kullanılmıştır. TPA'leri tekstür analiz cihazında (TA-XT2, Stable Micro Systems, Surrey, UK) 36 mm çapındaki silindirik prob kullanılarak yapılmıştır. Tekstür analiz cihazının test parametreleri; ön test hızı: 1 mm sn⁻¹, test hızı: 1.7 mm sn⁻¹, son test hızı: 10 mm sn⁻¹, batma derinliği (strain): % 40 olarak ayarlanmıştır. TPA ile ekmeç örneklerinin sertlik, kohesif yapışkanlık, çiğnenabilirlik, elastikiyet ve esneklik gibi tekstürel özellikleri enstrümantal olarak belirlenmiştir.

2.3.3. İstatistiksel analizler

Ekmeç örneklerinin ölçülen tüm özelliklerine ilişkin olarak elde edilen verilerin varyans analizleri Duncan testine göre yapılmıştır. Analizler için SPSS istatistik paket programından faydalanılarak tesadüf parsellerinde 3 faktörlü deneme deseni kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Ekmeç örneklerinin spesifik hacim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Ekmeçlik buğday ununa TKBU eklenmesi, ekmeç örneklerinin spesifik hacmini eklenen TKBU oranının artışına bağlı olarak azaltmıştır. TKBU'nun gluten içermemesi bununla birlikte bu TKBU partiküllerinin gluten molekülleri arasına girerek gluten ağını kesintiye uğratması nedeniyle, hamurun uzayabilme yeteneğı ve elastikiyeti azalmış (Gül ve ark. 2009) bu da daha düşük hacimli ekmeçler elde edilmesine neden olmuştur. Gluten hamur sisteminde arzu edilen doku ve hacmin elde edilmesi, gaz muhafaza etme ve optimum viskosite oluşumu için gereklidir (Mahmoud ve ark. 2013). Hamurda glutenin olmaması hamurun daha sıvı olmasına, pişmiş ürünün çökmesine, zayıf renge ve çeşitli kalite sorunlarına sebep olur (Torbica ve ark. 2010). Karabuğday ununun ekmeçte eklendiğı farklı çalışmalarda da ekmeç formülasyonunda bu unun artışı ile hacmin genel olarak azaldığı bildirilmiştir (Ran ve Depth 2000; Klava ve Karklina 2002; Fajarczuk ve Zmijewski 2009; Lin ve ark. 2009; Costantini ve ark. 2014).

50 ppm enzim ilavesi kontrol grup dışındaki örneklerin hacminin azalmasına sebep olurken, kontrol grup üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır. 100 ppm enzim ilavesinin ise tüm örneklerde hacmin önemli oranda ($P<0.01$) azalmasına sebep olmuştur. Enzim ilavesi spesifik hacmin kontrol örneğinde ve TKBU ilaveli ekmeklerde azalmasına sebep olmuştur. Basman ve ark. (2003), TG seviyesinin yüksek olmasının ekmek hacminde olumsuz bir etki oluşturduğunu, bu duruma ise aşırı çapraz bağlanma nedeniyle hamurun aşırı güçlenmesinin neden olduğunu belirtmişlerdir. Huang ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; TG ilavesinin ekmek hacmini arttırdığı belirtilmiştir. Optimum seviyenin üzerinde TG varlığı ise spesifik hacim üzerinde zararlı bir etkiye sahiptir (Huang ve ark. 2008). Steffolani ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmada; TG'nin % 5 oranında ilavesinin ekmek hacmini azalttığı belirtilmiştir.

Depolama süresi ekmek hacmini genellikle olumsuz etkilemiştir. Enzimsiz kontrol ekmeklerinin hacmi 45. gün sonunda % 25.9 oranında azalırken, enzimsiz % 10, % 20 ve % 30 karabuğdaylı ekmeklerin hacmi 45. gün sonunda sırasıyla % 17.6, % 18.21 ve % 12.05 oranında azalmıştır. 45 gün depolama sonunda, hacimde belirlenen en az azalma enzimsiz % 30 TKBU ilaveli ekmeklerde olduğu ve bu örneklerin hacimlerinin 30 gün depolamada süresince istatistiki olarak sabit kaldığı belirlenmiştir.

45 günlük depolama sonunda en yüksek ekmek hacmini 50 ppm enzim ilaveli kontrol örnekleri alırken, en düşük hacim değerini % 30 TKBU ve 100 ppm enzim ilaveli örnekler almıştır. Kısmi pişirilerek dondurulmuş ve ekşi maya kullanılarak üretilmiş ekmeklerde ekmeklik buğday unu kullanılıyorsa 50 ppm enzim ilavesi kullanılmasının hacim üzerinde olumlu olacağı belirlenmiştir. Benzer olarak; Kim ve ark. (2008), TG'nin donmuş depolama sırasında buz kristalleri tarafından oluşan hasarın korunmasına ve onarılmasına yardımcı olduğunu ve TG miktarının artması taze ve dondurulmuş ekmekte hacmi azaltıp sertliği arttırdığını sonuçta ise TG ilavesi genel olarak taze ekmek kalitesini bozduğu fakat dondurulmuş ekmek kalitesini iyileştirdiğini, TG'nin sadece dondurulmuş hamurdan elde edilecek ekmek yapımı için yararlı olabileceği belirtilmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak Huang ve

ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; TG ilavesinin ekmek hacmini arttırdığı, dondurulmuş ve 5 hafta depolanmış ekmeklerde ekmek hacminin % 1.5 TG ilavesi ile taze kontrol ekmeklerine yakın bulunduğu belirtilmiştir. Bu farklılığa ekşi maya kullanımının sebep olduğu düşünülmüştür.

Yükseklik değerleri incelendiğinde (Çizelge 2) günler arasında genel olarak en yüksek değeri kontrol örnekleri alırken; en düşük değeri % 30 TKBU ilaveli örnekler almıştır. TKBU ilavesi ile yükseklik değerinde azalma görülmüştür. Yükseklik değeri ile ekmek hacmi arasında pozitif bir korelasyon vardır, aynen ekmek hacim değerlerinde olduğu gibi artan TKBU ilavesi ile birlikte gluten ağlarının seyrelmesi ve gluten gelişiminin yeterli olmaması gibi nedenlerle ekmek örneklerinin yükseklik değerlerinde düşüş belirlenmiştir.

Ekmek örneklerinin tekstür özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Sertlik değerleri deformasyon için gerekli olan gücün tanımlanması için kullanılmaktadır (Gerçekaslan 2006). Sertlik değerleri incelendiğinde 1. gün için ekmeklik buğday ununa TKBU ilavesi sertlik değerini % 10 ve % 20 oranlarında TKBU oranının artmasına bağlı olarak arttırmıştır. % 30 TKBU ilaveli ekmek örneklerinin sertlik değeri ile % 20 TKBU ilaveli ekmek örneklerinin sertlik değeri arasında önemli ($P>0.01$) bir fark bulunmamıştır. Diğer günlerde ekmeklik buğday ununa TKBU eklenmesi sertlik değerini ilave oranının artmasına bağlı olarak arttırmıştır. Bu artışın gluten ağlarının zayıflamasından ve ekmek hacminde meydana gelen azalmadan dolayı olduğu düşünülmüştür.

1, 3 ve 15. günler arasında ortak olarak sertlik değeri en fazla olan örnek, enzimsiz % 30 TKBU ilaveli ekmek örneği iken 30 ve 45. günlerde 100 ppm enzimli % 30 TKBU ilaveli ekmek örnekleridir. 1. gün ekmek analizlerinde un örneklerine 50 ppm enzim ilavesi kontrol grubu ekmekleri ve % 20 karabuğdaylı ekmek örneklerinde sertlik değerini azaltmış, % 10 ve % 30 karabuğdaylı ekmek örneklerinde sertlik değerinde fark göstermemiştir ($P>0.01$). 3. gün ekmek analizlerinde 50 ppm enzim ilavesi tüm örneklerde sertlik değerini azaltmıştır. 30 ve 45. günlerde 100 ppm enzim ilavesi ise tüm örneklerin enzimsiz örneklere göre sertlik değerini

Çizelge 2. Ekmek örneklerinin yükseklik değerleri (mm).

Table 2. Height of the bread samples (mm).

TKBU Oranı (%)	Enzim Oranı (ppm)	1.gün	3. gün	15. gün	30. gün	45. gün
Kontrol						
Kontrol	0	57.69 ^{a(1)}	53.90 ^a	59.48 ^b	59.63 ^b	60.17 ^a
Kontrol	50	62.70 ^a	55.64 ^a	61.39 ^a	62.05 ^a	59.78 ^a
Kontrol	100	58.34 ^a	56.26 ^a	58.71 ^b	57.34 ^c	58.27 ^a
% 10 TKBU						
10	0	49.81 ^{bc}	48.72 ^b	49.93 ^c	49.02 ^d	48.42 ^b
10	50	48.52 ^{bc}	48.49 ^b	47.44 ^d	47.36 ^c	46.27 ^{bc}
10	100	51.23 ^b	50.47 ^b	48.63 ^{cd}	49.52 ^d	48.40 ^b
% 20 TKBU						
20	0	41.89 ^d	43.35 ^c	45.92 ^e	45.43 ^f	44.96 ^{cd}
20	50	43.97 ^{cd}	43.81 ^c	43.78 ^f	44.24 ^{gh}	43.50 ^d
20	100	43.71 ^{cd}	45.09 ^c	45.88 ^e	44.81 ^{fg}	44.27 ^{cd}
% 30 TKBU						
30	0	38.66 ^d	37.75 ^d	43.91 ^f	42.48 ^h	43.31 ^d
30	50	40.94 ^d	39.59 ^d	44.95 ^{ef}	43.76 ^{ghi}	43.32 ^d
30	100	40.85 ^d	38.89 ^d	44.13 ^f	42.88 ^{hi}	43.11 ^d

1: Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 3. Ekmek örneklerinin TPA değerleri.**Table 3.** TPA values of the bread samples.

TPA	Gün	Kontrol Enzimsiz	Kontrol 50 ppm	Kontrol 100 ppm	% 10 TKBU Enzimsiz	% 10 TKBU 50 ppm	% 10 TKBU 100 ppm	% 20 TKBU Enzimsiz	% 20 TKBU 50 ppm	% 20 TKBU 100 ppm	% 30 TKBU Enzimsiz	% 30 TKBU 50 ppm	% 30 TKBU 100 ppm
Sertlik (g)	1	1178.30 _B ^f	715.12 _B ^{(2)g}	933.59 _C ^{fg}	1797.10 _C ^e	1908.40 _B ^e	2071.30 _B ^e	3456.90 _A ^a	2028.30 _C ^e	2611.20 _C ^d	3346.80 _C ^{ab}	3042.50 _B ^{bc}	2805.60 _C ^{cd}
	3	1406.40 _A ^h	1067.60 _A ⁱ	750.18 _D ^j	1993.10 _B ^f	1626.80 _C ^e	1558.90 _C ^{gh}	3117.50 _A ^d	2521.90 _B ^e	2578.40 _C ^e	4995.40 _B ^a	3303.60 _B ^c	4211.90 _B ^b
	15	722.06 _C ⁱ	499.84 _C ^j	503.39 _E ^j	1109.50 _E ^h	1420.50 _E ^g	1142.10 _D ^h	1525.30 _C ^f	1973.20 _C ^e	2431.10 _C ^c	2933.80 _D ^a	2272.00 _D ^d	2738.00 _C ^b
	30	754.22 _C ^h	554.32 _C ⁱ	1267.50 _B ^g	1646.00 _D ^f	1528.70 _D ^f	1646.40 _C ^f	2278.50 _B ^e	2517.60 _B ^d	2886.60 _B ^c	3542.40 _C ^b	2643.00 _C ^d	4290.60 _B ^a
	45	1214.10 _B ^j	1101.10 _A ^j	1991.80 _A ⁱ	2761.00 _A ^h	3462.00 _A ^f	3083.50 _A ^g	3037.30 _A ^g	4020.80 _A ^e	5179.50 _A ^c	5606.40 _A ^b	4667.50 _A ^d	6083.00 _A ^a
Yapışkanlık	1	0.77 _{AB} ^{abc}	0.81 _A ^a	0.78 _{AB} ^{ab}	0.71 _B ^{bcd}	0.73 _A ^{bcde}	0.75 _A ^{abcde}	0.68 _A ^{de}	0.70 _A ^{cde}	0.66 _{AB} ^e	0.56 _C ^f	0.67 _A ^e	0.59 _{AB} ^f
	3	0.76 _{BC} ^{ab}	0.78 _{AB} ^a	0.78 _{AB} ^a	0.67 _B ^c	0.71 _A ^{bc}	0.72 _A ^{bc}	0.60 _{BC} ^d	0.68 _A ^c	0.67 _{AB} ^c	0.48 _D ^e	0.58 _C ^d	0.56 _B ^d
	15	0.80 _A ^{ab}	0.81 _A ^a	0.82 _A ^a	0.76 _A ^{bc}	0.73 _A ^{cd}	0.76 _A ^c	0.71 _A ^d	0.65 _A ^f	0.70 _A ^{de}	0.66 _A ^{ef}	0.66 _{AB} ^{ef}	0.63 _A ^f
	30	0.74 _C ^{a(1)}	0.72 _B ^a	0.65 _C ^b	0.60 _C ^c	0.60 _B ^c	0.57 _C ^{cd}	0.55 _C ^{cd}	0.54 _B ^{de}	0.49 _C ^{ef}	0.47 _D ^f	0.57 _C ^{cd}	0.55 _B ^d
	45	0.78 _{AB} ^a	0.78 _{AB} ^a	0.73 _B ^b	0.72 _B ^{bc}	0.68 _A ^{cd}	0.66 _B ^d	0.66 _{AB} ^d	0.67 _A ^d	0.60 _B ^e	0.61 _B ^e	0.61 _{BC} ^e	0.56 _B ^f
k	1	1163.90 _B ^{efg}	1022.60 _A ^{fg}	952.25 _B ^g	1547.40 _{AB} ^{cd}	1431.50 _{BC} ^{cd}	1286.90 _C ^{def}	2650.00 _A ^a	1693.20 _C ^c	2020.00 _B ^b	2231.10 _B ^b	2217.40 _{AB} ^{bc}	2252.80 _B ^b
	3	1237.50 _A ^{fg}	1058.10 _A ^{gh}	939.34 _B ^h	1524.30 _{AB} ^e	1323.60 _C ^{ef}	1257.60 _C ^{fg}	2065.70 _B ^{bc}	1815.00 _{BC} ^d	1834.30 _B ^d	2369.00 _A ^a	1951.30 _{CD} ^{cd}	2254.30 _{AB} ^{ab}
	15	770.92 _E ^f	568.90 _C ^f	772.19 _C ^f	1136.40 _C ^e	1400.50 _{BC} ^{cd}	1116.20 _D ^e	1288.50 _{DE} ^{de}	1917.30 _{BC} ^b	1620.30 _C ^c	2022.60 _{AB} ^{ab}	2028.60 _{AB} ^{ab}	2197.60 _B ^a
	30	1075.90 _C ^h	761.73 _{BC} ⁱ	1297.40 _A ^g	1736.10 _A ^f	1917.90 _{DE} ^{de}	1749.10 _A ^{ef}	1961.60 _C ^d	2677.90 _A ^a	2160.00 _A ^c	2439.50 _B ^b	2529.50 _{AB} ^{ab}	2633.40 _A ^a
	45	884.49 _D ^f	888.59 _{AB} ^f	1167.10 _A ^e	1341.60 _{BC} ^{de}	1543.70 _{BC} ^{cd}	1549.50 _{BC} ^{cd}	1530.90 _D ^{cd}	2035.30 _B ^b	1772.20 _{BC} ^c	2108.40 _B ^b	2134.70 _B ^b	2614.30 _A ^a
Elastikiyet	1	0.98 _A ^{ab}	0.98 _A ^{ab}	1.00 _A ^a	0.96 _A ^{abc}	0.94 _A ^{bcd}	0.93 _A ^{bcd}	0.92 _A ^{cde}	0.94 _A ^{bcd}	0.94 _A ^{bcd}	0.88 _A ^e	0.92 _A ^{cde}	0.90 _{AB} ^{de}
	3	0.97 _A ^{ab}	1.00 _A ^a	0.95 _{AB} ^{abc}	0.91 _{AB} ^{cd}	0.93 _A ^{bc}	0.94 _A ^{bc}	0.90 _{AB} ^{cd}	0.87 _B ^d	0.86 _A ^d	0.90 _A ^{cd}	0.90 _A ^{cd}	0.91 _A ^{cd}
	15	0.92 _A ^c	0.97 _A ^b	1.01 _A ^a	0.94 _{AB} ^{bc}	0.92 _{AB} ^c	0.93 _A ^{bc}	0.84 _C ^e	0.88 _{AB} ^{de}	0.90 _A ^{cd}	0.90 _A ^{cd}	0.87 _A ^{de}	0.86 _{AB} ^e
	30	0.92 _A ^{abc}	0.98 _A ^a	0.96 _{AB} ^{ab}	0.90 _B ^{bcd}	0.89 _{AB} ^{bcd}	0.89 _{AB} ^{bcd}	0.85 _C ^{cd}	0.87 _B ^{cd}	0.89 _A ^{bcd}	0.85 _A ^{cd}	0.89 _A ^{bcd}	0.83 _D ^d
	45	0.94 _A ^b	1.00 _A ^a	0.93 _B ^{bc}	0.91 _{AB} ^{bcd}	0.88 _B ^{de}	0.88 _B ^{cde}	0.88 _{BC} ^{cde}	0.88 _{AB} ^{de}	0.88 _A ^{de}	0.87 _A ^{de}	0.86 _A ^e	0.86 _{AB} ^e
Esnelik	1	0.42 _{AB} ^{abc}	0.47 _A ^a	0.45 _{AB} ^{ab}	0.37 _{AB} ^{abcd}	0.39 _A ^{abcde}	0.41 _A ^{abc}	0.31 _A ^{ef}	0.35 _A ^{cde}	0.32 _A ^{def}	0.24 _B ^f	0.32 _A ^{ef}	0.34 _B ^{de}
	3	0.40 _{AB} ^b	0.48 _A ^a	0.42 _{AB} ^b	0.33 _C ^c	0.33 _{BC} ^c	0.35 _B ^c	0.22 _C ^e	0.28 _B ^d	0.28 _B ^d	0.18 _B ^f	0.23 _B ^e	0.24 _D ^e
	15	0.43 _A ^b	0.45 _{AB} ^{ab}	0.47 _A ^a	0.39 _A ^c	0.35 _{AB} ^d	0.38 _{AB} ^c	0.26 _B ^{fg}	0.29 _B ^{ef}	0.31 _{AB} ^e	0.23 _C ^g	0.26 _B ^{fg}	0.28 _C ^{ef}
	30	0.36 _C ^b	0.35 _{BC} ^{bc}	0.32 _B ^c	0.24 _C ^{de}	0.25 _D ^d	0.21 _D ^{ef}	0.22 _C ^{def}	0.21 _C ^{ef}	0.18 _D ^f	0.34 _A ^{bc}	0.22 _B ^{de}	0.47 _A ^a
	45	0.39 _{BC} ^a	0.35 _B ^{ab}	0.34 _B ^b	0.35 _{AB} ^{ab}	0.30 _C ^c	0.29 _C ^{cd}	0.27 _B ^{cde}	0.25 _{BC} ^{def}	0.24 _C ^{ef}	0.24 _B ^{ef}	0.25 _B ^{def}	0.23 _D ^f

¹ Çizelgede aynı sütunda küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve küçük harfler aynı gün yapılan ekmekler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

² Çizelgede aynı satırda büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir ve büyük harfler günler arasındaki istatistiksel farklılıkları belirtmektedir.

arttırdığı saptanmıştır. Depolama süresine bağlı olarak sertlik değeri sabit bir artış yada azalış göstermemesine rağmen, genel olarak en yüksek sertlik değerinin 45 günlük depolama sonundaki ekmek örneklerinde olduğu gözlenmiştir. Steffolani ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmada; TG'nin % 5 oranında ilavesinin ekmek hacmini azalttığı buna bağlı olarak da ekmek içi sertlik ve çignene bilirligi arttırdığı belirtilmiştir.

Örneklerin 1, 3 ve 15. gün kohezif yapışkanlık değerleri incelendiğinde en yüksek değeri kontrol grubu örneklerinin aldığı görülürken, % 10, % 20 ve % 30 TKBU ilavesi kohezif yapışkanlık değerini sırasıyla % 7.8, % 11.7 ve % 27.2 oranlarında azalttığı görülmüştür. Kohezif yapışkanlık değerleri ekmek içi bağların kuvveti hakkında fikir veren bir değerdir. TKBU ilavesi ile glutenin azalmasına paralel olarak kohezif yapışkanlık değerlerinin azalması beklenen bir durumdur. Enzim ilavesinin, kontrol grubu ve % 10 TKBU ilaveli örneklerde önemli bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır. 45. gün ekmek örneklerinde 100 ppm enzim ilavesi, enzimsiz ekmeklere göre kohezif yapışkanlık değerini önemli ölçüde azaltırken 50 ppm enzim ilaveli örnekler ile enzimsiz örnekler arasında önemli bir fark (P>0.01) saptanmamıştır.

Çignenebilirlik fiziksel anlamda katı bir gıda maddesini yutmaya hazır hale getirmek için gerekli enerji, duyuşal anlamda ise saniyede bir çigneme olacak şekilde gıdanın çignenebilmesi için gerekli çigneme sayısı ve gıdanın kıvamını

çignemeye uygun hale getirebilmek için uygulanan sabit orandaki kuvvettir (Szczesniak 1998; Certel ve ark. 2009). 1. gün en yüksek çignenebilirlik değerini enzimsiz % 20 TKBU ilaveli örnekler, en düşük değeri de kontrol grubu örnekleri almıştır. Ekmeklik buğday unundan yapılmış ekmekler ile % 10 ve % 30 TKBU ilaveli ekmeklere, enzim ilavesi ve miktarının artışı (kendi grupları içinde) çignenebilirlik değerini değiştirmemiştir. 3. gün en yüksek çignenebilirlik değerini enzimsiz % 30 TKBU ilaveli örnekler alırken 15, 30 ve 45. günlerde en yüksek değeri 100 ppm enzim ilaveli % 30 TKBU içeren örnekler almıştır. TKBU ve TG ilavesiyle sertlik artışına paralel olarak çignenebilirlik zorlaşmıştır.

Ekmek örneklerinin 1. gün elastikiyet değeri incelendiğinde en yüksek değeri enzimsiz ve 50 ile 100 ppm enzim ilaveli kontrol grubu örnekleri ve enzimsiz % 10 TKBU ilaveli örnekler almıştır. En düşük değeri ise % 30 TKBU ilaveli örnekler almıştır. Kontrol grubuna TKBU'nun % 10 ilavesi elastikiyet değerini değiştirmezken, % 20 ve % 30 oranlarında bu değeri sırası ile % 6.12 ve % 10.20 oranlarında azaltmıştır. Enzim etkisinin 1. gün ekmeklerinin elastikiyeti üzerinde etkisi görülmemiştir. 3, 30 ve 45. gün ekmeklerinde en yüksek değeri 50 ppm enzim ilaveli kontrol grubu ekmek örnekleri alırken, diğer ekmek örnekleri arasında önemli bir fark görülmemiştir. 15. gün ekmeklerinde en yüksek değeri 100 ppm enzim ilaveli kontrol grubu örnekleri alırken, diğer ekmek örnekleri arasında önemli bir fark görülmemiştir (P>0.01). Depolama boyunca

ekmek örneklerinin elastikiyet değerleri genel olarak istatistikî bir değişim göstermemiştir. Benzer olarak; Certel ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada da elastikiyet değerinin depolama süresine bağlı olarak değişmediği bildirilmiştir.

1. gün esneklik değerleri incelendiğinde ekmeklik buğday ununa % 10 oranında TKBU eklenmesi önemli bir fark yaratmazken, % 20 ve % 30 TKBU ilaveli örneklerde esneklik değeri önemli oranda ($p<0.01$) azalmıştır. Enzim ilavesinin ve miktarının örneklerin esneklik değerinde fark yaratmadığı saptanmıştır. 3. gün değerleri incelendiğinde TKBU oranının artışına paralel oranda esneklik değeri azalırken 50 ppm enzim ilavesi sadece % 10 TKBU ilaveli örneklerde değişim yapmamıştır. Diğer ekmek örneklerinin esneklik değerini önemli ($p<0.01$) ölçüde arttırmıştır. Dondurulmuş depolama boyunca esneklik değerinin depolama süresine bağlı olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Bu sonucun ekmek için ufulanabilir yapısının artmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

4. Sonuç

Ekmeklerin hacimleri genel olarak TKBU oranının artmasına paralel olarak azalmıştır. Ekşi mayalı taze ekmek üretiminde TG kullanımı hacim üzerinde olumlu bir etki göstermemiştir. Ekmeklerin sertlik değerleri tüm günler için TKBU oranının artmasına paralel olarak artmıştır. Depolama süresine bağlı olarak sertlik değeri sabit bir değişim göstermemesine rağmen, genel olarak en yüksek sertlik değerinin 45 günlük depolama sonundaki ekmek örneklerinde olduğu gözlemlenmiştir.

Ekmek doku özelliklerinin belirlenmesinde TKBU ilavesi genel olarak ekmeklerin elastikiyetini, kohezif yapışkanlığını azalttığı; çiğnenabilirlik değerini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Kısmi pişirilerek dondurulmuş ekşi mayalı ekmek üretiminde ekmeklik buğday ununa 50 ppm TG ilavesi ile üretilen örneklerin diğer örneklere göre daha kabul edilebilir nitelikte olacağı sonucuna varılmıştır. Ekşi mayalı taze ekmek üretiminde optimum TG miktarının belirlenmesi için 50 ppm'den daha düşük oranlarda denenmesi ve ekmek üzerinde etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 3568-YL2-13).

Kaynaklar

- AACC (2001) International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A.
- Asghar A, Traig MW, Anjum FM, Hussain S (2005) Effect of corboxy methyl cellulose and gum arabic on the stability of frozen dough for bakery products. Turkish Journal of Biology 29: 237-241.
- Barcenas ME, Rosell CM (2004) Different approaches for improving the quality and extending the shelf-life of partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. Journal Food Engineering 72: 92-99.
- Basman A, Köksel H, Ng PKW (2003) "Utilization of transglutaminase to increase the level of barley and soy flour incorporation in wheat flour breads," Journal of Food Science 68:2453-2460.
- Bojnanska T, Urminska D (2010) Influence of Natural Additives On Protein Complex of Bread. Potravinarstvo Rocnik 4: 1-5.
- Cemeroğlu B (2004) Meyve ve Sebze İşletme Teknolojisi. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Ankara.

- Certel M, Erem F, Konak Üİ, Karakaş B (2009) Dondurulmuş hamur ile kısmi olarak pişirilip dondurulmuş hamurlardan üretilen beyaz ekmeklerin fiziksel tekstürel ve duyuval özellikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22: 9-12.
- Costantini L, Lucsic L, Molinari R, Kreft I, Bonofaccia G, Manzi L, Merendino N (2014) Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. Food Chemistry 165: 232-240.
- Dizlek H, Özer MS, İnaç E, Gül H (2009) Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum moench*) bileşimi ve gıda sanayinde kullanım olanakları. Gıda dergisi 34(5): 317-324.
- Dizlek H (2010) Süne zararına uğramış ekmeklik buğdayların bazı niteliklerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Elgün A, Ertugay Z (2002) Tahıl İşleme Teknolojisi. 4. Baki, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum.
- Faergemand M, Otte J, Qvist KB (1998) Emulsifying properties of milk proteins cross-linked with microbial transglutaminase. International Dairy Journal 8: 71-723.
- Fujarczuk M, Zmijewski M (2009) Wheat Bread Quality Depending on the Addition of Bran Derived from Various Buckwheat Varieties. Erişim Tarihi: 15.10.2013. <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=PL2010000636>.
- Gerçekaslan K (2006) Trabzon vakfikebir ekmeğinin bayatlamasının çeşitli yöntemlerle takibi ve francala ekmeği ile mukayesesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gerrard JA, Fayle SE, Wilson AJ, Newberry MP, Ross M, Kavale S (1998) Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. Journal of Food Science 63: 472-475.
- Gerrard JA, Fayle SE, Brown PA, Sutton KH, Simmons L, Rasiah I (2001) Effects of microbial transglutaminase on the wheat proteins of bread and croissant dough. Journal of Food Science 66: 782-786.
- Gül H, Özçelik S, Sağdıç O, Certel M (2005) Sourdough bread production with lactobacilli and *S. cerevisiae* isolated from sourdoughs. Process Biochemistry 40: 691-697.
- Gül H, Özer MS, Dizlek H (2009) Improvement of the wheat and corn bran bread quality by using glucose oxidase and hexose oxidase. Journal of Food Quality 32: 209-223.
- Gül M, Birer E (2017) Socio-economic structure of buckwheat farms in Turkey. Columella 4: (1), 223-228.
- Hayıt F, Gül H (2015) Karabuğdayın sağlık açısından önemi ve unlu mamüllerde kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 29: 123-131.
- Huang WN, Yuan YL, Kim YS, Chung OK (2008) Effects of transglutaminase on rheology, microstructure, and baking properties of frozen dough. Cereal Chemistry Journal 85: 301-306.
- Karatekin E (2008) Süne zararına uğramış buğday ununun katkı maddeleri kullanılarak ekmeklik kalitesinin iyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Katina K, Heiniö RL, Autio K, Poutanen K (2006) Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. LWT – Food Science and Technology 39: 1189-1202.
- Kesen N (2005) AB Ülkelerinde Ekmek Sektörü ve Dondurulmuş Ekmek Uygulamaları. www.izto.org.tr/NR/rdonlyres/271E2928-83D9-49BD-AB01-4D1CF9767A75/6286/EKMEK.pdf. Erişim Tarihi: 18.04.2013.
- Klava D, Karklina D (2002) Changes of Bread Volume Substituting Wheat Flour by Oat or Buckwheat Flour. Erişim Tarihi: 15.10.2013. <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=LV2002000225>.

- Kim YS, Huang W, Du G, Pan Z, Chung O (2008) Effects of trehalose, transglutaminase, and gum on rheological, fermentation, and baking properties of frozen dough. *Food Research International* 41: 903-908.
- Lin L, Liu H, Yu Ya, Lin S, Mau J (2009) Quality and Antioxidant Property of Buckwheat Enhanced Wheat Bread. *Food Chemistry* 112: 987-991.
- Mahmoud RM, Yousif EI, Cadallah MGE, Alawneh AR (2013) Formulations and Quality Characterization of Gluten-Free Egyptian Balady Flat Bread. *Annals of Agricultural Sciences* 58: 19-25.
- Mandala I, Polaki A, Yanniotis S (2009) Influence of frozen storage on bread enriched with different ingredients. *Journal of Food Engineering* 92: 137-145.
- Moroni AV, Bello FD, Arendt EK (2009) Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue?. *Food Microbiology* 26: 676-684.
- Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland D (2008) Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality. *Journal of Food Engineering* 84: 48-56.
- Ran B, Dept K (2000) Study on bread-marking quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *Food Science and Biotechnology* 200-701.
- Renzetti S, Bello FD, Arendt EK (2008) Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science* 48: 33-45.
- Rühmkorf C, Jungkunz S, Wagner M, Vagel RF (2012) Optimization of homo exopolysaccharide formation by lactobacilli in gluten-free sour doughs. *Food Microbiology* 32: 286-294.
- Sedej Q, Sakac M, Mandic A, Misan A, Pestic M, Simurina O, Brunet C (2011) Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour. *LWT – Food Science and Technology* 44: 694-699.
- Steffolani EM, Ribotta DP, Perez GT, Leon EA (2010) Effect of glucose oxidase, transglutaminase, and pentosanase on wheat proteins, relationship with dough properties and bread-making quality. *Journal of Cereal Science* 51: 366-373.
- Szczesniak AS (1998) Sensory texture profiling historical and scientific perspectives. *Food Technology* 52: 54-57.
- Torbica A, Hadnadev M, Dapcevic T (2010) Rheological, Textural and Sensory Properties of Gluten-Free Bread Formulations Based on Rice and Buckwheat Flour. *Food Hydrocolloids* 24, 626-632.
- Uran H, Aksu F, Varlık C (2011) Transglutaminaz enziminin tavuk köftesinin kalite özelliklerine etkisi. *Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara*, s. 90-91.
- Vulicevic I, Abdel-Aal E, Mittal G, Lu X (2003) Quality and storage life of par-baked frozen breads. *LWT – Food Science and Technology* 37: 205-213.

Peyzaj kalite hedeflerinin yerel ölçekte belirlenmesi: Antalya Aksu örneği

Determination of landscape quality objectives at local level: the case of Antalya Aksu

Arzu ALTUNTAŞ, Veli ORTAÇEŞME

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

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): A. Altuntaş, e-posta (*e-mail*): arzualtuntas@yahoo.com.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 10 Şubat 2017
Düzeltilme tarihi 04 Nisan 2017
Kabul tarihi 04 Nisan 2017

Anahtar Kelimeler:

Peyzaj kalite hedefleri
Peyzaj karakter analizi
Aksu
Antalya

ÖZ

Ülkemizde 2004 yılında yürürlüğe giren Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin taraf ülkelere ilişkin yükümlülüklerinden biri de yerel, bölgesel ve ulusal ölçekte peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesidir. Bu çalışmada, Antalya'nın merkez ilçelerinden biri olan Aksu örneğinde peyzaj kalite hedeflerinin yerel ölçekte belirlenmesi amaçlanmıştır. Öncelikle doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik yapının analiz edildiği çalışmada 1987, 2003 ve 2015 yıllarına ait uydu görüntüleri yardımıyla Aksu Bölgesinin mevcut alan kullanımları ile yıllar içindeki değişimler ortaya koyulmuştur. Bölge peyzajlarının sınıflandırılması için peyzaj karakter analizinin gerçekleştirildiği çalışmada DPSIR (İtici güç-baskı-durum-etki-tepki) analizi ile itici güçlerin Aksu peyzajları üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Peyzaj kalite hedeflerinin tespitinde ise yerel halk ve uzman görüşleri ile beklentileri alınmıştır. Çalışma sonuçları özellikle Aksu'nun kıyı kesimlerinde önemli değişimlerin yaşandığını, kentsel dokuda büyük bir artış olurken tarım alanlarının azaldığını göstermiştir. Peyzaj karakter analizi sonucunda Aksu ilçesinde 3 adet peyzaj karakter alanı ve 20 adet peyzaj karakter tipi belirlenmiştir. DPSIR analizi bölge peyzajları açısından tarım, çarpık kentleşme ve nüfus artışı, turizm ve ulaşım/altyapı itici faktörlerinin varlığını ortaya koymuştur. Toplam sekiz ayrı sektör/unsur için peyzaj kalite hedefleri tanımlanmıştır. Aksu için ön plana çıkan sektörlerden tarım sektörü için tanımlanan kalite hedefleri arasında, Aksu'nun tarımsal niteliğinin korunması, sera atıklarının düzenli toplanması ve dönüştürülmesi gibi hedefler yer alırken; ulaşım sektörü için belirlenen hedefler arasında, alandan geçen ana karayollarından kaynaklanan gürültü kirliliği ve diğer kirliliklerin önlenmesine yönelik hedefler yer almaktadır.

ARTICLE INFO

Received 10 February 2017
Received in revised form 04 April 2017
Accepted 04 April 2017

Keywords:

Landscape quality objectives
Landscape character analysis
Aksu
Antalya

ABSTRACT

One of the obligations of the European Landscape Convention is the determination of landscape quality objectives (LQO) of country landscapes at local, regional and national levels. In this study, it was aimed to determine the LQO at local scale in Aksu, Antalya. Firstly, in the study where the natural, cultural and socio-economic structure was analyzed, with the help of the satellite images, the changes in the existing land use of Aksu district over the years have been revealed. In the study of landscape character analysis for classification of regional landscapes, the effects of driving forces on Aksu landscapes were determined by DPSIR analysis. For the determination of LQO, local people and expert opinions and expectations were taken. The results of the study showed that there was a large increase in urban areas while agricultural areas decreased in Aksu. As a result of landscape character analysis, 3 landscape character areas and 20 landscape character types were identified in Aksu. The DPSIR analysis has revealed that the existence of agriculture, unplanned urbanization and population growth, tourism and transportation/infrastructure driving forces for regional landscapes. In the scope of the data gained from the study, the LQO for Aksu were identified on eight sector/component basis. Among the objectives identified for the agriculture sector are the conservation of agricultural character of Aksu and the proper collection and recycling of agricultural wastes and for the transportation sector are the prevention of noise pollution and other types of pollutions originating from the main highways crossing the district.

1. Giriş

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ne göre peyzaj "özellikleri, insan ve/veya doğal faktörlerin etkileşimi ve eylemi sonucunda insanlar tarafından algılandığı şekliyle oluşan bir alan"dır

(Council of Europe 2000; Resmi Gazete 2003). Peyzaj, iklim, rölyef, toprak çeşidi, su kaynaklarının elverişliliği gibi bir alana ait doğal özellikler ile aynı mekânda uygulanan tarım,

ormancılık, kırsal politikalar, kültürel etkiler, ekonomik baskılar gibi insan kaynaklı müdahalelerin bileşkesi ile oluşmaktadır (Atalay 2008). Birçok Avrupa ülkesinde yönetimler tarafından sadece, tarihi, doğal ve daha genel olarak estetik bakımdan istisnai özelliklere sahip alanlar “peyzaj” olarak değerlendirilmiş ve bunların özgün bir hukuki korumayı hak ettiği düşünülmüştür (Kaboğlu 2003). Buradaki amaç, yalnızca güzel olan peyzajları değil tüm peyzajları korumaktır. Bu bağlamda Avrupa Konseyi tarafından oluşturulan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin bu bağlamda özel bir önemi vardır.

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nde, peyzaj politikalarını yürürlüğe koymak için taraf ülkelerin; peyzajın korunması, yönetilmesi ve planlanması amacı paralelinde çaba sarf etmesi gereği vurgulanmıştır (Ortaçşeme ve Sayan 2002). Sözleşmeyi onaylayan ülkeler, sözleşmede geçen genel ve özel önlemleri uygulamaya koymayı ve öneriler doğrultusunda hareket etmeyi taahhüt etmiş sayılmaktadır. Türkiye'nin de Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ni imzalamış olması, peyzajlarla ilgili tüm yükümlülükleri kabul ederek yerine getirmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Bu yükümlülükler arasında peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesi de bulunmaktadır.

Kalite, Latince kökenli bir kelime olup, bir şeyin nasıl olduğu anlamına gelen “qualitas” sözcüğünden türemiştir. Anlam olarak ise kalite kavramı kullanım amacına göre farklılıklar göstermektedir (Paşaoğlu 2011). Türk Dil Kurumu (2016) sözlüğüne göre ise kalite “nitelik” anlamına gelmektedir. Peyzaj kalitesi, ekolojik/çevresel, sosyo-kültürel ve psikolojik faktörlerin de içerisinde olduğu geniş bir yelpazede tanımlanmaktadır (The James Hutton Institute 2014). Peyzaj kalitesi, çevresel, sosyal ya da ekonomik işlevler ve değerler ile doğrudan ilişkilidir (Wascher 2004). Uzun ve ark. (2008)'na göre peyzaj kalitesi; bir peyzajın yapısal, ekolojik, estetik ve fonksiyonel açıdan değerlendirilmesi anlamına gelmektedir.

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ne göre peyzaj kalite hedefi, belli bir peyzaj için yetkili kamu makamları tarafından, kamunun peyzaja ilişkin isteklerinin ve beklentilerinin karşılanmasıdır (Council of Europe 2000). Diğer bir ifadeyle peyzaj kalite hedefleri, tanımlanmış ve değerlendirilmiş, “belirli bir peyzaj için, yöre insanının yaşadığı çevrede görmek istediği, onaylanmış/tanınmış özelliklerin tamamını kapsamaktadır.” Peyzaj kalite hedeflerinin ne olduğuna dair sorulacak soruya verilecek yanıt hem çok basit hem de çok karmaşıktır: “Biz nasıl bir peyzaj istiyoruz?”. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin temel ayaklarından biri olan peyzaj kalitesi hedefleri, nüfusun yaşam kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip, daha iyi peyzajların olduğu bir ülke yolunda ilerlemek amacıyla kurumlar ve toplum için mekânsal ve sektörel politikaların yapılmasında anahtar bir referans noktası durumundadır. Bu nedenle peyzaj kalite hedefleri stratejik bir konuma sahiptir ve genel olarak toplumda yer alan tüm kesimlerde büyük bir peyzaj duyarlılığı gerektiren, peyzaj planlama ve yönetiminde yeni bir araç olarak kabul edilmektedir (Observatori del Paisatge 2011).

Peyzaj kalite hedefleri konusunda birtakım araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalarda örnek alanların doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik yapılarının araştırılmasının yanı sıra yerel halkın ve uzmanların görüşlerine de başvurulmaktadır (Lothian 2000; Chmielewski ve Sowińska 2008; Tománková 2009; Ramos 2010; Baylan 2012; Karadeniz ve ark. 2013; Uzun ve ark. 2015; Sowińska-Świerkosz ve Chmielewski 2016). Peyzaj

kalite hedeflerinin belirlenmesinde giderek yaygınlaşan yöntemlerden biri de geleceğe yönelik senaryolar oluşturmaktır (Ramos 2010; Özhanç ve Yılmaz 2011; Santruckova ve ark. 2013).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye peyzajlarında da hızlı bir değişim ve dönüşüm süreci yaşanmaktadır. Ülkemiz peyzajlarındaki bu değişim ve dönüşüm süreçlerinin nedenlerinin daha iyi anlaşılması ve halkın da beklentileri doğrultusunda geleceğe yönelik peyzaj kalite hedeflerinin tanımlanması, sahip olduğumuz peyzajların gelecek nesillere daha sağlıklı bir şekilde aktarılmasını sağlayacaktır. Özellikle Antalya gibi, ülkemizde nüfusun hızlı bir şekilde artış gösterdiği ve ayrıca turizm sektöründeki hızlı gelişmesi sonucunda doğal kaynaklar üzerindeki baskıların arttığı yörelerde planlama ve uygulamaya yönelik kararların alınmasında peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesi daha da önemli olmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, peyzaj değişim analizi, peyzaj karakter analizi, DPSIR analizi ile halkın ve peyzaj konularıyla ilgili uzmanların görüşleri çerçevesinde, ulusal, yerel, bölgesel vb. farklı ölçeklerde belirlenmesi gereken peyzaj kalite hedeflerinin Aksu ilçesi örneğinde yerel ölçekte ortaya konulmasıdır. Aksu ilçesi, hem kırsal hem de kentsel karaktere sahip olması, kentsel gelişmelerin henüz başlangıç aşamasında olması, Kurşunlu Şelalesi gibi olağanüstü doğal peyzaj unsurlarına sahip olması, Perge Antik Kenti gibi kültürel/tarihsel peyzajlara sahip olması, EXPO 2016 Fuar Alanı'nın bu ilçede yer alması, alanı boydan boya geçen ve Akdeniz'e dökülen Aksu Nehri'nin varlığı, tarım ve turizm gibi farklı sektörlerin bölgede bulunması nedeniyle çalışma alanı olarak seçilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak seçilen Aksu ilçesi (Şekil 1) Antalya ilinin merkez ilçelerinden birisidir. Batısında Muratpaşa, Kepez ve Döşemealtı ilçeleri, doğusunda Serik ilçesi bulunmaktadır. Kuzeyden Burdur ili ile sınırı bulunan ilçenin güneyinde ise Akdeniz yer almaktadır.

İlçenin yüzölçümü 45 648,7 ha'dır. Yerleşim birimleri ilçede genellikle dağmık olarak görülmektedir. Kıyıda ise turizm tesisleri bulunmaktadır. TÜİK (2015) verilerine göre ilçe nüfusu 68 496 kişidir.

Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için çeşitli yardımcı materyallerden yararlanılmıştır. Alanın geçmişteki ve günümüzdeki arazi kullanımlarının belirlenmesi amacıyla 1987 ve 2003 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu görüntüleri ile 2015 yılına ait Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmıştır. İlçenin imar durumunun analizi için Aksu Belediyesi ve Antalya Büyükşehir Belediyesi'nden 2013 yılına ait imar paftaları elde edilmiştir. Alanın toprak yapısı ve özelliklerine ilişkin bilgiler Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nce 1993 yılında hazırlanan 1/100 000 ölçekli toprak haritalarından sağlanmıştır. Jeolojik yapıyla ilgili veriler, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) tarafından 1997 yılında hazırlanan 1/100 000 ölçekli jeolojik haritasından elde edilmiştir. Araştırma alanındaki yeryüzü şekillerinin analizi için Harita Genel Komutanlığı tarafından 1995 yılında hazırlanan 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar



Şekil 1. Araştırma alanı.

Figure 1. Study area.

kullanılmıştır. İklim verileri Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan verilerden oluşturulmuştur. Bitki örtüsü ve yaban hayatı ile ilgili bilgiler için çalışma alanı içerisinde yapılmış araştırmalardan ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Antalya Orman Bölge Müdürlüğünden alınan amenajman planlarından yararlanılmıştır. Nüfus ve sosyo-ekonomik yapıya ilişkin veriler için, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Antalya Tarım Master Planı ve Antalya İl Çevre Durum Raporu gibi çalışmalardan faydalanılmıştır. Peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesinde, yerel halkla ve uzmanlarla yapılan görüşmelerin sonuçları da materyal olarak kullanılmıştır.

Bunların dışında uzmanlarla ve alanla ilgili bilgilere sahip kişilerle sözlü görüşme sonuçları, fotoğraf ve diğer görsel materyaller ile yazılı kaynaklardan materyal olarak yararlanılmıştır.

2. 2. Yöntem

Araştırma beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik yapıya ilişkin envanter, konuyla ilgili literatür taramaları yapılmıştır. Alana ilişkin uydu görüntüleri, haritalar, imar paftaları, planlar ve konuyla ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan raporlar

incelenmiştir. Alanın daha iyi tanımlanabilmesi için arazi gözlemlerine de ağırlık verilmiştir. Sosyo ekonomik ve kültürel yapıya ilişkin veriler araştırılmış, ilçedeki resmi kurum ve kuruluşlardan çeşitli bilgiler elde edilmiştir.

İkinci aşamada, ArcGIS 9.3 yazılımı kullanılarak tematik haritalar (eğim, bakı, toprak, topoğrafya, jeoloji, hidroloji haritaları) üretilmiştir. Ayrıca 1987, 2003 ve 2015 yıllarına ait 30 m yersel çözünürlüklü Landsat uydu görüntüleri elde edilmiştir. Bu görüntülerin işlenmesinde ArcGIS 9.3 yazılımı kullanılmış ve görüntüler, kontrol noktaları alınarak WGS 84 datum, UTM 36 N projeksiyon sistemine göre koordinatlandırılarak rektifiye edilmiştir. Rektifiye edilen görüntüler üzerinden, Avrupa Birliği CORINE Arazi Sınıflandırma Sistemi 2. ve 3. düzey temel alınarak mevcut arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK) belirlenmiş ve yerinde kontrolleri yapılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamına aktarılmıştır. Burada kontrollü sınıflandırma yaparken Erdas 9.3 yazılımı yardımıyla alanın kaç sınıfa ayrıldığı belirlenmiş, sınıflara ait örnek pikseller üzerinden istatistiksel yorumlamalar yapılmış ve arazi gözlemlerinde alınan koordinatlarla da sınıfların doğrulaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, oluşturulan 1987, 2003 ve 2015 yıllarına ait arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK) haritaları Aksu ilçesinin yıllar içindeki değişim miktarlarının belirlenmesi amacıyla yine ArcGIS 9.3

yazılımında çakıştırılarak 1987-2003 ve 2003-2015 yıllarına ait değişim haritaları elde edilmiştir. Son olarak ise üç yıla ait haritaların tamamı çakıştırılarak 1987-2015 yılları arasında ilçede meydana gelen değişim belirlenmiştir. Değişim analizi yardımıyla bundan sonra ilçede oluşabilecek yeni değişimlere yönelik öngörülerde bulunularak kalite hedefleri tanımlanmıştır.

Çalışma alanının niteliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için Peyzaj Karakter Analizi de ikinci aşamada yapılan bir diğer çalışmadır. Bunun için Swanwick (2002), Wascher (2005), Atik ve Ortaçesme (2010), Işıklı (2010) ile Şahin ve ark. (2014)'nın çalışmalarından yararlanılmıştır. Bu araştırma için tüm faktörler incelenmiştir. Aksu'nun jeolojik yapısı ve toprak grupları incelendiğinde, her iki verinin de birbirine çok benzediği ortaya çıkmıştır. Toprak grupları, üzerinde oluştukları kayalık formasyonları ile çok büyük oranda örtüşmektedir. Bundan dolayı da Peyzaj Karakter Analizi çalışmasında jeolojik veriler kullanılmamış; topoğrafik yapı, büyük toprak grupları ve arazi örtüsü/arazi kullanımı (AÖ/AK) faktörleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu temel altlık verileri, alansal ve sayısal olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla çakıştırılmış; çakıştırma sonucunda çıkan değerler R Software istatistik programında değerlendirilerek peyzaj karakter birimleri ve bu birimlere ait dendogramlar elde edilmiştir. Dendogramların yorumlanmasının ardından elde edilen veriler ArcGIS 9.3 yazılımında işlenerek peyzaj karakter alan ve tipleri ön sınıflandırması yapılmıştır.

Yine bu aşamada DPSIR analizi uygulanmıştır. DPSIR analizinde Aksu ilçesi için itici güçler belirlenmiş, bunların ilçede oluşturduğu baskılar ve bu baskılardan dolayı oluşan durum ortaya konulmuştur. Burada etki ve tepki adımları birleştirilmiştir. Analizin yapılması sırasında, çalışmanın bundan önceki adımlarından elde edilen veriler, peyzaj değişimi analizinde ortaya çıkan değişim durumları, peyzaj karakter analizi sonucunda ortaya çıkan sınıflama sonuçları ile yöre halkı ve uzmanlarla yapılan sözlü görüşme sonuçları kullanılmış; ayrıca arazi gözlemlerinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesinde ve Aksu ilçesi için verilen genel önerilerde kullanılmıştır.

Üçüncü aşamada Baylan (2012) ile Karadeniz ve ark. (2013)'nin çalışmalarında olduğu gibi yerel halkın mekânsal kimlik ve mekânsal bağlılıklarını sorgulamak amacıyla bir anket uygulanmıştır. Bu anketin amacı yerel halkın mekânsal aidiyet durumlarının sorgulanması ve sonraki aşamada yapılacak olan Aksu peyzajlarına ilişkin anket çalışmasının güvenilirliğinin artırılmasıdır. Anket sayısı Anderson (1990) tarafından ortaya atılan formüle göre % 95 güven aralığında (Balci 2011) 400 olarak belirlenmiştir. Denekler, çoğunlukla Aksu ya da Antalya doğumlu kişiler arasından tesadüfi olarak seçilmiş, anketler yüz yüze görüşme esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçlarının istatistiksel analizinde SPSS 15.0, Minitab 13.0 ve Microsoft Office Excel 2007 yazılımları kullanılmıştır. İstatistiksel analizde tekli ve çoklu frekans dağılımları belirlenmiş; Ki Kare Testi yapılarak parametreler arasındaki ilişkiler sorgulanmış; varyans ve korelasyon analizleri ile veriler değerlendirilmiştir.

Dördüncü aşamada, yerel halka ve uzman gruplarına, çalışma alanının peyzaj kalitesinin belirlenmesi ve beklentilerin ortaya konulmasına yönelik sorulardan oluşan bir anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yerel halka yüz yüze uygulanan anket sayısı yine Anderson (1990)'un öngördüğü formüle göre % 95 güven aralığında (Balci 2011) ve veri kayıplarının da olabileceği dikkate alınarak 400 olarak belirlenmiştir. Yerel halk anketi sorularının belirlenmesinde Observatori del Paisatge

(2011), Baylan (2012) ile Karadeniz ve ark. (2013)'nin çalışmaları temel alınarak peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesine yönelik sorularla özgün bir anket formu oluşturulmuştur. Ayrıca yerel halka ek olarak uzmanların görüşleri de alınmıştır. Uzman grubuna yapılan anket sayısı test anketlerin sonuçlarına göre belirlenmiştir. Burada 6 öğretim üyesi (Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden 2 kişi ve Mimarlık Bölümü'nden 2 kişi, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2 kişi), 1 şehir plancısı, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası'nda görevli 1 peyzaj mimarı, T.C. Aksu Belediyesi'nde görevli 1 peyzaj mimarı ve T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde görevli 1 peyzaj mimarı olmak üzere toplam 10 deneyimli kişiye anket uygulanmıştır. Anket sonuçlarının istatistiksel analizinde bir önceki aşamada kullanılan yazılımlar kullanılmış, aynı testler yapılmıştır. Elde edilen veriler, Aksu ilçesi peyzaj kalite hedeflerinin listelenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Beşinci ve son aşamada ise Aksu'ya ilişkin sosyal, kültürel, ekonomik ve doğal verilerin yanı sıra arazi gözlemleri, peyzaj değişim, peyzaj karakter ve DPSIR analizlerinin sonuçları ile yerel halk ve uzmanlara uygulanan anket sonuçları yardımıyla Aksu ilçesi için peyzaj kalite hedefleri formüle edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı (AÖ/AK) Değişimi

Aksu ilçesinin geçmişteki ve günümüzdeki arazi kullanımları 1987, 2003 ve 2015 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre 1987 yılında 6 farklı arazi kullanım tipi bulunurken (kentsel doku, süreksiz kentsel doku, karışık tarımsal alanlar, ormanlar, bitki örtüsü az veya olmayan alanlar, karasal sular), 2003 ve 2015 yıllarında, taş/maden ocakları/kum havuzlarının eklenmesiyle, arazi kullanım tipinin 7'ye yükseldiği tespit edilmiştir. 1987-2015 yılları arasında kapsayan 28 yıllık dönemde kentsel dokuda % 783'lük bir artış gözlenmektedir. Bu süreçte süreksiz kentsel doku ve bitki örtüsü az veya olmayan alanlar artış gösterirken; karasal sular, karışık tarımsal alanlar ve ormanlar azalmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. 1987-2015 yılları arazi örtüsü/arazi kullanımı değişim miktarı.

Table 1. 1987-2015 land cover/land use change in figures.

Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı	1987		2015	
	Alan (ha)	Alan (ha)	Değişim (ha)	Değişim (%)
Kentsel Doku	149.2	1 317.4	1 168.2	783.0
Süreksiz Kentsel Doku	172.7	642.7	470.0	272.1
Taş/Maden Ocakları, Kum Havuzları	0.0	130.1	130.1	-
Karışık Tarımsal Alanlar	29 730.7	28 215.5	-1 515.2	-5.1
Ormanlar	11 395.3	11 011.7	-383.6	-3.4
Bitki Örtüsü Az veya Olmayan Alanlar	2 914.3	3 313.1	398.8	13.7
Karasal Sular	1 286.5	1 018.2	-268.3	-20.9
Toplam	45 648.7	45 648.7		

3.2. Aksu İlçesi Peyzaj Karakter Analizi

Aksu ilçesi peyzaj karakter alan ve tiplerinin belirlenmesinde ilk olarak ön sınıflama yapılmış olup; ön sınıflamada topoğrafya, toprak özelliklerinden büyük toprak grupları ve CORINE sınıflandırma sistemine göre oluşturulan arazi örtüsü/arazi kullanımı verileri altlık olarak temel alınmıştır. Buna göre ilçede 20 peyzaj karakter tipi ortaya konulmuştur. Yapılan istatistiksel analizler ve arazi gözlemleri sonucunda ise bu karakter tiplerinin 3 peyzaj karakter alanını tanımladığı belirlenmiştir (Şekil 2).

Aksu ilçesinde saptanan üç peyzaj karakter alanının tipik özellikleri aşağıda verilmiştir:

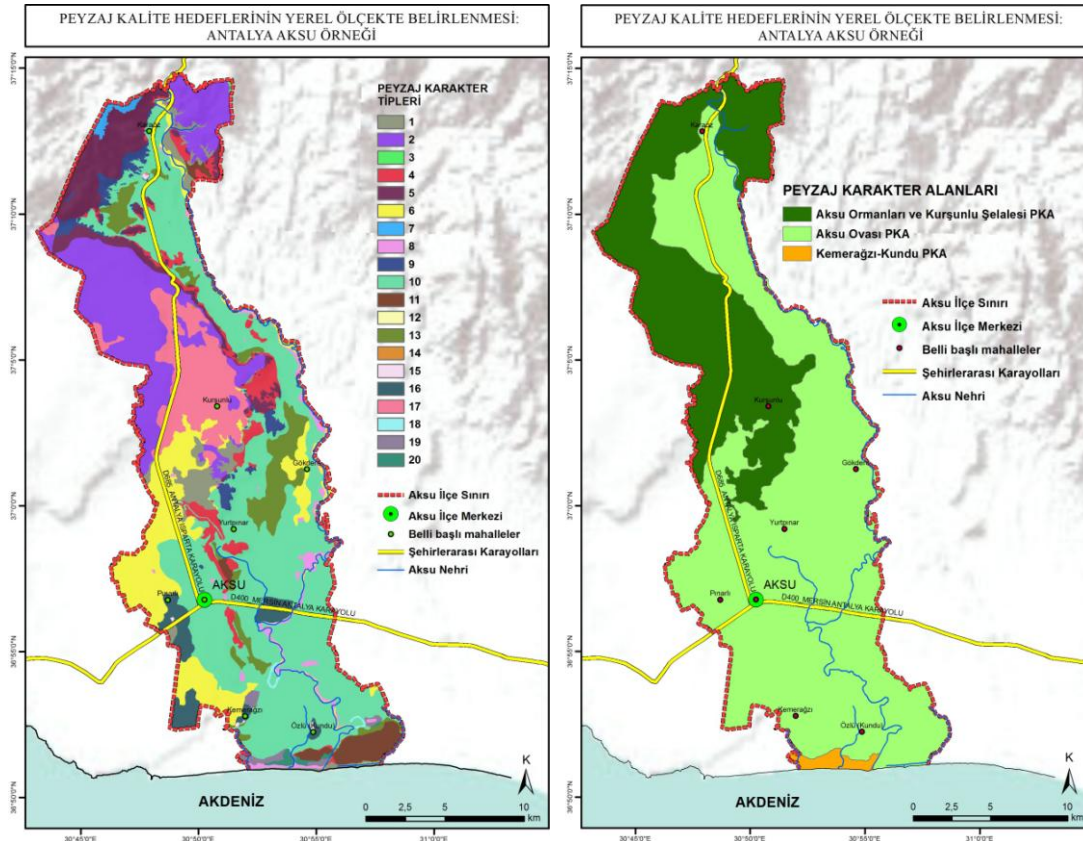
Aksu Ormanları Peyzaj Karakter Alanı, alanının kuzey, kuzeydoğu ve batı bölgelerinde bulunan ve kırmızı Akdeniz topraklarına sahip orman alanlarını kapsamaktadır. Bölge genel olarak 100-500 m yükseklik aralığındadır. Bu karakter alanında ağırlıklı olarak *Pinus brutia* (kızılçam) türü ve maki bitki örtüsü mevcuttur. Çok az ve dağınık kırsal yerleşimler görülmektedir. Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı bu karakter alanı içinde yer almaktadır.

Aksu Ovası Peyzaj Karakter Alanı, alanın orta, güney ve doğu bölümlerini kapsayan en büyük peyzaj karakter alanıdır. Düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahiptir. Alüvyal toprakların hakim olduğu bu peyzaj karakter alanında, tarımsal alanlar ağırlıklı olmak üzere Aksu ilçe merkezi ve dağınık yerleşimler yer almaktadır. Perge Antik Kenti ve EXPO 2016 Fuar Alanı da bu karakter alanında yer almaktadır.

Kemeragzi-Kundu Peyzaj Karakter Alanı, alanının Akdeniz kıyı kesiminde yer almaktadır. Kolüvyal topraklara sahip, düz ve düze yakın alanlardan oluşan, yerleşim yoğunluğunun baskın olduğu peyzaj karakter alanıdır. Kumullar ve Kemeragzi – Kundu Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi bu karakter alanını oluşturmaktadır. Turizm tesisleri ve yerleşimlerden oluşan bu karakter alanında Akdeniz iklim kuşağı bitki toplulukları, makilikler ve kumul bitkileri mevcuttur.

3.3. Aksu İlçesi DPSIR (İtici Güç-Baskı-Durum-Etki-Tepki) Analizi

DPSIR analizi, peyzaj özelliğinin izlenmesi, peyzaj durumunun ve kalitesinin gösterdiği değişikliklerin ölçülmesi ve duruma etki eden baskı türlerinin tanımlanmasına dayanmaktadır (Atalay 2008). Aksu ilçesinde itici güç olarak tanımlanabilecek faktörler belirlenerek bu faktörlerin neden olduğu baskılar incelenmiş olup; DPSIR analizinin etki ve tepki adımları birlikte tek bir adım olarak tepkiler başlığı altında değerlendirilmiştir. Aksu ilçesine yönelik olarak yapılan DPSIR analizinde itici güç/etken faktörler, tarım, hızlı kentleşme ve nüfus artışı, turizm ve ulaşım/altyapı olarak tanımlanmıştır. DPSIR analizi, Aksu ilçesi için tanımlanan itici güç/etken faktörlerin arazi ihtiyacını ve doğal kaynak kullanımını arttıracığı; ormanların ve tarım alanlarının dönüştürüleceği; inşaat faaliyetlerinin arttırılacağı; plansız yapılaşma ve insan baskısının artacağı ve bunların sonucu olarak da ekosistemlerin zarar göreceği; flora ve faunada tür kayıplarına, çeşitli çevre sorunlarına neden olacağı sonucunu vermiştir.



Şekil 2. Aksu ilçesi peyzaj karakter tipleri ve peyzaj karakter alanları.

Figure 2. Landscape character types and landscape character areas in Aksu.

3.4. Aksu Peyzajlarına İlişkin Yerel Halk ve Uzman Görüşleri

3.4.1. Yerel halkın görüş ve beklentileri

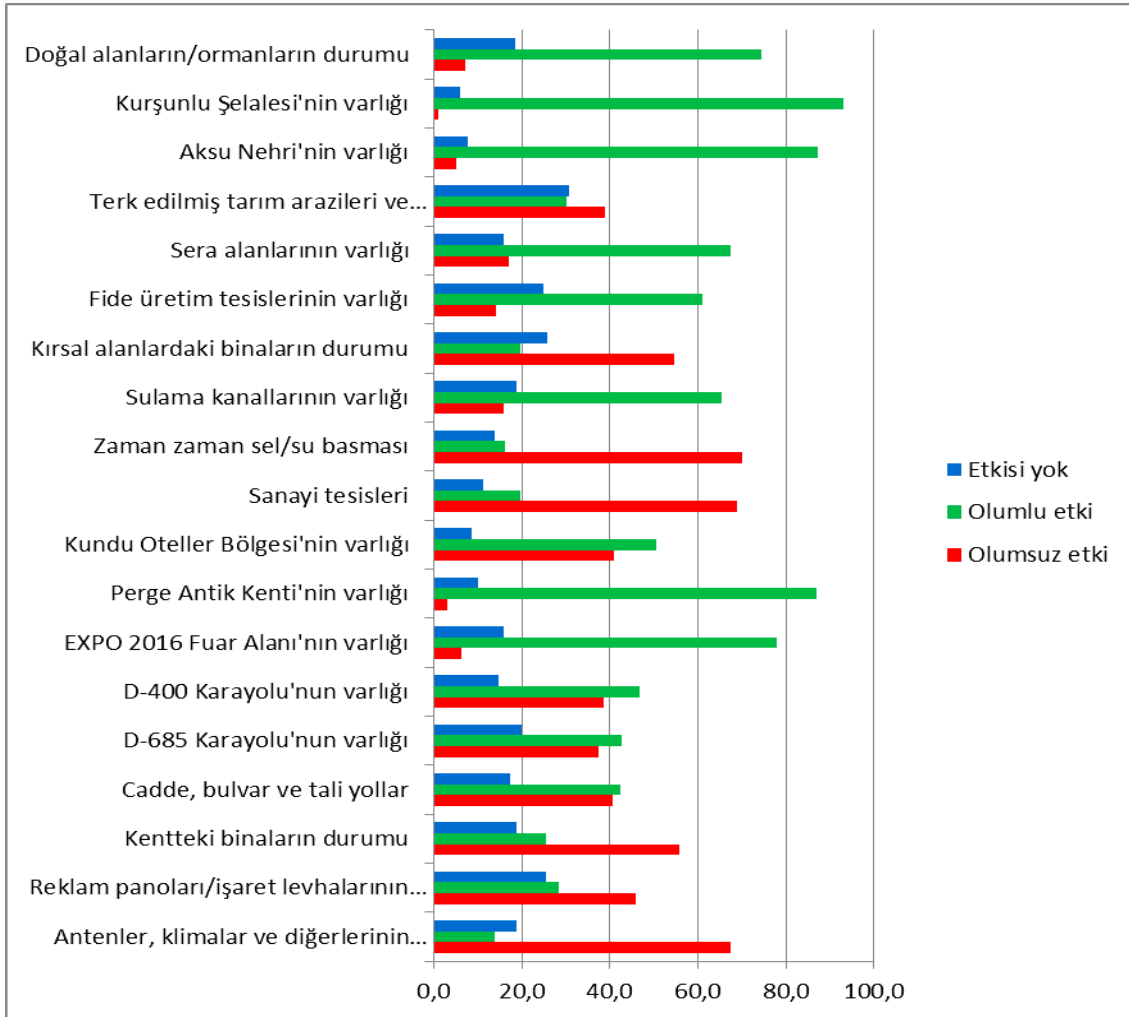
Halkın Aksu ilçesi için geliştirdikleri duygusal, sosyal ve ekonomik bağlantılara yönelik düşüncelerinin öğrenilmesi amacıyla 7 sorudan oluşan mekânsal aidiyet ve 5 sorudan oluşan mekânsal bağlılık anketleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre deneklerin % 69.6'sının Aksu'ya ilişkin mekânsal aidiyet duygusu güçlü, % 30.4'ünün ise zayıf olarak belirlenmiştir. Mekânsal bağlılık analizi sonuçlarına göre ise deneklerin mekâna bağlılık oranları % 52.7 oranında güçlü, % 47.3 oranında zayıftır.

Deneklere ayrıca Aksu peyzajları ile ilgili konularda 20 sorudan oluşan bir başka anket uygulanmıştır. Bu ankette Aksu ilçesinde en beğendikleri ve en beğenmedikleri özellikler, yaşadıkları sorunlar, Aksu'yu ve Aksu peyzajlarını nasıl değerlendirdikleri gibi sorular yöneltilmiştir. Ayrıca önermesi yapılan bazı doğal olaylar ve insan faaliyetlerinin peyzajın kalitesini nasıl etkilediğine (olumlu, olumsuz ya da etkisiz) dair görüşleri istenmiştir. Alınan cevaplar, doğal alanlar/ormanlar, Kurşunlu Şelalesi, Aksu Nehri, Kundu Oteller Bölgesi, Perge Antik Kenti ve EXPO 2016 Fuar Alanının denekler tarafından

olumlu etkiye sahip olaylar/varlıklar olarak tanımlandığını göstermektedir. Ancak denekler ilçedeki yapısal unsurları beğenmemektedirler. İlçede yer alan sanayi tesisleri, kırsal alanlardaki ve kentteki binaların durumu, reklam panosu, işaret levhası, anten, klima vb unsurlar olumsuz unsurlar olarak belirtilmiştir. Ayrıca ilçede zaman zaman görülen sel/su basmaları da denekler için olumsuz etkiye sahiptir (Şekil 3).

3.4.2. Uzman görüşleri

Uzmanlara, peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesinde etkili olabilecek peyzaj özellikleri ve peyzajın kalitesini tehdit edebilecek durumlar sorulmuş, ayrıca Aksu peyzajlarına ilişkin düşüncelerinin alınması amacıyla da sorular yöneltilmiştir. Yine uzman grubundan da önermesi yapılan bazı doğal olaylar ve insan faaliyetlerinin peyzajın kalitesini nasıl etkilediğine dair görüşleri istenmiştir. Uzmanlar doğal alanların/ormanların, Kurşunlu Şelalesi'nin, Aksu Nehri'nin ve Perge Antik Kenti'nin Aksu peyzajlarını olumlu; diğer tüm unsurların olumsuz etkilediğini düşünmektedirler. Kundu Oteller Bölgesi ve EXPO 2016 Fuar Alanı konusunda da olumsuz cevap vermişlerdir (Şekil 4).



Şekil 3. "Örnek olayların/varlıkların Aksu peyzajındaki etkisi" sorusuna verilen cevapların dağılımı (%).

Figure 3. Distribution of the answers given in the question "Impact of case studies/assets on Aksu landscape" (%).

3.5. Aksu İlçesi Peyzaj Kalite Hedefleri

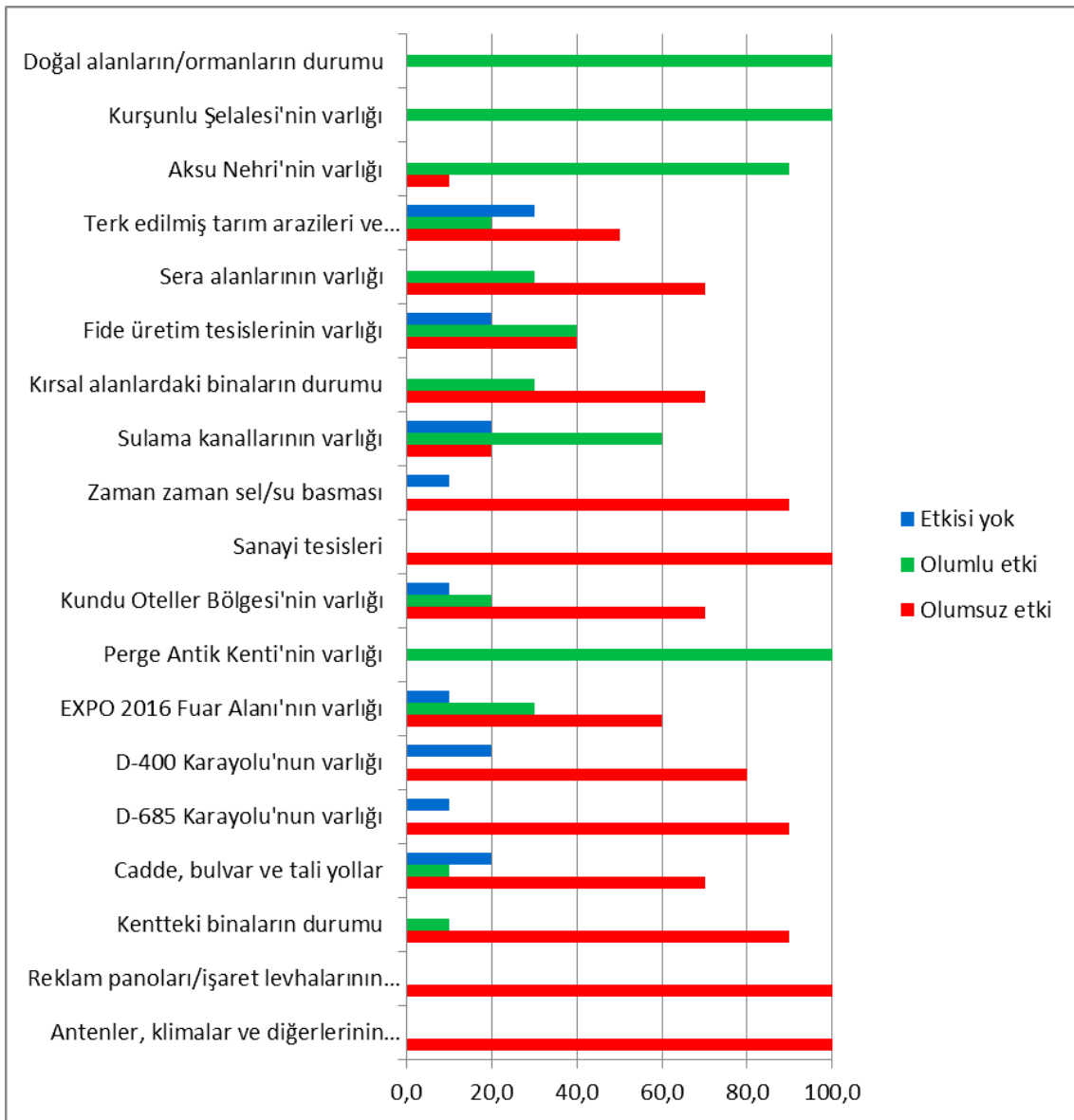
Aksu ilçesi peyzaj kalite hedefleri araştırma kapsamında yapılan analizler, arazi gözlemleri, literatür taramaları ve sözlü görüşme sonuçlarına göre, Yerleşim alanları, Tarım alanları, Korunan alanlar, Ormanlar, Akarsular/su yapıları, Ulaşım, Turizm ile İmaj ve kimlik sektörleri/unsurları temelinde tanımlanmıştır. Aksu ilçesi peyzajları açısından ön plana çıkan iki önemli sektör/unsur için belirlenen peyzaj kalite hedefleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ile ülkemizde gündeme gelen ve görece daha az bilinen konulardan birisi de peyzaj kalite hedeflerinin ortaya konulmasıdır. İnsanların yaşadıkları çevreye ilişkin beklentilerinin de formüle edildiği peyzaj kalite hedefleri

ile Chmielewski ve Sowinska (2008)'de belirtildiğine göre; "Biz nasıl bir peyzajda yaşamak istiyoruz?" sorusunun cevabı aranmaktadır (Baylan 2012).

Antalya'nın Aksu ilçesinin peyzajlarına yönelik yerel ölçekte gerçekleştirilen bu çalışma peyzaj değişimi analizi, peyzaj karakter analizi DPSIR analizi ve anket çalışmalarının analizi ile arazi gözlemleri ve literatür taramalarına dayanmaktadır. Peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesinde, çalışma alanının peyzaj özelliklerinin ayrıntılı analizine ek olarak, peyzaj karakter analizi, peyzaj değişim analizi ve DPSIR analizi gibi analizler de yapılmıştır. Bunlara ek olarak, halkın içinde yaşadığı peyzajlara ilişkin görüş, öneri ve beklentilerini belirlemek üzere yöre halkı ile anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan anketler, hedeflerin belirlenmesinde halkın görüşlerine yer verilmesi sağlamıştır.



Şekil 4. "Örnek olayların/varlıkların Aksu peyzajındaki etkisi" sorusuna verilen cevapların dağılımı (%).

Figure 4. Distribution of the answers given in the question "Impact of case studies/assets on Aksu landscape" (%).

Çizelge 2. Aksu ilçesi tarım alanlarına ilişkin peyzaj kalite hedefleri.

Table 2. Landscape quality objectives for agricultural areas in Aksu.

Peyzaj Kalite Hedefleri (Tarım)	Hedeflerin Kaynağı					
	PDA	PKA	DPSIR	AS	AG	LT/SG
Aksu'nun tarımsal niteliği korunmalıdır.				✓		✓
Sera atıklarının düzenli toplanması ve dönüştürülmesi sağlanmalıdır.			✓	✓	✓	✓
Organik tarım uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.						✓
Tarım alanlarında anız yakılması kontrol altına alınmalıdır.					✓	✓
Modern tarım teknikleri yaygınlaştırılmalıdır.				✓	✓	✓
Özellikle I. ve II. sınıf topraklar tarımsal amaç dışında kullanılmamalıdır.	✓				✓	✓
Tarımsal faaliyetlerde gübre, pestisit, insektisit ve su kullanımı kontrol altına alınmalıdır.			✓	✓	✓	✓
Yeraltı ve yerüstü sularının tarımsal amaçlarla bilinçsizce kullanımı önlenmeli, gerekli kontroller düzenli olarak yapılmalıdır.					✓	✓
Tarımsal amaçlı orman açmalarına izin verilmemelidir. Özellikle Kayadibi, Karaöz ve Kurşunlu mahallelerinde denetimler sıklaştırılmalıdır.	✓		✓		✓	✓
Katı atık depolama alanına yakın olan Yeşilkaraman mahallesinin tarımsal alanların bu alandan zarar görmemesi açısından gereken çalışmalar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır.				✓	✓	✓
Seralarda kış mevsiminde soba kaynaklı hava kirliliğine karşı çözümler üretilmeli, üreticiler tarımsal kredilerle desteklenerek sera altyapıları güçlendirilmelidir.					✓	✓

PDA: Peyzaj Değişimi Analizi, PKA: Peyzaj Karakter Analizi, DPSIR: *İtici Güç-Baskı-Durum-Etki-Tepki Analizi*, AS: Anket sonuçları, AG: Arazi gözlemleri, LT/SG: Literatür taramaları / sözlü görüşmeler

Çizelge 3. Aksu ilçesi ulaşımına ilişkin peyzaj kalite hedefleri.

Table 3. Landscape quality objectives for transportation in Aksu.

Peyzaj Kalite Hedefleri (Ulaşım)	Hedeflerin Kaynağı					
	PDA	PKA	DPSIR	AS	AG	LT/SG
D-400 ve D-685 Karayolları ve diğer yolların yüzeyinden emilmeyerek sızan yağmur suları içerisinde bulunan ağır metaller, toz, motor yağı gibi kirleticiler direkt akarsulara boşalmakta ve doğal ekosistemi etkilemektedir. Bundan dolayı gerekli önlemler alınmalıdır.					✓	✓
D-400 ve D-685 Karayolları'nın emisyon değerleri ölçülmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.						✓
D-400 ve D-685 Karayolları bazı yerleşimlerin ortasından geçmektedir. Bundan dolayı da insan kullanımları açısından gerekli görülebilecek uygun yerlere alt ve üst geçitler yapılmalı, sinyalizasyon sistemi ile yayalar için daha elverişli şartlar oluşturulmalıdır.			✓	✓	✓	✓
Karayollarının kenarında yer alan yerleşim yerlerinin (örn: Karaöz, Yeşilkaraman) gürültü ve trafikten kaynaklanan kirlilikten korunması için gürültü perdeleri yapılmalıdır.					✓	✓
D-400 ve D-685 Karayolları'nın özellikle yerleşim alanlarına yakın olan bölgelerine gürültü perdeleri yapılmalıdır. Bu yollarda yer alan reklam tabelaları görüntü kirliliğine neden olduğu için kaldırılmalıdır.					✓	✓
D-400 ve D-685 Karayolları'nın yol peyzajı iyileştirilmeli, yol peyzajına uygun bitki türleri kullanılmalıdır.					✓	✓
Özellikle karayolları yakınında peyzaj onarım çalışmaları yapılarak erozyon ve toprak kaybı önlenmelidir.					✓	✓
Taşıt yolu ve tali yolların altyapısı güçlendirilmelidir.				✓	✓	
Özellikle tali yollarda uygun yerlere yönlendirme tabelaları konulmalıdır.				✓	✓	
Bisiklet ve yaya yolları alt yapısı güçlendirilmelidir.				✓	✓	
Mahalleler arası toplu taşıma imkanları artırılmalıdır.				✓	✓	

PDA: Peyzaj Değişimi Analizi, PKA: Peyzaj Karakter Analizi, DPSIR: *İtici Güç-Baskı-Durum-Etki-Tepki Analizi*, AS: Anket sonuçları, AG: Arazi gözlemleri, LT/SG: Literatür taramaları / sözlü görüşmeler

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 1987- 2015 yılları arasında Aksu ilçesi genelinde arazi örtüsü/arazi kullanımı açısından en büyük değişim tarımsal alanların kentsel dokuya ve yine tarımsal alanlar ile ormanlık alanların bitki örtüsü az veya olmayan alanlara dönüşümü şeklinde gerçekleşmiştir. Bu durumun sebepleri arasında ilçede imarlı alanların artması ve dolayısıyla ilçeye olan göç ile birlikte kentsel dokunun artması sayılabilir. Aynı zamanda Kemerağzı-Kundu Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi'nin ilanı ile birlikte turizmin gelişimi de ilçenin Akdeniz kıyısındaki değişiminde önemli rol oynamıştır. Arazi kullanımındaki değişim analizi sonuçları, Yıldırım (2013)'ün Manavgat havzasında yaptığı çalışmadan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Aksu peyzajlarının tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılan peyzaj karakter analizi sonuçlarına göre, ilçede 3 adet

peyzaj karakter alanı ve 20 adet peyzaj karakter tipi saptanmıştır. Yapılan peyzaj karakter analizi ve peyzaj değişim analizi sonuçlarına göre ilçenin doğal yapısı ve arazi kullanımlarında fazla varyasyon tespit edilmediğinden, peyzaj karakter alanlarının sayısının az olması normal bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmada, Aksu ilçesi DPSIR analizine göre tarımın, hızlı kentleşme ve nüfus artışının, turizmin ve ulaşım/altyapının birer itici güç olarak ilçeyi şekillendirdiği ortaya çıkmıştır. İlçe nüfusunun 2000 yılında 42.467 kişi iken 2015 yılında 68.496 kişiye yükselmesi ve buna paralel olarak barınma, beslenme, istihdam vb. ihtiyaçlar doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmakta ve Aksu peyzajlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Peyzajın, Avrupa halklarının yaşama ortamının önemli etmenlerinden birini temsil ettiği bilinciyle hareket eden Avrupa Konseyi'nin yetkili organlarına göre; peyzajın bozulması, bu halkların günlük yaşamlarının niteliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır (Kaboğlu 2003). Bundan dolayı peyzajla ilgili alınacak kararlarda halkın görüşüne danışılması, daha kalıcı uygulamaların gerçekleştirilmesinde önemli bir adımdır. Bu araştırma kapsamında yapılan anket çalışmaları yöre halkının peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesine katılımını sağlamıştır. Anketlerden elde sonuçlar konuyla ilgili araştırma yapan araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Howley ve ark. (2012) yaptıkları anket çalışmasında, deneklerin tarımsal peyzajı daha estetik bulduğu ve yoğun modern tarım yerine kapsamlı geleneksel tarım yapılmasını istedikleri sonucuna ulaşmışlardır. Ruscule ve ark. (2013) ise terk edilmiş tarım arazileri hakkında halkın genel kanısının olumsuz olduğunu ortaya koymuşlardır. Aksu'da da terkedilmiş tarım arazileri genel olarak beğenilmemekte; fakat tarımsal peyzaj estetik olarak algılanmaktadır. Ancak halk, naylon gibi tarımda sıkça kullanılan atıkları önemli bir çevresel sorun olarak görmektedir.

Çalışma kapsamında yöre halkı ve uzmanlara uygulanan anketlerin sonuçlarına göre, her iki grubun da doğaya ve doğal alanlara değer verdiği görülmektedir. Yerel halk öncelikli olarak sorunlarının çözülmesini istemektedir; bundan dolayı da doğaya müdahale edilebilecek fakat sorunlarını çözebilecek uygulamaları beğenmektedir. Bu sonuç yöre halkının yollar konusunda verdiği cevaplardan anlaşılmaktadır. Uzmanlar ise tam tersi bir yaklaşımla önceliği doğaya ve doğal alanlara vermekte; bu alanlara uygun, çevre dostu uygulamalar ve planlamalar yapılmasını önermektedir.

Çalışma kapsamında Aksu için sektörel bazda belirlenen peyzaj kalite hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için peyzaj konularıyla ilgili çalışan kurumların işbirliğine gereksinim bulunmaktadır. Ülkemiz devlet yönetim yapısı içerisinde, ilçe düzeyinde peyzaj kalite hedeflerinin uygulanmasında birinci derecede yetkili makam, ilçe belediyeleridir. Dolayısıyla Aksu ilçesi için formüle edilen peyzaj kalite hedeflerinin gerçekleştirilmesi ancak Aksu Belediyesi'nin etkin çalışması ile mümkün olabilecektir. Ancak, bu konuda tek yetkili kurum Aksu Belediyesi değildir. Antalya'nın bir büyükşehir olması nedeniyle, ilgili mevzuat gereği planlama yetkisi ile ilçenin belirli bölgelerinin (örneğin ana bulvarlar gibi) yönetimi yetkisi Antalya Büyükşehir Belediyesi'ndedir. Dolayısıyla peyzaj kalite hedeflerinin gerçekleştirilmesinde büyükşehir belediyesinin üstleneceği roller de bulunmaktadır. Yerel yönetimlere ek olarak, tasarruf yetkisinin başka kurumlarda olduğu alanlar da bulunmaktadır. Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın tasarrufunda olan Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı; Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın tasarrufunda olan Perge Antik Kenti ve Kemeragzı-Kundu Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın tasarrufunda olan EXPO 2016 Fuar Alanı ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü (BATEM) arazilerine ilişkin uygulamalarda bu kurumlara roller düşmektedir. Dolayısıyla, formüle edilen peyzaj kalite hedeflerinin hayata geçirilebilmesi için Antalya Valiliği, Antalya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Aksu Kaymaklığı ve Aksu Belediye Başkanlığı'nın işbirliği gerekmektedir.

Aksu ilçesi, Antalya kentinin doğu ucunda, halen önemli ölçüde doğal ve tarımsal karakterini koruyan bir ilçedir. İlçe, Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı, Perge Antik Kenti ve EXPO 2016 Fuar Alanı gibi ulusal ve uluslararası ölçekte öneme sahip doğal ve kültürel unsurları barındırmaktadır. Ancak ilçe nüfusu

hızla artmakta, ilçenin Akdeniz kıyısında kalan bölümünde hızlı bir turizm gelişimi göze çarpmaktadır. Bu nedenle ilçe peyzajlarının niteliğinin korunması önem taşımaktadır. Ters durumda Aksu'nun sahip olduğu peyzajların değerini yitirmesi söz konusu olabilecektir. Bu bağlamda, araştırma sonucunda ortaya konulan peyzaj kalite hedefleri gerek yerel ve gerek bölgesel yöneticilere yol gösterici olabilecek niteliktedir.

Bir kentin ya da bölgenin sağlıklı yapılaşmasında ve gelişiminde imar planlama süreci büyük önem taşımaktadır. Planlama sürecinde ekolojik yapının, doğal ve kültürel peyzaj öğelerinin korunması temelinde bir yaklaşım benimsenmelidir. Aksu ilçesinin imar planlama süreci devam etmektedir. Gelecekte sağlıklı yapılanması ve peyzaj kalite hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için bu durum bir fırsat teşkil etmektedir. Mansuroğlu ve ark. (2012)' na göre, yeşil alanların ve doğala yakın alanların birbirleriyle ve kent çevresindeki diğer doğala yakın alanlarla bir kentsel açık ve yeşil alan sistemi geliştirilmesi kapsamında yapay ya da doğal nitelikli peyzaj koridorları yardımıyla bağlantısı kurularak, bu alanların sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Bu nedenle imar planlama süreci devam eden Aksu için ekolojik temelli bir planlama yaklaşımının benimsenmesi, ilçenin sahip olduğu kaynakların sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.

Alandaki yoğun seracılık faaliyetleri, yapıların basit mimari tarzlarının yanı sıra parsellerdeki dağılımlarını da büyük ölçüde etkilemektedir. Herhangi bir ortak kültürün ya da mimari tarzın varlığına işaret etmeyen ve tamamen gelişmiş güzel inşa edilmiş olan yapılar-binalar genellikle sera arazilerinin köşelerinde şekillenmekte ve geriye kalan alanlarda da seracılık yapılmaktadır. Bu faaliyet alanı bu yöredeki insanlar için ortak bir kültür oluşturacak yaklaşım ve uygulamalardan uzaktır, bu nedenle ortak bir mimari yapının şekillenmesinden söz edilmemektedir (Öz ve ark. 2010). Bundan dolayı da Aksu ilçesinin tamamına ilişkin bir kent kimliği ve kent imajı oluşturulmalıdır. Peyzajın zamanla geçirdiği pek çok doğal değişimler, o yöreye özgün kimliği oluşturmaktadır. Bu kimliğin korunması, sürdürülebilir olması ve gelecek kuşaklara aktarılması gerekmektedir. Bu bağlamda içinde yer aldığı coğrafya ve barındırdığı özelliklere göre farklı özgünlük değerine sahip olan ve çok farklı ölçek ve kimliklere sahip yerel peyzajlar korunmalı ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Bireylerin yaşadığı çevrenin kimliğini korumasına ve yaşatmasına yönelik bireysel tutum ve davranışları geliştirmesi için farkındalığın yaratılması yapılması gereken çalışmalar arasında yer almaktadır (Uslu Odabaş ve Şahin Körmeçli 2015).

Sonuç olarak, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi peyzajları kültürel ve doğal mirasın çeşitliliğinin bir ifadesi ve insanların kimliklerinin bir parçası olarak kabul etmekte; peyzajların korunması, yönetilmesi ve planlanması amacıyla peyzaj politikaları oluşturulmasını talep etmektedir. Aynı zamanda Sözleşme kamuoyunun, yerel ve bölgesel yönetimlerin ve ilgili diğer tarafların peyzaj politikalarının tanımlanması ve uygulanması konusunda teşvik ederek; peyzajı, ülke bölge ve kent planlama politikaları ve ülkenin kültürel, çevresel, tarımsal, sosyal ve ekonomik politikaları ile bütünleştirmeyi hedeflemektedir. Bu açıdan Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, sahip olduğumuz zengin peyzajların korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu araştırma, Sözleşmenin yükümlülüklerinden birisi olan taraf ülkelerin "tanımladıkları peyzajlar için kamunun görüşünün alınmasından sonra kalite hedeflerinin tanımlanması" kapsamında gerçekleştirilmiş olup, elde edilen sonuçların gerek peyzajların planlanması, tasarımı ve yönetimi ve gerekse peyzaj

politika ve stratejilerinin belirlenmesine katkıda bulunma potansiyeli bulunmaktadır. Sonuçların uygulamaya aktarılabilmesi için yerel yönetimler ve yetkili diğer kamu kurumları arasında etkin bir işbirliği mekanizmasının kurulması gerekmektedir.

Yapılan bu çalışma yerel ölçekte bir çalışma olup, bundan sonra ilçeye yönelik olarak daha alt ölçeklerde peyzaj kalite hedeflerinin tanımlanması, ayrıca diğer ilçelere ait peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesi ve ardından Antalya peyzajlarının bütüncül bir şekilde korunabilmesi için il genelinde peyzaj karakter alanlarının saptanması ve peyzaj kalite hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 2014.03.0121.012 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiş olan doktora tez projesinin bir bölümüdür.

Kaynaklar

- Atalay A (2008) Gökçeada İçin Bir Kaynak Yönetim Modelinin Geliştirilmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Atik M, Ortaçesme V (2010) Peyzaj Karakter Analizi Yöntemi ile Antalya Side Bölgesi Kültürel Peyzajlarının Karakter Analizi. TÜBİTAK Araştırma Projesi 108Y345, s. 96.
- Balcı A (2011) Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler. Pegem Akademi Yayınları, ISBN: 9756802403, Ankara.
- Baylan E (2012) Doğal Kaynak Yönetimi İçin Kolaboratif Peyzaj Planlama: Karasu Nehri Örneği. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Chmielewski TJ, Sowińska B (2008) Social Expectations Concerning Landscape Quality Objectives for the Roztocze – Solska Forest Region. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. – OL PAN, 2008, 5, s. 41–49.
- Council of Europe (2000) European Landscape Convention. Floransa.
- Howley P, Donoghue CO, Hynes S (2012) Exploring Public Preferences for Traditional Farming Landscapes. Elsevier, Landscape and Urban Planning 104, p. 66–74.
- Işıklı RC (2010) Antalya – Side Bölgesi Kültürel Peyzajlarının Karakter Analizi. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kaboğlu İÖ (2003) Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nde Peyzaj Hakkı, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ve Türkiye (ed. Atabay, S.). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Karadeniz N, Tamer NG, Ustaoglu E, Yenilmez NA, Baylan E, Kuş M, Özkil A, Turan EF (2013) Kolaboratif Peyzaj Planlama Kapsamında Su Kaynakları Yönetimi ve Peyzaj Kalite Hedeflerinin Belirlenmesi: Karasu Nehri (Yukarı Fırat Havzası-Erzincan Örneği). TÜBİTAK ÇAYDAG Araştırma Projesi 110Y285, s. 314.
- Lothian A (2000) Landscape Quality Assessment of South Australia. University of Adelaide, Department of Geographical & Environmental Studies, Australia, p. 443.
- Mansuroğlu S, Kınıklı P, Saatçı B (2012) Antalya'da Kentsel Gelişimin Ekolojik Açından Değerlendirilmesi ve Sürdürülebilirlik Kapsamında Önerilerin Geliştirilmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN: 1018-8851, İzmir, s. 255-264.
- Observatori del Paisatge (2011) Landscape Quality Objectives for Catalonia. <http://www.catpaisatge.net/eng/objectius.php> Erişim 25.09.2014.
- Ortaçesme V, Sayan MS (2002) Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ve Peyzaj Mimarlığı Mesleğine Getirdikleri. YAPI-Mimarlık, Kültür ve Sanat Dergisi, Peyzaj Mimarlığı Eki, No: 245, İstanbul, s. 10-12.
- Öz M, Erdoğan A, Göktürk RS, Yavuz M, Karaardıç H (2010) Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı Projesi. Analitik Etüt Raporu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Antalya Şube Müdürlüğü. Antalya.
- Özhancı E, Yılmaz H (2011) Rekreasyon Alanlarının Görsel Peyzaj Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi; Erzurum Örneği. İğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı: 1(2), s. 67-76, İğdir.
- Paşaoğlu P (2011) Hizmet İşletmelerinde Toplam Kalite Yönetimi. Tezsiz Yüksek Lisans Bitirme Projesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, s. 32, Isparta.
- Ramos IL (2010) "Exploratory Landscape Scenarios" in the Formulation of "Landscape Quality Objectives". Elsevier, Futures 42, p. 682-692.
- Resmi Gazete (2003) Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Resmi Gazete, Sayı: 25141, Ankara.
- Ruscule A, Nikodemus O, Kasparinskis R, Bell S, Urtane I (2013) The Perception of Abandoned Farmland by Local People and Experts: Landscape Value and Perspectives on Future Land Use. Elsevier, Landscape and Urban Planning 115, p. 49–61.
- Santruckova M, Weber M, Lipsky Z, Stroblova L (2013) Participative Landscape Planning in Rural Areas: A Case Study From Novodvorsko, Zehu'sicko, Czech Republic. Elsevier, Futures 51, p. 3-18.
- Sowińska-Świerkosz BN, Chmielewski TJ (2016) A New Approach to the Identification of Landscape Quality Objectives as a Set of Indicators. Elsevier, Journal of Environmental Management 184: p. 596–608.
- Swanwick C (2002) Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland, Cheltenham (UK);Edinburg: The Countryside Agency; Scottish National Heritage.
- Şahin Ş, Perçin H, Kurum E, Uzun O, Bilgili BC (2014) Bölge - Alt Bölge (İl) Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Ulusal Teknik Kılavuzu. Müşteri Kurumların T.C. İçişleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı olduğu, T.C. Ankara Üniversitesinin Yürütücü Kuruluş olduğu ve TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı 109G074 No'lu PEYZAJ-44 Projesi Çıktısı. Ankara.
- The James Hutton Institute (2014) Review of Existing Methods of Landscape Assessment and Evaluation. <http://www.macaulay.ac.uk/ccw/task-two/evaluate.html> Erişim 23.02.2015.
- Tománková K (2009) Evaluation of the Landscape Quality Objective: Model Solution and a Method Application in Bratislava V. District. Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences. <http://www.iale.sk/download/posters/tomankova.pdf> Erişim 07.08.2014.
- TÜİK (2015) Aksu İlçesi Nüfus İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim 07.03.2015.
- Türk Dil Kurumu (2016) Güncel Türkçe Sözlük. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5860f02d430e58.64657848 Erişim 01.03.2016.
- Uslu Odabaş A, Şahin Körmeçli P (2015) Yerel Peyzajların Korunması ve Geliştirilmesi için Çocuklarda Farkındalık. Yerel Peyzajlar ve Koruma Sorunları, 15-17 Ekim 2015 – I. Ulusal Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara, s. 228-237.

- Uzun O, Dilek F, Erduran F, Çetinkaya G, Açıksöz S, Duran A, Şanda MA, Mergen O, Ayan S, Sarı A, Çiçek İ, Çelik M, Türkoğlu N, Mihçioğlu MS, Cırık U, Mihçioğlu E, Kuzolukoğlu F, Ulubağ T, Gülçubuk B, Seçkin N, Kartav Ü (2008) Konya ili, Seydişehir - Bozkır – Ahırlı - Yalılıyük ilçeleri ve Suğla Gölü Mevki Peyzaj Yönetimi, Koruma ve Planlama Projesi I. Ara Raporu, Ankara.
- Uzun O, Müderissoğlu H, Demir Z, Kaya LG, Gültekin P, Gündüz S (2015) Yeşilirmak Havzası Peyzaj Atlası'nın Hazırlanması Projesi. T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü adına AKS Planlama ve Mühendislik Ltd., Şti, Ankara.
- Wascher DM (2004) Landscape-Indicator Development: Steps Towards A Europe An Approach. In: Jongman, R.G.H. (Ed.), The New Dimensions Of The European Landscape: Frontis Workshop On The Future Of The European Cultural Landscape, Wageningen, Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 237–252.
- Wascher DM (2005) European Landscape Character Areas. Typologies, Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes. Landscape Europe, Oxford.
- Yıldırım E (2013) Manavgat Nehri Havzasındaki Peyzaj Değişiminin Peyzajların Korunması, Planlanması ve Yönetimine Yönelik Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

The importance of good agricultural practices in EU membership process

AB sürecinde iyi tarım uygulamalarının önemi

Nilda ERSOY¹, Serpil YILMAZ², Erkan GÜMÜŞ²

¹Akdeniz University, Vocational School of Technical Sciences, Program of Organic Agriculture, Antalya, Turkey

²Akdeniz University, Fisheries Faculty, Antalya, Turkey

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

ARTICLE INFO

Received 24 March 2017

Received in revised form 14 June 2017

Accepted 14 June 2017

Keywords:

Good Agricultural Practices (GAP)
EU
Turkey

ABSTRACT

Food production has very important strategy in today's world. While half the world struggle with famine, the other half wants food stuffs they produce and consume to be secure. When it is said secure food, foods which is not harmful to health, do not contain any physical, chemical and microbiological residues and also of which traceability provided come to mind. Traceability of agricultural products has become the most important issue to provide food security. It has been accepted by all countries of the world and standards called GLOBALGAP have been developed. Also in Turkey, Good Agricultural Practices Regulation which is based on the same basics was published. Based on the principles of Danger Prevention, Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP), Integrated Pest Management (IPM) and Integrated Crop Management (ICM), Good Agricultural Practices support continuous improvement of methods and Technologies about agriculture. It is understandable that the product which has the Good Agricultural Practices certificate does not contain any physical, chemical and microbiological residues; is produced without polluting the environment and disturbing natural balance; during its production people, employees and the other creatures are not affected negatively; it is suitable for agricultural regulations of countries in which it is produced and consumed. In this review, approaches to good agricultural practices implemented in Turkey are evaluated.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 24 Mart 2017

Düzeltilme tarihi 14 Haziran 2017

Kabul tarihi 14 Haziran 2017

Anahtar Kelimeler:

İyi Tarım Uygulamaları (İTU)
AB
Türkiye

ÖZ

Gıda üretimi günümüz dünyasında çok önemli bir stratejiye sahiptir. Dünyanın yarısı açlıkla mücadele ederken, diğer yarısı da ürettiği ve tükettiği gıda maddelerinin güvenli olmasını istemektedirler. Güvenli gıda denildiğinde, insan sağlığına zararlı olmayan, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalıntılar içermeyen, aynı zamanda izlenilebilirliği sağlanmış ürünler akla gelir. Tarımsal ürünlerin izlenilebilirliği, gıda güvenliğinin sağlanması açısından en önemli konu haline gelmiştir. Tüm dünya ülkeleri tarafından kabul görmüş ve GLOBALGAP adını alan standartlar geliştirilmiştir. Türkiye'de de aynı esaslara dayanan İyi Tarım Uygulamaları Yönetmeliği yayınlanmıştır. İyi Tarım Uygulamaları Tehlike Önleme, Tehlike Analizi (HACCP) Zararlılarla Entegre Mücadele (IPM) ve Entegre Ürün Yetiştiriciliği (ICM) ilkelerini baz alarak, çiftçilikle ilgili metotların ve teknolojilerin sürekli gelişmesini destekler. İyi tarım Uygulamaları sertifikasına sahip ürünün; kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik kalıntılar içermediği, çevreyi kirletmeden ve doğal dengeye zarar vermeden üretildiği; üretimi sırasında insan, işçi ve diğer canlıların olumsuz etkilenmediği; üretildiği ve tüketildiği ülkelerin tarımsal mevzuatına uygun olduğu anlaşılır. Bu makalede AB sürecinde Türkiye'de uygulanan iyi tarım uygulamalarına yaklaşımlar değerlendirilmiştir.

1. Introduction

Good Agricultural Practices (GAPs) includes agricultural techniques which environmentally-conscious, is not harmful to human and animal health, target protection of natural resources, provide traceability and food security. With these kinds of production techniques, it is aimed at agricultural production which is socially viable, economically profitable and sustainable (Anonymous 2017a; Anonymous 2017c).

2. Extension of Good Agricultural Practices Towards Safety for Agricultural Products

Problems which occurred recently, threaten community health, are related to security of foodstuffs in the world have brought forward development of good agricultural practices. Mad cow disease, dioxin in eggs, chlorine in pears and cyprodinil found in strawberries can be given as examples of these problems and we can multiply them (Devin 2007).

A group created by leader retailers in Europe started a work about Good Agricultural Practices (GAP) and documentation of these in 1997. EUREP (Euro-Retailer Produce Working Group) and including Europe's leader retail companies first, a group consists of foundation representatives, who take part in all phases fresh fruits and vegetables sector's, has prepared document to guide how fruits and vegetables can be produced safely and sustainably. From this document and fundamental principles of food safety management system, checkpoints for all production stages have been determined and conformity criteria for determined checkpoints have been improved. In this document, in which principles of Good Agricultural Practices (GAP) are stated, principles of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) are combined (Anonymous 2016a).

Consumers, who gradually become conscious, want foods to be produced without harming the environment, beneficial for human and animal health and safely. Therefore, EUREP comprising of costumers and supplier companies from different countries, have made a protocol determining minimum standards required for agricultural products produced in these countries and imported from the others to provide their own societies consume healthy agricultural products. In this sense, it has to create a system, which can provide opportunity for traceability including any information up to by which company pesticides are used in which fields, for agricultural pesticides used in the phase of cultivation. Thus, products are brought under control with all phases from production to consumption (Devin 2007).

EUREPGAP published documents consisting certification rules for agricultural production in 2001 and these documents have been refreshed and updated in time. In yearly stated meeting, which is held in September 2007 in Bangkok after revisions in July 2007 came into force with its latest renewal's approval in March 2007, Eurepgap took its final form by changing its logo and name. The reason of changing its name as GLOBALGAP is that this practice is accepted and currently becoming widespread not only in European Union countries, but also in many countries around the world (Anonymous 2016 a).

2.1. The basic principles of the GLOBALGAP System;

- To achieve high quality in the production of agricultural food,
- To pay attention to environmental conditions during productive activities,
- To avoid activities which will disturb ecological balance and harm the nature,
- To provide usage of natural resources most efficiently,
- To increase productivity in agricultural production,
- To improve the quality of life of consumers, people and society in general,
- To assemble technological possibilities being used today with traditional agricultural techniques most efficiently (Anonymous 2016b).

2.2. GLOBALGAP System, in order to apply the basic principles described above, on the other hand, adheres to the principles described below about food safety:

- GLOBALGAP standard is based on HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points System standard. Although today HACCP standard is not put into practise, because there is also HACCP standard on the basis of ISO 22000 Food Safety

Management System, Globalgap Standard and ISO 22000 standard have the same policies at one point.

- GLOBALGAP standard also complies with the principles of integrated management. Also known as Integrated Pest Management (IPM) technique, integrated management can be briefly stated as a system struggling with agricultural pests.

- GLOBALGAP standard also uses the technique of Integrated Crop Management (ICM).

2.3. These are the standards which GLOBALGAP System is based on and have parallels with:

- HACCP Hazard Analysis and Critical Control Points System (ISO 22000 Food Safety Management System standard) in terms of food safety and quality
- ISO 9001 Quality Management System standard in terms of food safety and quality
- ISO 14001 Environmental Management System standard in terms of environmental management
- OHSAS 18001 Occupational health and safety management standard in terms of occupational health and safety

3. Approaches to GAP in the World

1- Publicly Requested Practices

- Cross Compliance (EU)
- Ecological Performance (Switzerland)

2- Practices in the Presence of Producer Organizations

- COLE-EU-ACP Horticultural Trade Association
- LEAF

With the development of international trade in last years, as in the international trade agreements in all fields, the rules of the trade of agricultural and food products are also determined by Trade Agreement and the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures, which are related to World Trade Organization (WTO). Conditions, which are determined with the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures for the purpose of "Protection of Human Life and Health", put forward the term of food security as determining principle (Sayın 2002).

With this agreement, countries which are member of WTO as Turkey have to take local precautions about food security by international standards and principles. This necessity sets a justification of practices like Good Agricultural Practices (GAP), Hazard Analysis at Critical Control Point (HACCP) and Good Manufacturing Practice (GMP). We can identify Good Agricultural Practices (GAP) as all works and processes about planning, development, marketing of agricultural production, reaching safe products in the food safety chain to consumer by recording as well as agricultural form which is environmentally-conscious, cover minimum hygiene standards, has identity register system and is widely accepted (Sayın et al. 2004).

In the later 1990s, Good Agricultural Practices (GAP) were started on the purpose of maintaining security of fresh fruits and vegetables, which are consumed by United States Department of Agriculture (USDA) and the Food and Drug Administration (FDA), and in the same periods Food and Agriculture Organization (FAO) also started works about principles of GAP.

World Food Summit Plan of Action promises that governments will reduce hunger by year of 2015. According to the FAO reports, it is recorded that there has been a slow progress about this situation and according to another prediction, to cope with the population increase and the

permanent change in nourishment for the next thirty years, global food production has to be increased by 60% with regard to make up the big difference in nutrition requirements.

In the World Summit on Sustainable Development, which is held in September 2002, Practices and Voluntary Partnership Plan upon which governments agreed is put into practise by governments, international agencies, private sector, civil society organizations (CSO) and non-governmental organizations (NGO). Governments include some precautions in plan on the purpose of management of natural resources which contribute to food security and encouraging to agriculture (to get sufficient, safe and nutritious food).

Large retailers (supermarkets and hypermarkets), which have 70-80% of fresh fruit and vegetable market in EU countries, set minimum standards, which are required for agricultural products produced in these countries and imported from other countries, by making new arrangements to provide consumption of healthy agricultural foods for their own society. This protocol, which is called EUROGAP, was made to identify the condition of Good Agricultural Practices, which include essential basic principles improved to make production of horticultural crops (fruits, vegetables, potatoes, cut flowers and saplings) in the world to be done properly by Euro Retailer Producer Group-EUREP. The world's most comprehensive good agricultural practices protocol is prepared by EUREP (Sayın et al. 2004).

4. The Role of Food and Agriculture Organization in Good Agricultural Practices

FAO works with Latin American Countries in an attempt to ensure food security and quality in commercial fruit and vegetable production and increase the capacity to reduce food loss of public and private institutions. The target is to share experiences in satisfying the market requirements, practice of GAP and HACCP and clarity of rules and models (obligatory and voluntary). In addition, FAO has a role in increasing the awareness of consumers in the member countries about GAP. Consumers have the capacity of making and performing decision about product safety and quality, and they can also be informed about the practices which promote to maintain human and environmental health. Several FAO programs contribute to development of GAP by involving technologies and their systems to continue production system intensely for sustainability of food and environment and to use efficient sourcing for pasture production systems and in production of animal products for produced agriculture, land and land productivity and sustainable yield. The purpose of other programs is to help FAO's role in designing standards and guides of Turkish Food Codex and accepting and practising of international standards. They include increasing food security and quality by strengthening cultivation and marketing in food chain, construction of capacity and risk analyses methodology to conform with pesticide control and food security standards, food security control and protection of consumers, food security evaluation and rapid alert system and food quality and security throughout food chain. The opinion of Committee on Agriculture emphasizes that GAP's approach shouldn't reduce the efforts of reduction poverty and it is necessary not to pose new obstacles for trade and it needs to be compatible with existing regulatory documents (Anonymous 2017b; Anonymous 2017d; Anonymous 2017e).

5. Good Agricultural Practices in Turkey

In Turkey, the procedures and principles of Good Agricultural Practices (GAP) are defined by the regulation of Good Agricultural Practices published in the official gazette dated 07.12.2010 and no. 27778.

5.1. Process of GAP Legislation in Turkey

Regulations For Good Agricultural Practices

Official gazette dated 8 September 2004 and no. 25577

Regulation Changes;

Official gazette dated 5 May 2005 and no. 25806

Official gazette dated 15 May 2006 and no. 26169

Regulations About Good Agricultural Practices

Official gazette dated 7 December 2010 and no. 27778

GAP's criteria accepted at an international level are conformed as part of certification system which is applied internationally and conformity criteria of GLOBALGAP.

GAP which is valid internationally has been developed by adaptation of GLOBALGAP to Turkey's provisions. In Turkey, especially producers which make foreign market-oriented production can also take the GLOBALGAP certificate besides GAP. Eligibility criteria are separated in two groups as obligations and recommended practices.

GAP is controlled agriculture. It is based on applying practices for fulfilment of needs and recording all practices. These records contains all the details about product type and variety, the reason for the implementation of the fertilizer and agricultural pesticide (needs), time, quantity, name of the proponent and practitioner, competency in this topic, after how many days the product will be harvested, water quality and irrigation. Thus the principle of traceability and sustainability in agriculture is its main feature will be fulfilled.

Analyses which are made and conclusion documents are also included in the register system. Analyses are made in the authorized laboratories. When there is a problem in business, with whom and how the communications will be made is indicated in quality management system.

According to legal boundaries and criteria determined by Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock, making controlled agricultural production which is not harmful to human and animal health, conservation of natural resources are practices carried out for procurement of safe product with the basis of traceability and sustainability.

As long as due precautions for compatibility of criteria of GLOBALGAP protocol aren't taken, it's inevitable the problems which Turkey encounters will increase and export will be affected negatively. Production comply with this protocol is the point to be emphasized not only for foreign markets, but also for Turkish consumers which have natural right of consumption of secure food.

6. Turkey's Targets in the Field of Good Agricultural Practices and Policies Which Need to be Developed

The importance of the secure food in food and agricultural sector has started to be understood in the world, and it's obvious that it's required to focus on the production of safe products

requested in the market instead of classical production because of the expectation of the emphasis on secure food's coming into prominence in future. Nowadays it's more important the security of food products than their prices for some consumers in the market of developed countries.

Today, at this stage, Turkey needs to develop policies to extend good agricultural practices, evaluate its advantageous position for good agricultural production and increase export.

In the process of transition to good agricultural practices, as Turkey's strengths, we can show these topics: legislative regulations, to have organizational structure on country level for supervision and control, being a rich country in respect of biodiversity and natural resources, to have clean land and water resources, to have climate and ecology convenient to biological diversity and to have traditional knowledge and experience as being an agricultural country. Although there is traditional knowledge and experience, it's inevitable that trainings must be organized to solve the problems about producer's lack of knowledge and inadequate organization to develop and organize these kinds of agricultural techniques. Ministry should try to increase support for producers to extend good agricultural practices. By year 2016 supports have been defined as 50 TL decare⁻¹ for fruits-vegetables involved in field-based supports, 150 TL decare⁻¹ for under protective cover and 100 TL decare⁻¹ for ornament and medicinal aromatic plants (Anonymous 2017f; Anonymous 2017g). Ministry also carry on works in water products sector about extending good agricultural practices.

Turkey's opportunities in good agricultural practices can be specified as to adopt Agricultural Producers Law, to have a quick market for good agricultural products, increase in demand for products of good agricultural practices in the world, employment increase in good agricultural sector, increase in demand for healthy and quality products of good agricultural practices with the improvement of consumer awareness, being close to regular markets due to geographical position, to have strong possibility of foreign market access. And Turkey's targets about this subject must be to increase product range, extend market-driven production, increase internal consumption, increase added-value by improving food handling of foods of GAP, raise the consciousness of foods of GAP by education, pay attention to pollution to protect clean areas, develop water products and animal husbandry, develop a traceable system.

Policies which need to be developed in Turkey can be summarized as extension of good agriculture, support for good agriculture, increase of income level of producer, raise the consciousness of agricultural environment, protection of natural resources, avoiding the risk of extinction and decrease of biodiversity, retail and service industry, new employment areas, contribution to national economy, to put more quality and safer products on market, to benefit from the opportunity of advantageous location for good agricultural production, extension of export.

7. Results

It must be the ultimate goal to provide production of foods with GAP of which every meter is registered, system is set up completely, which avoids any possible mistakes, earns more for producer, protects environment, plant, animal and human health to the utmost, all income group can consume and provide sustainable agriculture and opportunities for consumers to supply sustainable agriculture.

References

- Anonymous (2016a) <https://www.Belgelendirme.ctr.com.tr/iyi-tarim-uygulamalari-nedir.html> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2016b) <https://www.turcert.com/belgelendirme/tarimsal-urun-belgelendirme/globalgap/globalgap-in-temel-prensipleri> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017a) <http://www.fao.org/prods/gap/> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017b) <http://siteresources.org/INTEAPREGTOPRURDEV/Resources/NigelGarbutt.pdf> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017c) www.globalgap.org (10 January 2017).
- Anonymous (2017d) http://www.agriportal.gov.sy/napcsyr/dwnld-files/divisions/tpd/pubs/pol_br/en/26_pol_br/eurepgap_hb_en.pdf (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017e) <http://www.apo-tokyo.org/publications/wp-content/uploads/sites/5/Manual-on-Good-Agricultural-Practices-2016.pdf> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017f) <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Anonymous (2017g) <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Alan-Bazli-Destekler/Iyi-Tarim-Uygulamalari-Destegi> (10 January 2017, datelastaccessed).
- Devın C (2007) Avrupa Birliği Ülkelerinde İyi Tarım Uygulamaları ve Türkiye ile Karşılaştırılması. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, AB Uzmanlık Tezi, s. 114.
- Sayın C (2002) Yaş Meyve ve Sebze Dış Ticaretinde Sağlık Düzenlemeleri ve EUREPGAP Uygulamaları. Panel Sunuş Notları, Elmalı, Antalya.
- Sayın C, Mencet MN, Taşçıoğlu Y (2004) Avrupa Birliği'nde EUREPGAP Uygulamaları ve Yaş Meyve ve Sebze ihracatımıza Olası Etkileri. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül, Tokat.

Tek yıllık ve çok yıllık adaçayı (*Salvia viridis* L., *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher) tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Determination of some physical properties of the annual and perennial sage (*Salvia viridis* L., *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher) varieties seeds

Melih YILAR¹, Ebubekir ALTUNTAŞ²

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

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

Sorumlu yazar (Corresponding author): E. Altuntaş, e-posta (e-mail): ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 26 Şubat 2016
Düzeltilme tarihi 23 Haziran 2016
Kabul tarihi 29 Ağustos 2016

Anahtar Kelimeler:

Ada çayı
Geometrik
Hacimsel özellikler
Statik sürtünme katsayısı

ÖZ

Bu çalışmada, *Salvia viridis* L. (tek yıllık) ve *Salvia cryptantha* (çok yıllık) adaçayı çeşitlerine ait tohumların bazı fiziksel (geometrik, hacimsel, sürtünme katsayısı) özellikleri belirlenmiştir. *Salvia viridis* ve *Salvia cryptantha* tohumlarında geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, yığılma (angle of repose) açısı, yığın hacim ağırlığı, porozite değerleri, sırasıyla; 1.69 mm and 2.96 mm; % 62.90 ve % 84.06; 9.00 ve 27.53 mm²; 14.09° ve 14.33°; 587.25 ve 718.08 kg m⁻³; % 10.27 ve % 33.22 olarak belirlenmiştir. *Salvia viridis* adaçayı çeşidine ait tohumların laminant, kontrplak, lastik ve galvaniz sac sürtünme yüzeylerindeki sürtünme katsayısı değerleri sırasıyla; 0.60, 0.89, 0.74 ve 0.71 olarak bulunurken; *Salvia cryptantha* adaçayında ise ilgili değerler 0.48, 0.96, 0.64 ve 0.60 olarak belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 26 February 2016
Received in revised form 23 June 2016
Accepted 29 August 2016

Keywords:

Salvia seed
Geometrical
Volumetrical properties
Static friction coefficient

ABSTRACT

In this study, some physical (geometrical, volumetrical and static friction coefficient) properties of *Salvia viridis* L. (annual) and *Salvia cryptantha* (perennial) seeds of Sage varieties were analyzed. The values of geometric means diameter, sphericity, surface area, angle of repose, bulk density, porosity in *Salvia viridis* and *Salvia cryptantha* seeds were found as 1.69 mm and 2.96 mm; 62.90 % and 84.06 %; 9.00 and 27.53 mm²; 14.09° and 14.33°; 587.25 and 718.08 kg m⁻³; 10.27 % and 33.22 %, respectively. The values of static friction coefficient in laminate, plywood, rubber and galvanized metal of *Salvia viridis* were determined as 0.60, 0.89, 0.74, 0.71, whereas, static friction coefficients for laminate, plywood, rubber and galvanized metal of *Salvia cryptantha* variety were found as 0.48, 0.96, 0.64 and 0.60, respectively.

1. Giriş

Salvia türleri *Lamiaceae* familyasında yer almaktadır. Ülkemiz *Lamiaceae* familyası için önemli gen merkezlerinden biri aynı zamanda yaklaşık 95°e kadar çıkan *Salvia* türü ile, Asya'da da önemli bir çeşitlilik merkezlerindedir (Koyuncu ve ark. 2010; Belen 2012; Özdemir ve ark. 2009; Celep ve ark. 2009). Ayrıca ülkemiz florası'nda da önemli bir yere sahip olup, endemizm oranı da oldukça yüksektir (Davis 1982; Poyraz ve Koca 2006; Yılmaz ve Gökdoğan 2015). *Salvia viridis* L. adaçayı çeşidi, Türkiye'de yayılış gösteren *Salvia* türleri içerisinde yer alan tek yıllık tek türdür (Özdemir ve ark. 2009). *Salvia viridis* veya sinonimi olan *Salvia horminum* adaçayı çeşidi süs bitkisi olarak da bahçelerde yetiştirilmektedir (Anonim 2016a). Yetiştiriciliği yapılan *Salvia viridis* adaçayı tohumlarının küçük olması sebebiyle diğer bitki tohumlarından ayrılması önemlidir. *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher

Bentham ise Türkiye'nin bazı bölgelerinde yayılış gösteren çok yıllık ve endemik bir bitkidir (Saadia ve ark. 2010). Türkiye'de Kara ot (Van), Kara şabla, Kara şalva (Anonim 2016b) ve Anadolu halısı (Anonim 2016c) isimleriyle anılmaktadır. *Salvia cryptantha* adaçayı çeşidi, uçucu yağ ve biyolojik aktiviteleri üzerine literatürlerde çalışmalar mevcuttur (Baser ve ark. 1995; Akin ve ark. 2010; Saadia ve ark. 2010; İpek ve ark. 2012).

Türkiye'de tohumluk amacıyla *Salvia* üretimi yapılmamakta olup sadece tıbbi amaçla Türkiye'de 2014 yılında 14 bin 795 hektar adaçayı alanından 5 bin 534 ton adaçayı üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim 2016d). Dünyada ise tohumluk amacıyla *Salvia* türleri arasından yaygın olarak üretimi yapılan *Salvia hispanica* bitkisinin Arjantin ve Kolombiya'da veriminin yaklaşık 450-1250 kg ha⁻¹ aralığında değiştiği bildirilmektedir (Coates ve Ayerza 1998).

Literatür incelemelerinde, [Ixtaina ve ark. \(2008\)](#) tarafından *Salvia* cinsine bağlı *Salvia hispanica* L. türüne ait tohumların fiziksel ve kimyasal özellikleri, [Bayram ve ark. \(2016\)](#) tarafından ise *Salvia virgata Jacq* türünün fiziksel özelliklerinin incelendiği belirlenmiştir. Ayrıca [Tavakoli ve ark. \(2014\)](#), beş *Salvia* türüne ait tohumların (*S. officinalis* L., *S. macrosiphon* L., *S. hypoleuca* L., *S. sclarea* L. and *S. nemorosa* L.) bazı fiziko-kimyasal özelliklerin inceledikleri çalışmada müsilaç içeriğinin ile tohum çap ve küresellikleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu bulmuşlardır. Buna ilaveten son yıllarda çok farklı bitki tohumlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar içerisinde; *Pennisetum gambiense* ([Baryeh 2002](#)); *Linum usitatissimum* ([Selvi ve ark. 2006](#)) ve *Linum usitatissimum* ([Coşkun ve Karababa 2007](#)); *Foeniculum vulgare* ([Ahmadi ve ark. 2009](#)); *Polygonum cognatum* ([Önen ve ark. 2014](#)) ve *Momordica charantia* L. ([Gölkücü ve ark. 2014](#)) tarafından yapılmıştır.

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı tohumlarının fiziksel ve mekaniksel özellikleri gibi birçok mühendislik özellikleri, bu tohumların hasat sonrası mühendislik uygulamalarında, sınıflandırma, taşıma, iletim, depolama vb. ile ilgili makine ve sistemlerin tasarımı, yapımı, işletilmesi ve enerji tüketimine yönelik çalışmalarda büyük bir önem arz etmektedir. Ancak literatürlerde *Salvia viridis* ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların bazı fiziksel özellikleri üzerine herhangi bir çalışma yapılmadığı için, bu çalışmada; *Salvia viridis* (tek yıllık) ve *Salvia cryptantha* (çok yıllık) adaçayı çeşitlerine ait tohumlarının bazı fiziksel (geometrik, hacimsel, sürtünme katsayısı) özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait bitkiler tohum bağlamış durumdayken, Tokat İli Artova İlçesinden 2012 yılı Haziran ayında toplanmıştır. Tohumlar, toplanan bitkilerden elle çıkarılmış, kırık ve cılız taneler ile yabancı maddelerden tohumlar ayıklanmış ve temizlenmiştir. *Salvia viridis* ve *Salvia cryptantha* tohumlarının boyut özelliklerini belirlemek için 100 adet rastgele seçilen örnekler in uzunluk, genişlik ve kalınlıkları 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçümleri yapılmıştır ([Ahmadi ve ark. 2009](#)). *Salvia viridis* ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların nem içerikleri için örnek tohumların 105 °C sıcaklıkta 24 saat etüvde kurutulmasıyla ve kuru baza göre belirlenmiştir ([Suthar ve Das 1996](#)).

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların geometrik ortalama çap (D_g) ve küresellikleri (Φ) ise aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır ([Mohsenin 1970](#); [Tabatabaefar 2003](#)).

$$D_g = (abc)^{1/3} \quad (1)$$

$$\Phi = \left[\frac{abc^{1/3}}{a} \right] \times 100 \quad (2)$$

Eşitliklerde; a; uzunluk (mm), b; genişlik (mm), c; kalınlık (mm) olarak tanımlanmıştır. Adaçayı çeşitlerine ait tohumların yüzey alanını (Y) belirlemek için aşağıdaki Eşitlik-3 kullanılmıştır ([Altuntas ve ark. 2005](#)).

$$Y = \pi D_g^2 \quad (3)$$

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların kütleleri 0.001 g hassasiyetli elektronik terazide tartılarak belirlenmiş, ayrıca üçer tekrarlı 100 ağırlık ölçümü dikkate alınarak 1000 tane ağırlıkları hesaplanmıştır. Yığın hacim ağırlığının hesaplanması için; standart 1 l'lik hektolitre kabı kullanılmış; gerçek (tane) hacim ağırlığı ve tohum hacmi için ise sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Adaçayı çeşitlerine ait tohumlarının yığın hacim ağırlığı (HA) ve porozite (P) hesaplamalarında Eşitlik-4 ve 5 kullanılmıştır ([Deshpande ve ark. 1993](#); [Suthar ve Das 1996](#)).

$$HA = \left[\frac{m_b}{V_b} \right] \quad (4)$$

$$P = \left[\frac{THA - HA}{HA} \right] \times 100 \quad (5)$$

Eşitliklerde;

P: Porozite (%)

HA: Hacim ağırlığı (kgm^{-3})

THA: Tane hacim ağırlığı (kgm^{-3})

m_b : Tohum kütlesi (kg);

V_b : Tohum hacmi (m^3) ([McCabe ve ark. 1986](#); [Olajide ve Ade-Omowaye 1999](#)).

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumlarının yığılma açısı (angle of repose) üstü ve altı açık olan boş silindirin (300 mm çap ve 500 mm yüksekliğindeki) yüzeye dik konumda iken tohum ile doldurulduktan sonra dolu silindirin yüzeyden yavaşça kaldırılması sonucu oluşan koninin yüzeyi ile yaptığı açının hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Eşitlik-6) ([Kaleemullah ve Gunasekar 2002](#)).

$$\theta_f = \tan^{-1} \left(\frac{2h}{D} \right) \quad (6)$$

Eşitliklerde;

θ_f : Doğal yığılma açısı (°)

h: Koni yüksekliği (cm)

D: Koni çapı (cm).

Salvia viridis ve *Salvia cryptantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumlarının statik sürtünme katsayılarının belirlenmesinde, galvaniz metal, laminant, lastik ve kontrplak sürtünme yüzeyleri kullanılmıştır. Yüzeylerin üzerinde ölçüleri belli bir kutu içerisinde tohumların eğimi artırılan yüzeyde kaymaya başladığı andaki açının üçer tekrarlı olacak şekilde derece olarak okunması sonucunda sürtünme katsayısı değerleri belirlenmiştir (Eşitlik-7) ([Suthar ve Das 1996](#); [Celik ve ark. 2003](#)).

$$\mu_s = \tan \alpha \quad (7)$$

Eşitlikte μ_s statik sürtünme katsayısı, α ise eğim açısıdır.

Çalışmada ölçülen bazı fiziksel özelliklere ait (geometrik, hacimsel ve sürtünme katsayısı) parametrelerin tanımlayıcı istatistik değerleri (ortalama, maksimum, minimum ve standart hata) ve çeşitlerin farklılığına ait varyans analizi ve t-testleri SPSS 13 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır ([SPSS 2000](#)).

3. Bulgular ve Tartışma

Salvia viridis adaçayı çeşidine ait tohumlarının bazı fiziksel (geometrik, hacimsel ve sürtünme katsayısı) özellikleriyle ilişkili araştırma bulguları Çizelge 1'de verilirken, *Salvia cryptantha* adaçayı çeşidi tohumlarının bazı fiziksel özelliklerine ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Salvia viridis ve *Salvia crpyantha* adacayı çeşitlerine ait tohumların boyut özellikleriyle ilgili frekans dağılımına ait değerler sırasıyla Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, *Salvia viridis* adacayı tohumlarının boyut özelliklerini gösteren uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla, 2.57-2.88 mm, 1.52-1.64 mm ve 1.04-1.24 mm arasında bulunmuştur (Çizelge 1). *Salvia viridis* için adacayı tohumlarının boyutsal frekans dağılımı incelendiğinde; uzunluk değerlerinin değişimi, örnek toplamının % 67'sinin 3.22-3.85 mm arasında, genişlik değerlerinin % 70 oranında 2.69-3.14 mm arasında ve kalınlık değerlerinin % 71 oranında ise 2.33-2.72 mm arasında değiştiği Şekil 1'den görülebilmektedir.

Salvia viridis adacayı tohumlarının geometrik ortalama çap değerleri 1.60-1.79 mm arasında değişkenlik gösterirken, küresellik ve yüzey alanı değerleri % 59.94-67.70 ile 8.06-10.08 mm² arasında değişkenlik göstermiştir. *Salvia viridis* adacayı tohumlarının 1000 tane ağırlığı tane hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı ve porozite değerleri ortalamaları sırasıyla 2.19 g; 587.25 kg m⁻³, 473.63 kg m⁻³ ve % 10.27 olarak belirlenmiştir. *Salvia viridis* adacayı çeşidine ait tohumların yığılma açısı ve tohum hacmi değerleri sırasıyla 10.66-16.29° ve 2.16-3.01 cm³ aralığında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Salvia viridis* adacayı çeşidine ait tohumların bazı fiziksel özellikleri.

Table 1. Some physical properties of Sage seeds (cv. *Salvia viridis*).

Fiziksel özellikler	Birim	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart hata
Geometrik özellikler					
Uzunluk, a	mm	2.57	2.88	2.70	0.056
Genişlik, b	mm	1.52	1.64	1.58	0.024
Kalınlık, c	mm	1.04	1.24	1.14	0.041
Geometrik ortalama çap	mm	1.60	1.79	1.69	0.034
Küresellik, K	%	59.94	67.70	62.90	1.288
Yüzey alanı	mm ²	8.06	10.08	9.00	0.359
Hacimsel özellikler					
1000 tane ağırlığı	g	2.03	2.35	2.19	0.066
Hacim ağırlığı (HA)	k gm ⁻³	582.00	592.50	587.25	1.660
Tane hacim ağırlığı (THA)	k gm ⁻³	468.77	479.37	473.63	0.074
Yığılma (repose) açısı	°	10.66	16.29	14.09	0.951
Porozite (P)	(%)	9.50	11.03	10.27	0.242
Tohum hacmi	cm ³	2.16	3.01	2.56	1.153
Statik sürtünme katsayısı					
Laminant		0.58	0.62	0.60	0.006
Kontrplak		0.84	0.97	0.89	0.025
Lastik		0.67	0.78	0.74	0.018
Galvaniz sac		0.65	0.78	0.71	0.024

Salvia viridis adacayı çeşidine ait tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri farklı sürtünme yüzeyleri için Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den görüleceği gibi, statik sürtünme katsayısı değerleri en yüksek 0.89 ile kontrplakta elde edilirken, sırasıyla lastik (0.74), galvaniz sac (0.71) izleyerek en düşük laminant yüzeyde 0.60 olarak belirlenmiştir. Statik sürtünme katsayısı değerlerinin içerisinde kontrplak yüzeyde *Salvia viridis* tohumlarının daha fazla tutunduğu, laminant yüzeyin daha parlak ve kaygan düz bir yüzey sahip olmasından dolayı da, daha kolay kayma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bulunan sonuçlara benzer çalışmalar kanola (Çalışır ve ark.

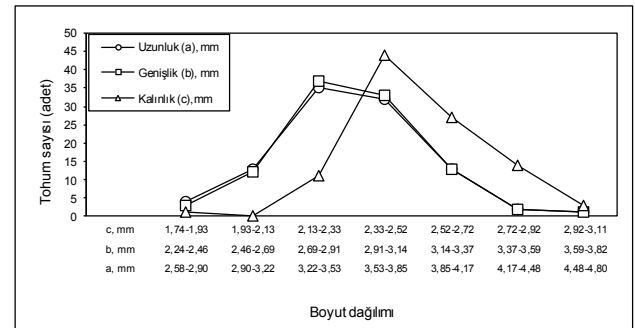
2005), darı (Baryeh 2002), rezene Ahmadi ve ark. (2009), kişniş (Coşkun ve Karababa 2007) ve tef tohumu Zewdu ve Solomon (2007) için araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Bu sonucun aksine, fiğ (Taser ve ark. 2005), kapari (Dursun ve Dursun 2005) ve madımak (Önen ve ark. 2014) tohumları için araştırmacılar tarafından en yüksek sürtünme katsayısı ise lastik yüzeyde olduğu açıklanmıştır.

Salvia crpyantha adacayı çeşidine ait tohumların ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerinin sırasıyla 3.53 mm, 2.91 mm ve 2.52 mm olarak bulunan değerler tek yıllık *Salvia viridis* tohumlarından daha büyük değerlerdedir (Çizelge 2). *Salvia crpyantha* adacayı çeşidine ait tohumların boyutsal frekans dağılımları incelendiğinde, uzunluk değerlerinin değişimi, örnek toplamının % 69'unun 2.41-2.64 mm aralığında, genişlik değerlerinin % 69 oranında 1.90-2.22 mm aralığında ve kalınlık değerlerinin % 68 oranında 1.38-1.53 mm aralığında değiştiği Şekil 2'den görülebilmektedir.

Çizelge 2. *Salvia crpyantha* adacayı çeşidine ait tohumların bazı fiziksel özellikleri.

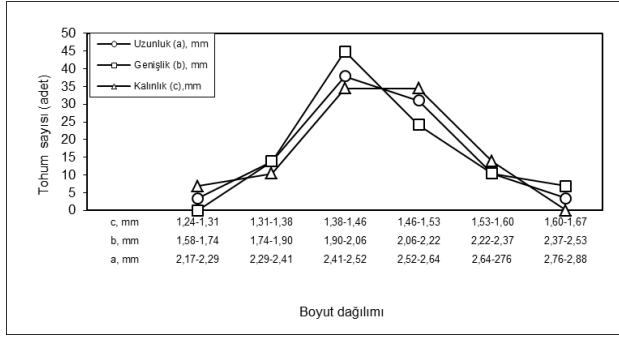
Table 2. Some physical properties of Sage seeds (cv. *Salvia crpyantha*).

Fiziksel özellikleri	Birim	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart hata
Geometrik özellikler					
Uzunluk, a	mm	3.39	3.65	3.53	0.042
Genişlik, b	mm	2.86	2.98	2.91	0.022
Kalınlık, c	mm	2.49	2.59	2.52	0.180
Geometrik ortalama çap	mm	2.89	3.00	2.96	0.220
Küresellik, K	%	82.57	85.55	84.06	0.622
Yüzey alanı	mm ²	26.33	28.41	27.53	0.402
Hacimsel özellikler					
1000 tane ağırlığı	g	8.50	10.88	9.20	0.434
Hacim ağırlığı (HA)	k gm ⁻³	647.50	791.50	718.08	23.266
Tane hacim ağırlığı (THA)	k gm ⁻³	526.68	527.15	526.92	1.694
Yığılma (repose) açısı	°	13.43	15.48	14.33	0.331
Porozite (P)	(%)	27.60	39.43	33.22	1.877
Tohum hacmi	(cm ³)	12.77	14.30	13.64	0.300
Statik Sürtünme katsayısı					
Laminant		0.47	0.49	0.48	0.067
Kontrplak		0.90	1.04	0.96	0.041
Lastik		0.62	0.65	0.64	0.031
Galvaniz sac		0.58	0.62	0.60	0.018



Şekil 1. *Salvia viridis* tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (% 6.76 k.b.).

Figure 1. Frequency distribution curves of *Salvia viridis* seeds (6.76%, db).



Şekil 2. *Salvia crpytantha* tohumlarının boyutsal dağılımına ait değerler (% 5.49 k.b.).

Figure 2. Frequency distribution curves of *Salvia crpytantha* seeds (5.49%, db).

Salvia crpytantha adaçayı çeşidine ait tohumların geometrik özelliklerinden geometrik ortalama çap, küresellik değerleri sırasıyla 2.89-3.00 mm ve % 82.57-85.55 arasında değişmişken, yüzey alanı ise 26.33-28.41 mm² arasında değişmiştir. *Salvia crpytantha* adaçayı tohumlarının hacim ve ağırlık değerlerinden 1000 tane ağırlığı 8.50-10.88 g, yığın hacim ağırlıkları ve tane (gerçek) hacim ağırlıkları değerleri sırasıyla 647.50-791.50 k gm⁻³ ile 526.68-527.15 kg m⁻³ arasında bulunurken tohum hacmi değerleri ise 12.77-14.30 cm³ arasında bulunmuştur. *Salvia crpytantha* adaçayı tohumlarının porozite ve yığılma açısı değerleri ise sırasıyla, % 27.60-39.43 ve 13.43-15.48° arasında değişmiştir.

Salvia crpytantha adaçayı çeşidi için sürtünme katsayısı değerleri farklı sürtünme yüzeylerine göre Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre; laminant, kontaplak, lastik ve galvaniz sac sürtünme yüzeylerinde, sürtünme katsayısı değerleri sırasıyla, 0.48, 0.96, 0.64 ve 0.60 olarak elde edilmiştir. Sürtünme katsayısı değerleri en yüksek değer kontaplak, en düşük değer ise laminant yüzeyde bulunmuştur. Statik sürtünme katsayısı değerleri *Salvia viridis* çeşidinde olduğu gibi kontaplak ve laminant yüzeyde ise sırasıyla en yüksek ve en düşük değerler vermiştir. Bulunan sonuçlara benzer çalışmalar susam tohumu için Tunde-Akintunde ve Akintunde (2004), darı tohumu için Baryeh (2002) ve rezene tohumu için Ahmadi ve ark. (2009) tarafından bulunmuştur. *Salvia crpytantha* tohumlarının çalışmada incelenen geometrik özellikleri bakımında Bayram ve ark. (2016) tarafından özellikleri belirlenen *Salvia virgata* Jacq tohumundan büyük olduğu görülürken, *Salvia viridis* tahımlarının ise uzunluk, genişlik, küresellik ve geometrik ortalama çap bakımından küçük olduğu görülmüştür.

Çizelge 3'de, *Salvia viridis* ve *Salvia crpytantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların bazı fiziksel özelliklerine ait karşılaştırmalı t-testi sonuçları verilmiştir. Çizelge 3'e göre, adaçayı çeşitleri arasında incelenen özelliklerden sadece yığılma (repose) açısı ve kontaplak yüzeyde elde edilen ortalama sürtünme değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Öte yandan *Salvia crpytantha* tohumlarının geometrik ortalama çap ve küresellik değerinin büyük olan sonucu yuvarlanma direnci *Salvia viridis*'e göre düşük olması nedeniyle laminant yüzeyde ortalama statik sürtünme katsayıları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca lastik ve galvaniz sac yüzeylerinde de *Salvia viridis* ve *Salvia crpytantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 3. *Salvia viridis* ve *Salvia crpytantha* adaçayı tohumların bazı fiziksel özelliklerine ait karşılaştırmalı t-testi sonuçları.

Table 3. Comparative t-test results of some physical properties of *Salvia viridis* and *Salvia crpytantha* sage seeds.

Geometrik özellikler	t-testi	Hacimsel özellikler	t-testi	Statik Sürtünme katsayısı	t-testi
Uzunluk, a	**	1000 tane ağırlığı	**	Laminant	**
Genişlik, b	**	Hacim ağırlığı (H.A)	**	Kontaplak	öd
Kalınlık, c	**	Tane hacim ağırlığı (THA)	**	Lastik	*
Geometrik ortalama çap	**	Yığılma(repose) açısı	öd	Galvaniz sac	*
Küresellik, K	**	Porozite (P)	**		
Yüzey alanı	**	Tohum hacmi	**		

4. Sonuç

Adaçayı çeşitleri ile ilgili bu çalışmada da, kültürü yapılmayan, ancak Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren *Salvia viridis* ve *Salvia crpytantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların bazı fiziksel özellikleri belirlenmiş, adaçayı çeşitlerine ait bazı karşılaştırma değerleri aşağıya özetlenmiştir. Buna göre; geometrik özelliklerden; geometrik ortalama çap değerleri, tek yıllık *Salvia viridis* adaçayı çeşidi için 1.69 mm bulunurken, çok yıllık *Salvia crpytantha* adaçayı çeşidine ait tohum için 2.96 mm olarak bulunmuştur. Geometrik ortalama çap değerinin *Salvia crpytantha* çeşidinde büyük olması, bu çeşidie ait tohumların daha büyük değerlerde olduğunu göstermektedir. Küresellik değeri *Salvia viridis* adaçayı çeşidi % 62.90 bulunurken, *Salvia crpytantha* adaçayı çeşidinde ise % 84.06 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, *Salvia crpytantha* adaçayı çeşidinin daha fazla küresellik özelliğine sahip olduğu söylenebilir.

Hacimsel özelliklerden yığın hacmi ve gerçek tane hacim ağırlıkları *Salvia viridis* adaçayı çeşidinde *Salvia crpytantha* çeşidine göre daha yüksek değerler vermiştir.

Sürtünme katsayısı değerleri *Salvia viridis* ve *Salvia crpytantha* adaçayı çeşitlerine ait tohumların her ikisinde de en yüksek kontaplak yüzeyde, en düşük ise laminant yüzeyde bulunmuştur.

Kaynaklar

- Ahmadi H, Mollazade K, Khorshidi J, Mohtasebi SS, Rajabipour A (2009) Some physical and mechanical properties of fennel seed (*Foeniculum vulgare*), Journal of Agricultural Science, 1(1) 66-75.
- Akin M, Demirci B, Bagci Y, Baser KHC (2010) Antibacterial activity and composition of the essential oils of two endemic *Salvia* sp. from Turkey. African Journal of Biotechnology, 9(15): 2322-2327.
- Altuntaş E, Ozgoz E, Taser OF (2005) Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-gaceum* L.) seeds. Journal of Food Engineering 71, 37-43.
- Anonim (2016a) https://en.wikipedia.org/wiki/Salvia_viridis. Erişim tarihi: 20.02.2016.
- Anonim (2016b) <http://www.tubives.com/index>. *Salvia crpytantha*. Erişim tarihi: 20.02.2016.
- Anonim (2016c) <http://www.ebitki.com/2052-Salvia-crytantha.html>. Erişim tarihi: 23.02.2016.
- Anonim (2016d) <http://www.ormansu.gov.tr/osb/haberduyuru/guncelhaber/14-09>. Odun Dışı Orman Ürünleri Orman Köylüsüne Gelir Kapısı Oldu. Erişim tarihi: 21.06.2016.
- Baryeh EA (2002) Physical properties of millet. Journal of Food Engineering, 51, 39 neer.

- Baser KHC, Beis SH, Özek T (1995) Composition of the essential oil of *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher ex Benth. from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 7, 113-114.
- Bayram M, Yılar M, Özgöz E, Kadioğlu İ (2016) Ada Çayı (*Salvia virgata* Jacq.) Tohumlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 325-331.
- Belen V (2012) Farklı bölgelerden toplanan *Salvia pilifera* Montbet & Aucher Ex Bentham popülasyonlarının varyasyonları ve uçucu yağ bileşenleri açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Çalışır S, Marakoğlu T, Öğüt H, Öztürk Ö (2005) Physical properties of rapeseed (*Brassica napus oleifera* L.). *Journal of Food Engineering*, 69(1), 61-66.
- Celep F, Doğan M, Duran A (2009) A new record for the flora of Turkey: *Salvia viscosa* Jacq.(Labiatae). *Türk J. Bot.* 32: 57-60.
- Celik A, Ercisli S, Turgut N (2007) Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 58: 411-418.
- Coates W, Ayerza R (1998) Commercial production of chia in Northwestern Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 75(10): 1417-1420.
- Coşkun Y, Karababa E (2007) Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 78, 1067-1073.
- Davis PH (1982) *Flora of Turkey and The East Aegean Island*, Vol. 7, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Deshpande SD, Bal S, Ojha TP (1993) Physical properties of soybean grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56: 89-92.
- Dursun E, Dursun I (2005) Some Physical Properties of Caper Seed. *Biosystems Engineering* 92(2), 237-245.
- Gölkücü M, Toker R, Ayas F, Çınar N (2014) Some physical and chemical properties of bitter melon (*Momordica charantia* L.) seed and fatty acid composition of seed oil. *Derim*, 31(1): 17-24.
- İpek A, Gürbüz B, Bingöl MÜ, Geven F, Akgül G, Rezaeieh KAP, Coşge B (2012) Comparison of essential oil components of wild and field grown *Salvia cryptantha* Montbert&Aucher ex Benth, in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 36: 668-672.
- Ixtaina VY, Nolasco SM, Tom'as MC (2008) Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28, 286-293.
- Kaleemullah S, Gunasekar JJ (2002) Moisture-dependet physical properties of arecanut trues. *Biosystem Engineering*, 82, s. 331-338.
- Koyuncu O, Yaylacı ÖK, Öztürk D, Erkara İP, Savaroğlu F, Akçoşkun Ö, Ardiç M (2010) Risk categories and ethnobotanical features of the Lamiaceae taxa growing naturally in Osmaneli (Bilecik/Turkey) and environs. *Biological Diversity and Conservation*, 3(3), 31-45.
- McCabe WL, Smith JC, Harriot P (1986) *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw-Hill, New York.
- Mohsenin NN (1970) *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Olajide JD, Ade-Omowaye BIO (1999) Some physical properties of locust bean seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74: 213-215.
- Önen H, Altuntaş E, Özgöz E, Bayram M, Özcan S (2014) Moisture Effect on Physical Properties of Knotweed (*Polygonum cognatum* Meissn.) seeds. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 31(2), 15-22.
- Özdemir C, Baran P, Aktaş K (2009) Anatomical studies in *Salvia viridis* L.(Lamiaceae). *Bağladesh J. Plant Taxon.* 16(1): 65-71.
- Poyraz İE, Koca F (2006) Morphological investigations on some medicinal *Salvia* L. Species in Eskişehir. *Anadolu University Journal of Science and Technology*. 7(2): 443-450.
- Saadia Z, Özcan MM, Bağcı Y, Ünver A, Arslan D, Durak G, Er F, Sağlam C (2010) Chemical composition of the essential oil of *Salvia cryptantha*. *Jeobp* 13(2): 200-204.
- Selvi KC, Pinar Y, Yesiloglu E (2006) Some physical properties of linseed. *Biosystems Engineering*, 95(4), 607-612.
- SPSS (2000) "SPSS for Windows". Student Version. Release 10.0.9 SPSS Inc IL USA.
- Suthar SH, Das SK (1996) Some physical properties of karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65: 15.
- Tabatabaefar A (2003) Moisture-dependent physical properties of wheat. *International Agrophysics*, 17: 207-211.
- Taser OF, Altuntas E, Ozgoz E (2005) Physical properties of Hungarian and common vetch seeds. *Journal of Applied Sciences*, 5(2), 323-326.
- Tavakoli M, Naghdi Badi H, Rafiee H, Labbafi MR, Ghorbani Nohooji M, Zand E, Mehrafarin A (2014) Physico-chemical Properties of Seeds in Valuable Medicinal Species of the Genus *Salvia* L. *Journal of Medicinal Plants*, 3(51), 71-83.
- Tunde-Akintunde TY, Akintunde BO (2004) Some physical properties of sesame seeds. *Biosystems Engineering*, 88, 127-129.
- Yılmaz D, Gökdoğan ME (2015) Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinin Farklı Nem Düzeylerinde Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1).
- Zewdu AD, Solomon WK (2007) Moisture-dependent physical properties of tef seed. *Biosystems engineering*, 96(1), 57-63.

Bursa- İnegöl Ovası yeraltı su içeriğinin on yıllık dönemdeki değişimi

Variation in groundwater quality of Bursa- İnegöl Plain throughout ten years period

İsmail TAS, Bayram DAVARCI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, ÇANAĞKALE

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. Taş, e-posta (e-mail): tas_ismail@yahoo.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 18 Ekim 2016
Düzeltilme tarihi 20 Mart 2017
Kabul tarihi 01 Nisan 2017

Anahtar Kelimeler:

Su Kirliliği
Bor
Amonyum
Nitrit
İnegöl Ovası

ÖZ

Son yıllarda yaşanan kuraklıklar sonucu yüzey sularında meydana gelen azalmalar yeraltı sularına olan talebi artırmaktadır. Artan su çekimleri yeraltı suyu seviyesinin yanında kalitesinde de bir takım değişimlere neden olmaktadır. Bursa-İnegöl Ovası, tarımsal üretim ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerdendir. Alanda 6 farklı köydeki yeraltı su kuyusunun 2002 ile 2011 yılındaki katyon, anyon, elektriksel iletkenlik, sodyum adsorbsiyon oranı, pH, amonyum ve nitrit değerleri karşılaştırılmış ve sınıflandırılmıştır. Örneklenen kuyu sularının 2011 yılı bor içerikleri, Schofield (1936) sınıflandırmasına göre sınıflandırıldığında Küçükyenice köyü kuyusunun dışındaki diğer tüm kuyular, izin verilen limitlerin çok üstünde olarak belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri referans alınarak değerlendirildiğinde, amonyum değerleri 2002 yılı birinci sınıf özelliği gösterirken 2011 yılında ikinci ve üçüncü sınıfa, nitrit değerleri ise 2002 yılında birinci sınıfa yer alırken 2011 yılında dördüncü sınıfa yani kullanılamaz sınıfına düştüğü belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 18 October 2016
Received in revised form 20 March 2017
Accepted 01 April 2017

Keywords:

Water quality
Boron
Ammonium
Nitrite
Inegol Plain

ABSTRACT

The decreases in surface waters because of recent droughts increased the demands for groundwater. Excessive withdrawals altered both the level and quality of groundwaters. Bursa-İnegöl Plain is located in a region with intensive agricultural and industrial activities. In this study, cation, anion, electrical conductivity, sodium adsorption ratio, pH, ammonium and nitrate values of groundwater wells in 6 different villages in 2002 and 2011 were compared and classified. Boron concentrations of groundwater wells in 2011 were classified according to Schofield (1936) classification system and it was observed that except for Küçükyenice village well, boron concentrations of all wells were way above the allowable limits. Considering the quality criteria specified in inter-continental Surface Water Quality Classes of Water Pollution Control Regulation, it was observed that while ammonium values were presented first class quality in 2002, the quality class dropped to second and third quality. Similarly for nitrite values, the first class quality in 2002 dropped to fourth class (non-usable class) in 2011.

1. Giriş

Su kullanıcıları açısından en önemli etmenler, suyun kalitesi ve miktarıdır. Özellikle sürdürülebilir tarımsal üretim doğrudan bu iki etmene bağlıdır. Sulamada kullanılan suyun kalitesi sadece toprak tuzluluğu açısından değil, aynı zamanda kullanılan gübre ve ilaçların etki mekanizmaları, alınabilirliği, sulama sistemlerinde kullanılan metal bölümlerde, damlatıcıların ve yağmurlama başlık memelerinin tıkanmasında da olumsuz etkiler gösterebilmektedir. Sulama suyu özellikleri, onun niteliğini tanımlamakla birlikte alındığı kaynağa göre farklılıklar gösterir ve aynı zamanda da iklim ve jeolojik yapıya göre de bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Suyun sağlandığı konumun yeraltı ve yerüstü kaynağı olması su niteliğini önemli ölçüde etkilediği gibi, alındığı jeolojik yapıların özellikleri de suyun kimyasal içeriklerini etkiler. Sulama suyunun niteliğini,

birçok unsur birleşik biçimde etkilemektedir. Bunlar; pH, alkalilik, karbonat ve bikarbonatlar, çözünebilir tuzlar, sertlik, makro ve mikro besin elementleridir. Sulama suyu niteliğinin değerlendirilebilmesi için, bitki büyümesi açısından önemli özelliklerinin ve kabul edilebilir düzeylerinin veya konsantrasyonlarının bilinmesi gerekir (Will ve Faust 2005).

Kimyasal içeriği dikkate alındığında sulama suyu kalitesini belirleyici unsurların başında toplam eriyebilir tuz oranı, Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve miktara bağlı olarak iyon toksisitesi olarak tanımlanabilir. Grismer (1990)'a göre sulamada kullanılan suyun kalitesi bitki gelişiminde önemli rol oynar. Suyun kalitesinde içerdiği tuz ve toksik element miktarı etkilidir. Tuz içeriği yüksek olan su ile sulama, hem toprak profilinin çözünebilir tuz içeriğinde, hem de drenaj sularının tuz

yükünde artışa neden olur. Drenaj suyuna ulaşamayan tuzlar toprakta birikir. Bütün bitkiler tuz içeren iyonların optimum miktarlarına ihtiyaç duyarlar. Ancak bu miktarın artması bitkinin zarar görmesine neden olur.

Çelik ve Arğün (2001), Yerköy ovası yerüstü ve yeraltı sularının kalitesini ve birbiriyle olan ilişkilerini saptamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, B ve Mn elementlerinin izin verilen maksimum değerleri aştığı ve bunun nedenlerinin litosferik (ana materyal ile ilgili) olduğu saptanmıştır. **Zengin ve Bayraklı (1992)**, Konya Ovasında yeraltı sulama sularının yerüstü sulama sularına göre daha düşük pH'ya sahip olduğunu ve yeraltı suyunun daha fazla Ca^{++} ve Fe^{+++} içerdiğini belirlemiştir. Yine drenaj kanallarının EC, Mg^{++} , Na^+ , HCO_3^- , Cl değerlerinin çok yüksek olduğunu, tuzluluk yönünden Konya şehir kanalizasyonu, Arapçayırı ana drenaj kanalı, Hotamış Gölü ve Akşehir Gölü sularının çok yüksek EC değerlerine sahip olduğunu saptamışlardır. Ayrıca İvriz, May, Apa, Altınapa barajları Beyşehir ve Çavuş Gölü ile Göksu nehri sularının sorunsuz, yani iyi kaliteli sulama suları olduklarını belirlemiştir.

Tarımsal üretimin yoğun şekilde gerçekleştirildiği alanlardan olan seralarda üretim yapılan topraklar düşük kalite sulama suyu kullanımı, yoğun gübreleme ve tarımsal ilaçlama nedeniyle tuzluluk ve diğer bozulmalarla karşı karşıyadır. Özellikle seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya civarında söz konusu durum birçok araştırmacı tarafından dile getirilmektedir. Bölge genelinde gübre kullanımı ülkemiz ortalamasının üzerinde olup, özellikle de Kumluca yöresinde oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Seracılığın yoğun şekilde yapıldığı bu bölgede, seraların sulama suyu ihtiyaçları yeraltı sularından karşılanmaktadır. Yöredeki sera toprakları tuzluluk seviyeleri oldukça yüksek değerlere ulaşmıştır (**Kaplan ve Akay 1995**). Benzer şekilde Kale ilçesinde yapılan çalışmada, sulama amaçlı olarak kullanılan yeraltı sularının EC değerlerinin çeşitli kuyular için Kasım ayında $0.85-4.1$ dS m^{-1} arasında, Haziran ayında ise $0.83-4.4$ dS m^{-1} arasında değiştiği bildirilmektedir. Antalya-Serik yöresindeki seralarda kullanılan sulama sularının kalitelerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, Antalya-Serik yöresini temsilen 25 adet seradan alınan sulama suyu örneklerinin % 68'inin C_2 , % 32'sinin C_3 tuzluluk sınıfına girdiği, SAR ve Na (%) açısından ise tüm örneklerin 1. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (**Öktüren Asri ve ark. 2010**). Kullanım miktarları ve tuzluluk düzeylerine göre Türkiye seracılık işletmelerinin büyük bölümünü kapsayan Akdeniz ve Ege Bölgesinde sulama amacıyla kullanılan yeraltı suları tuzluluğunun önemli bir problem olduğu belirtilmiştir (**Dişli 1997**).

Hindistan-Pageru nehri çevresinden toplanan 99 yeraltı suyu örneğinde elementle mevsimsel değişim incelenmiştir. Yeraltı su seviyeleri yağıştan, evsel ve sulama amaçlı çekimlerden doğrudan etkilenmekte ve aynı zamanda muson yağmurları sonucu havza yeraltı sularının Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ gibi önemli alkali element içeriklerinde artış olmasına karşın su kalitesinin içme-kullanma ve sulama için uygun olduğu saptanmıştır (**Sreedevi 2002**).

Bilindiği gibi azotlu bileşiklerin (nitrit, nitrat, amonyum vb.) canlı bünyesinde fazla miktarda bulunması istenmemektedir. Özellikle insan sağlığı göz önüne alındığında bünyede oluşan birikime bağlı olarak ölüme sonuçlanmaya değin birçok probleme yol açmaktadır. Bitki ve hayvanlarda ise

verim ve kalite kaybına neden olmaktadır. Ayrıca azotlu mineral gübrelerin bilinçsiz olarak, önerilen değerlerin çok üzerinde uygulanması ve aynı zamanda hatalı sulama uygulamaları sonucu toprakta ve yeraltı sularında birikim meydana gelmektedir. Bu olumsuzluklara, iklim düzensizliği ve buna bağlı olarak da yetersiz beslenmeyle aşırı çekimde dahil edildiğinde yeraltı sularının kalitesi gün geçtikçe bozulmaktadır. 23 Temmuz 2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" beşinci maddesinde belirtilen 50 mg l^{-1} üst sınırını aşan bölgeler, NO_3^- 'e hassas bölgeler olarak belirlenip, tarımsal kaynaklı nitratın suda neden olduğu kirlenmenin, azaltılması ve önlenmesine ilişkin çalışmaların yapılması zorunlu hale getirilmiştir. Yapılan bu çalışmada, Bursa ili İnegöl ilçesi sınırlarında yer alan ve aktif şekilde sulamada kullanılan kuyuların 10 yıllık dönemde EC, SAR, Bor, Amonyum ve NO_2 değerlerinde meydana gelen değişim değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

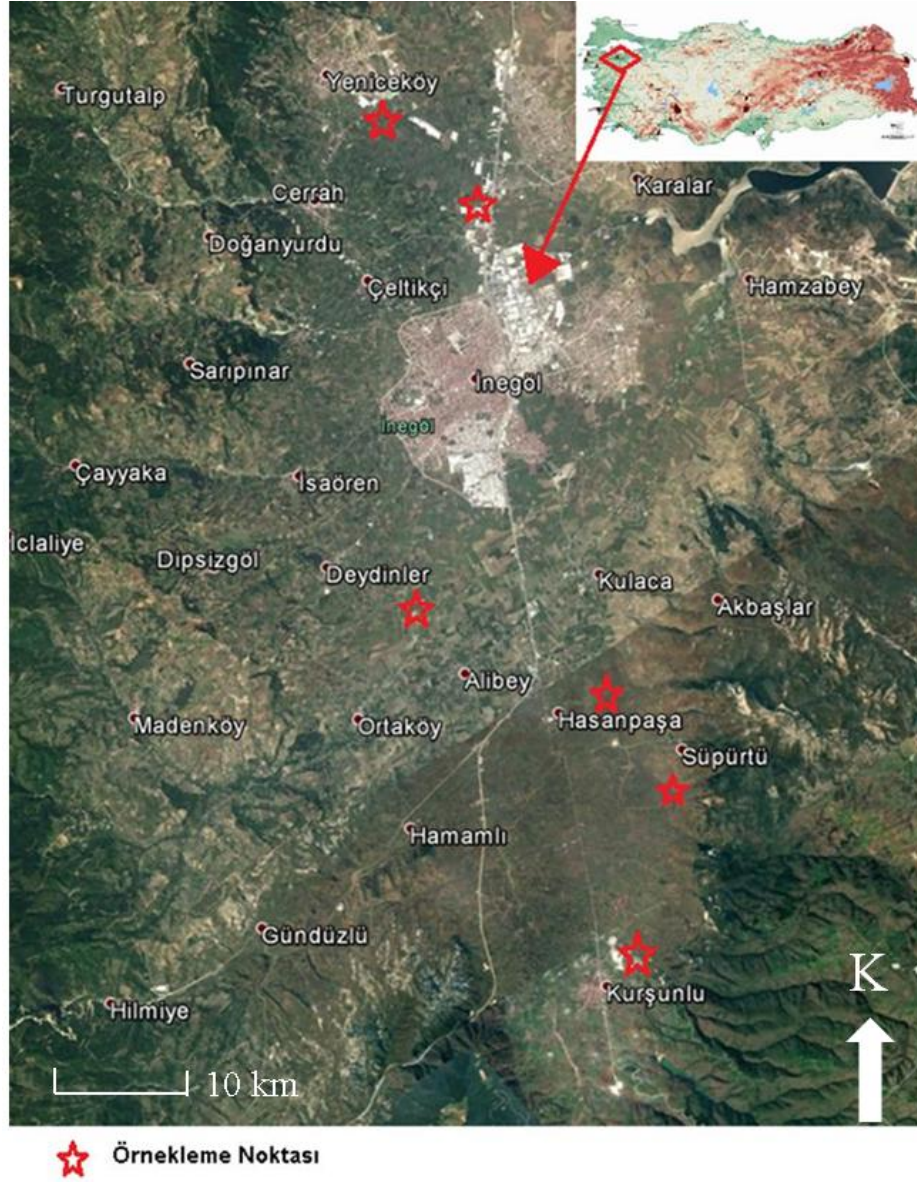
Bursa ili İnegöl ilçesi, Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda olup $40^{\circ} 09'$ derece kuzey enlemi ile $29^{\circ} 49'$ doğu boylamı arasında yer almaktadır (**Şekil 1**). İnegöl Ovası'nın alanı 148 km^2 'dir. Havza üstünde bulunan Küpeli (558 m) ile Karadoğu (534 m) tepelerinin yüksekliği bir plato alanı ile kuzeydeki Yenişehir Ovası'ndan ayrılır. Doğusunda 1030 m yüksekliğe ulaşan Ahı Dağı bulunmaktadır. İlçenin, toplam tarım arazisi 27343 ha, kültür arazisi 29723 ha, orman arazisi 42422 ha, çayır-mera arazisi 18042 ha, göl-bataklık-kayalık ve meskûn alanı ise 9817 ha'dır. Tarım alanının, % 66'sı tarla, % 29'u meyvelik ve % 5'i sebze bahçesinden oluşmaktadır. İnegöl'deki tarımsal üretim değerinin % 82'si bitkisel ve % 18'i hayvansal üretimden oluşmaktadır (**Anonim 2012**). İlçede yetiştirilen sebze ve meyve ürünleri yurtdışına da pazarlanmaktadır. Sebze ve meyve alanında domates, pırasa, patates, çilek, şeftali ve son yıllarda ay çekirdeği önemli oranlarda üretilmektedir (**İB 2016**).

2.2. İklim

Çalışma alanı iklimi Akdeniz ile Karadeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Yaz ayları daha çok Akdeniz iklimine benzer. Sıcak ve az yağışlıdır. Kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır. Bölge iklimine ilişkin bazı iklim parametrelerinin uzun yıllar ortalaması **Çizelge 1**'de sunulmuştur (**MGM 2016**). Yıllık ortalama sıcaklık 12.5 $^{\circ}C$ 'dir. Maksimum sıcaklık ortalaması 19.1 $^{\circ}C$, Minimum sıcaklık ortalaması ise 7.1 $^{\circ}C$ 'dir. En yüksek ortalama sıcaklık 29.6 $^{\circ}C$ ile Temmuz ayıdır. En düşük ise -3.5 $^{\circ}C$ ile Ocak ayıdır. Yağışın uzun yıllar ortalaması 600 mm ve buharlaşma ise 1110 mm'dir. Ortalama rüzgar hızı 2.2 $m s^{-1}$, güneşlenme süresi 198.5 saat ay^{-1} ve nisbi nem ortalaması ise % 65'dir.

2.3. Su örnekleri ve analiz yöntemleri

Deydinler, Edebey, Hasanpaşa, Küçükyenice, Kurşunlu ve Yenice köylerindeki kuyulardan Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından toplanan su numuneleri, yine aynı kurum bünyesinde bulunan laboratuvarlarda **Çizelge 2**'de verilen yöntemlere göre analiz edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları.

Figure1. Study area and sampling points.

Çizelge 1. Bursa iline ait uzun yıllık (1960-2015) iklim verileri (MGM 2016).

Table 1. Climate data of long-term (1960-2015) of Bursa (MGM 2016).

Aylar	T _{ort}	T _{minort}	T _{makort}	Yağış (mm)	Güneşlenme Süresi (Saat)	Buharlaştırma (mm)	Rüzgar (m s ⁻¹)	Nispi Nem (%)
Ocak	2.8	-3.5	7.4	67	103	0	2.3	75
Şubat	4.2	-2.4	9.4	54	111	0	2.2	71
Mart	7.2	1.3	13.2	59	151	0	2.2	65
Nisan	12.0	6.1	18.9	50	185	94	2.2	61
Mayıs	16.1	10.6	23.4	48	251	139	2.2	61
Haziran	20.1	14.8	27.4	47	290	176	2.4	58
Temmuz	22.1	17.2	29.6	24	324	206	2.5	57
Ağustos	21.7	17.2	29.4	23	311	194	2.5	56
Eylül	17.8	13.0	26.2	30	250	134	2.1	63
Ekim	13.2	8.1	20.3	63	178	76	1.9	70
Kasım	8.5	3.0	14.4	63	130	42	1.7	71
Aralık	4.9	-0.4	9.6	70	97	50	2.0	75
Ort. / Top.	12.5	7.1	19.1	600	198.5	1110	2.2	65

Çizelge 2. Analizler ve analiz yöntemleri.**Table 2.** Analyzes and analysis methods.

Yapılacak analizin adı	Birimi	Yöntemi
Elektriksel iletkenlik	Micromhoscm ⁻¹	Kondüktivimetre
pH		pH metre
Potasyum (K)	me l ⁻¹	ICP
Kalsiyum (Ca)	me l ⁻¹	ICP
Magnezyum (Mg)	me l ⁻¹	ICP
Sodyum (Na)	me l ⁻¹	ICP
Karbonat ve Bikarbonat	me l ⁻¹	H ₂ SO ₄ ile titrasyon
Klorür (Cl)	me l ⁻¹	AgNO ₃ ile titrasyon
Sülfat (SO ₄)	me l ⁻¹	EDTA ile titrasyon
Nitrat	me l ⁻¹	ICP
Bor	ppm	ICP

3. Bulgular ve Tartışma**3.1. Katyon ve anyon içeriğindeki değişimi**

Örnekleme yapılan kuyuların katyon ve anyon analiz sonuçları on yıllık zaman diliminde farklılık göstermiş ve elde edilen sonuçlar **Çizelge 3**'de sunulmuştur. Kurşunlu, Hasanpaşa, Yenice ve Deydinler köyünde yer alan kuyuların kalsiyum içerikleri, 2011 yılı sonuçlarına göre hafif bir artış göstermektedir. Küçükyenice ve Edebey köyündeki kuyularda ise hafif bir azalma söz konusudur. Suların magnezyum içeriği ise tüm kuyularda hafif artış göstermiştir. Kurşunlu köyü yeraltı suyunda sodyum konsantrasyonu 2002 yılında 0.6 me l⁻¹ iken 2011 yılında 2.9 me l⁻¹ yükselmiş ve yaklaşık 5 kat artmıştır. Deydinler köyü kuyusunda ise hafif bir yükselme gözlenmiştir. Yenice ve Küçükyenice köyü kuyularının sodyum içeriğinde hafif bir düşüş saptanmıştır. Potasyum içeriği ise Kurşunlu köyü kuyusunda 2002 yılında 0.04 me l⁻¹ iken 2011 yılında bu değer 0.10 me l⁻¹'ye yükselmiştir. Deydinler ve Edebey köyü kuyularında ise hafif bir azalma görülmektedir. Bikarbonat bakımından incelendiğinde Hasanpaşa köyü kuyusunun dışındaki tüm kuyuların içeriklerinde artış belirlenmiştir. En yüksek artış Kurşunlu Köyü kuyusunda olup 3.3 me l⁻¹'den 12.6 me l⁻¹ yükseldiği saptanmıştır. Sülfat içeriği ise Küçükyenice ve Edebey köyü kuyularında hafif bir düşme sergilerken diğer kuyularda artış göstermiştir. Deydinler köyü kuyusunun 2002 yılındaki sülfat içeriği 0.8 me l⁻¹ iken, 2011 yılında yaklaşık dört kat artışla 2.3 me l⁻¹'ye yükselmiştir. Kuyuların klor içerikleri incelendiğinde, Kurşunlu köyü kuyusu 2002 yılında 0.1 me l⁻¹ iken, 2011 yılında bu değer 0.4 me l⁻¹'ye yükselmiştir. Yenice köyü kuyusu ise 2002 yılında 1.3 me l⁻¹ iken 2011 yılında bu değer 0.5 me l⁻¹'ye kadar düşmüştür. Diğer kuyularda ise önem arz edecek değişim gözlenmemiştir.

3.2. İletkenlik, pH ve SAR değerlerindeki değişim

Sulama sularının niteliklerinin sınıflandırılmasında çok sayıda sınıflandırma sistemi bulunmaktadır. Dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan sınıflandırma sistemi ABD Tuzluluk Laboratuvar Sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmada, elektriksel iletkenlik ve sodyum adsorbsiyon oranı göz önüne alınarak 16 farklı sınıf oluşturulmuştur. Sınıflandırmaya göre hem elektriksel iletkenlik değeri (0-0.25 dS m⁻¹ birinci, 0.25-0.75 dS m⁻¹ ikinci; 0.75-2.25 dS m⁻¹ üçüncü ve 2.25 dS m⁻¹'den yüksek olan sular ise dördüncü sınıfa girmektedir) hem de SAR değeri(SAR<10: Az sodyumlu; SAR=10-18: Orta sodyumlu; SAR=18-26 Yüksek sodyumlu ve SAR>26 Çok yüksek sodyumlu) dört farklı sınıfa ayrılmaktadır (**Richards**

1954). Elektriksel iletkenlik değeri tek başına yeterli değildir. Bu nedenle anılan sınıflandırma sisteminde suların SAR değeri de dikkate alınmaktadır.

Araştırma alanındaki yeraltı suyu kuyularının 2002 ve 2011 yılındaki elektriksel iletkenlik, SAR ve pH değerleri **Çizelge 4**'de verilmiştir. Söz konusu çizelge incelendiğinde Kurşunlu, Küçükyenice ve Hasanpaşa köylerindeki kuyu sularının elektriksel iletkenlik değerlerinde on yıllık dönemde artış belirlenmiştir. Söz konusu artış Kurşunlu köyündeki kuyuda iki kattan daha fazla olarak belirlenmiştir. Diğer kuyu sularının elektriksel iletkenlik değerleri ise hafif bir düşüş göstermektedir. Benzer durum SAR değerleri içinde geçerlidir. Kurşunlu köyündeki kuyunun SAR değeri 0.6'dan 1.9'a yükselmiştir. Yenice köyü kuyusunun SAR değeri ise 1.2'den 0.3'e düşmüştür. Diğer örnekleme noktaları olan Deydinler, Edebey, Hasanpaşa ve Küçükyenice köylerindeki kuyu sularının SAR değerleri ise hafif azalma göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde tüm kuyuların suları SAR bakımından birinci sınıftır.

Çizelge 3. Kuyuların katyon ve anyon değerlerindeki değişim.**Table 3.** Changing of cation and anion values in well water.

Örnek Noktaları	Yıllar	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl
		me l ⁻¹						
Deydinler	2002	2.2	1.5	1.6	0.06	6.4	0.8	0.4
	2011	2.7	5.4	2.1	0.04	6.9	2.3	0.4
Edebey	2002	2.8	1.5	1.1	0.07	6.6	1.1	0.6
	2011	2.1	2.5	0.8	0.05	7.5	1.0	0.6
Hasanpaşa	2002	1.9	0.8	0.5	0.04	3.9	1.0	0.2
	2011	2.3	1.4	0.5	0.04	3.1	1.6	0.2
Küçükyenice	2002	1.8	1.7	1.1	0.05	5.1	1.6	0.4
	2011	1.7	2.4	0.9	0.05	7.2	1.1	0.3
Kurşunlu	2002	1.2	0.7	0.6	0.04	3.3	0.4	0.1
	2011	1.3	3.5	2.9	0.1	12.6	1.0	0.4
Yenice	2002	2.3	1.2	1.5	0.04	5.4	0.8	1.3
	2011	6.4	3.6	0.8	0.04	8.1	1.3	0.5

Çizelge 4. Kuyuların EC, SAR ve pH değerlerindeki değişim.**Table 4.** Changing of EC, SAR and pH values in well water.

Örnek Noktaları	EC (µs cm ⁻¹)		EC Sınıfları		SAR		pH	
	2002	2011	2002	2011	2002	2011	2002	2011
Deydinler	918	871	3	3	1.2	1.1	7.4	8.2
Edebey	983	847	3	3	0.8	0.5	7.5	7.2
Hasanpaşa	601	633	2	2	0.4	0.3	7.3	7.3
Küçükyenice	773	902	3	3	0.8	0.6	7.3	7.2
Kurşunlu	459	1070	2	2	0.6	1.9	7.6	6.9
Yenice	907	854	3	3	1.2	0.3	7.2	7.0
EC Sınıf Aralıkları	Birinci Sınıf 0-250		İkinci Sınıf 250-750		Üçüncü Sınıf 750-2250		Dördüncü Sınıf 2250-5000	
SAR Sınıf Aralıkları	Birinci Sınıf SAR < 3		İkinci Sınıf 3 < SAR < 9		Üçüncü Sınıf 9 < SAR			
pH Aralığı					6.5 – 8.5			

Örneklerin pH değerleri incelendiğinde, Deydinler köyü kuyusunda 2002 yılında 7.4 ölçülen değer 2011 yılında 8.2'ye yükselmiştir. En fazla düşüş ise Kurşunlu köyü kuyusunda belirlenmiştir. Söz konusu kuyu suyunun pH değeri 2002 yılında 7.6 iken 2011 yılında bu değer 6.9'a düşmüştür. Hasanpaşa köyü kuyusunda değişim gözlenmemiş ancak, Edebey, Küçükyenice ve Yenice köylerinde ise hafif azalma saptanmıştır. Kurşunlu ve Hasanpaşa köyleri drenaj havzasının başlangıç bölümünde yer almaktadır. Değerlendirmeye tabi tutulan elektriksel iletkenlik, SAR ve pH değerleri birlikte değerlendirildiğinde on yıllık zaman diliminde havzanın yeraltı suları söz konusu kalite değişkenleri açısından iyi durumdadır.

3.3. Bor içeriğindeki değişim

Bor her ne kadar bitki gelişimi için gerekli element olsa da çok düşük dozlarda toksisteye neden olabilmektedir. Normal şartlar altında, bor toksisitesine maruz kalan bitkilerin boyları kısalmış ve yaş ağırlıkları azalır. Azot, Fosfor ve Potasyum makro bitki besin elementlerinden olup bitkilerin temel yaşamsal fonksiyonlarını etkilemektedir. Söz konusu üç element ile bor arasında sinerjik bir etki söz konusudur (Patel ve Golakia 1986; Singh ve Singh 1990; Gezgin ve Hamurcu 2006).

İncelenen yıllar itibarıyla araştırma alanı yeraltı suyu kuyularının bor içeriklerindeki değişim Çizelge 5'de gösterilmektedir. Sınıflandırma sistemi olarak Scofield (1936)'ın sınıflaması kullanılmıştır. Söz konusu sınıflandırmada sulama suyunun bor içeriği bitkilerin toleransına göre hassas, yarı toleranslı ve toleranslı olmak üzere üç temel sınıfa ayrılmış ve bu sınıflarda konsantrasyon miktarına bağlı olarak beş farklı alt sınıf oluşturulmuştur. Yapılan değerlendirme sonunda oluşan sınıflar aynı çizelgede verilmiştir. En fazla artış Edebeyköyü kuyusunda belirlenmiştir. Söz konusu kuyuda 2002 yılında bor tespit edilememiş ancak 2011 yılında yapılan ölçümlerde 11.15 mg l⁻¹'lik bor içeriği saptanmıştır. Diğer bir ifadeyle söz konusu kuyuda bor konsantrasyonu on yıllık dönemde yaklaşık 11 kat artış göstermiştir. Benzer şekilde Kurşunlu köyü kuyusunda 4 kat, Yenice ve Deydinler köyü kuyularında 3 kat ve Hasanpaşa köyü kuyusunda ise 2 kat olarak belirlenmiştir.

Analiz sonuçları, hassas bitkiler bakımından incelendiğinde, 2002 yılında Kurşunlu, Küçükyenice ve Edebey köyleri birinci sınıftan 2011 yılında Küçükyenice köyü kuyusu (dördüncü sınıf) dışındaki tüm kuyular beşinci sınıfa düşmüştür. Yarı tolerans bakımından incelendiğinde ise Edebey, Küçükyenice ve Kurşunlu köyü kuyuları 2002 yılında birinci sınıf özellik gösterirken, 2011 yılında Küçükyenice köyü kuyusunun dışındaki diğer tüm kuyular beşinci sınıf özellik göstermektedir. Küçükyenice köyü kuyusu birinci sınıftan ikinci sınıfa düşmüştür. Toleranslı bitkiler bakımından değerlendirildiğinde ise benzer şekilde Edebey, Küçükyenice ve Kurşunlu köyü kuyuları 2002 yılında birinci sınıf özellik gösterirken, 2011 yılında Küçükyenice köyü kuyusunun dışındaki diğer tüm kuyular beşinci sınıf özellik göstermektedir. Yarı toleranslı bitkilerde olduğu gibi toleranslı bitkilerde de Küçükyenice köyü kuyusu birinci sınıftan ikinci sınıfa düşmüştür. Mevcut durumda Küçükyenice köyü kuyusu dışındaki kuyular, bor içeriği yüksekliği nedeniyle sulama suyu olarak kullanılmamalıdır.

3.4. Amonyum ve Nitritiçeriğindeki değişim

Amonyum suya azotlu organik bileşiklerin bozulması yoluyla girer. Mikrobiyolojik aktivite sonucu meydana gelir. Mikrobiyolojik kirlenmenin kimyasal belirtisidir. Ev atık sularında yaklaşık 10-20 mg l⁻¹ amonyum ve organik amin bileşikleri bulunur (Polat 2009). Azotlu organik bileşiklerin suda parçalanması sonucu amonyak oluşur. Oluşan amonyak suda çözülürse amonyum hidroksit elde edilir. Çözelti içinde bulunan toplam amonyak miktarı sıcaklığa ve suyun pH'sına bağlı olarak değişir. Suyun pH değerinin yüksek olması amonyağın toksite etkisini artırır. Sularda amonyak yaygın şekilde amonyum halindedir. Nitrat ve nitrit insan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin dekompozisyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bileşiklerin sudaki varlığı bakteriyel bir bulaşmanın varlığını gösterir. Son yıllarda nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak, bu maddelerin sularda bulunma olasılığı ve miktarı artış göstermiştir. Azot içeren sanayi atık suları, suni gübreler ve bozulmaya uğramış organik maddeler nitrat ve nitritin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Abercrombie ve Caskey 1972; Scorer 1974; Ağaoğlu ve ark. 2007).

Çizelge 5. Kuyuların Bor içeriğindeki değişim.

Table 5. Changing of Boron content in well water.

Yıl / Örneklem N.	Deydinler	Edebey	Hasanpaşa	Küçükyenice	Kurşunlu	Yenice	
2002	2.35	0	2.52	0	0	3.11	
2011	7.32	11.15	4.12	1.23	4.3	10.50	
2002	Hassas ¹	5. sınıf (>1.25)	1. sınıf (<0.33)	5. sınıf (>1.25)	1. sınıf (<0.33)	1. sınıf (<0.33)	5. sınıf (>1.25)
	Yarı Toleranslı ¹	4. sınıf (<2.50)	1. sınıf (<0.67)	5. sınıf (>2.50)	1. sınıf (<0.67)	1. sınıf (<0.67)	5. sınıf (>2.50)
	Toleranslı ¹	3. sınıf (<3.75)	1. sınıf (<1.00)	4. sınıf (<3.75)	1. sınıf (<1.00)	1. sınıf (<1.00)	4. sınıf (<3.75)
2011	Hassas	5. sınıf (>1.25)	5. sınıf (>1.25)	5. sınıf (>1.25)	4. sınıf (<1.25)	5. sınıf (>1.25)	5. sınıf (>1.25)
	Yarı Toleranslı	5. sınıf (>2.50)	5. sınıf (>2.50)	5. sınıf (>2.50)	2. sınıf (<1.33)	5. sınıf (>2.50)	5. sınıf (>2.50)
	Toleranslı	5. sınıf (>3.75)	5. sınıf (>3.75)	5. sınıf (>3.75)	2. sınıf (<2.00)	5. sınıf (>3.75)	5. sınıf (>3.75)
Değişim	Hassas	5'den 5. sınıfa	1'den 5. sınıfa	5'den 5. sınıfa	1'den 4. sınıfa	1'den 5. sınıfa	5'den 5. sınıfa
	Yarı Toleranslı	4'den 5. sınıfa	1'den 5. sınıfa	5'den 5. sınıfa	1'den 2. sınıfa	1'den 5. sınıfa	5'den 5. sınıfa
	Toleranslı	3'ten 5. sınıfa	1'den 5. sınıfa	4'den 5. sınıfa	1'den 2. sınıfa	1'den 5. sınıfa	4'den 5. sınıfa

¹: Scofield (1936) sınıflandırmasına göre oluşan sınıflar.

Araştırma alanındaki yeraltı suyu kuyularının 2002 ve 2011 yılındaki amonyum değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" dikkate alındığında oluşan amonyum sınıflar ($\text{mg NH}_4^+-\text{N l}^{-1} < 0.2$ birinci sınıf, $0.2-1.0$ arası ikinci sınıf, $1-2$ üçüncü sınıf ve $2 <$ dördüncü sınıf) Çizelge 6'da verilmiştir. Amonyum bakımından 2002 yılında tüm kuyu suları birinci sınıftan 2011 yılında ikinci ve üçüncü sınıfa düşmüşlerdir. En yüksek amonyum artışı Kurşunlu köyü kuyusunda 1.86 mg l^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Önlem alınmaması durumunda yakın gelecekte amonyum kirliliği nedeniyle söz konusu kuyular kullanılamaz duruma düşecektir. Benzer şekilde aynı yönetmenlikte nitrit sınıflar ($\text{mg NO}_2^--\text{N l}^{-1} < 0.01$ birinci sınıf, $0.01-0.06$ arası ikinci sınıf, $0.06-0.12$ üçüncü sınıf ve $0.3 <$ dördüncü sınıf) dikkate alındığında oluşan sınıflar Çizelge 6'da verilmiştir. 2002 yılında tüm örnek kuyuları nitrit bakımından iyi durumda olup birinci sınıfta yer alırken 2011 yılından sınır değerlerinin çok üzerine çıkmış ve dördüncü sınıfa düşmüşlerdir. 2011 yılı değerleri dikkatlice incelendiğinde bulunan değerlerin çok yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek değer Kurşunlu Köyü kuyusunda 37.16 mg l^{-1} olarak ölçülmüştür. Ayrıca kuyu sularının belirlenen nitrit içerikleri Ayers ve Westcot'un (1994) hayvan içme suları için önerdikleri üst limit (10 mg l^{-1}) değerinin de oldukça üstünde bulunmaktadır. Bu sınıflandırma sisteminde sadece Yenice kuyusunun suyu 7.09 mg l^{-1} lik konsantrasyonla izin verilen üst limitin altında belirlenmiştir. Amonyum konusunda, DeSimone ve Howes (1998) ve Kreitler (1979) ve nitrit konusunda ise Pirinçi ve Servi (1993); Durmaz ve ark. (2007) ve Ağaoğlu ve ark. (2007) kendi çalışma alanlarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 6. Kuyuların Amonyum içeriğindeki değişim.

Table 6. Changing of ammonium content in well water.

Örnekleme Noktaları	Amonyum (mg l^{-1})		Sınıfı ¹		Nitrit (mg l^{-1})		Sınıfı ¹	
	2002	2011	2002	2011	2002	2011	2002	2011
Deydinler	0.000	1.06	I	III	0.006	21.73	I	IV
Edebey	0.106	0.53	I	II	0.003	15.57	I	IV
Hasanpaşa	0.014	0.34	I	II	0.008	11.05	I	IV
Küçükyenice	0.075	0.62	I	II	0.005	18.55	I	IV
Kurşunlu	0.019	1.86	I	III	0.006	37.16	I	IV
Yenice	0.000	0.34	I	II	0.005	7.09	I	IV

¹: Sınıflar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ilgili tabloları dikkate alınmıştır (Anonim 2016).

4. Sonuç

Su kaynaklarını kullanım amacına uygunluğu ancak yapılan analizler sonucunda doğrulanabilir. Düşük kalite suların, sulama suyu olarak kullanımı, özel önem ve önlem gerektiren konulardandır. Çalışma alanında incelenen kuyu sularının on yıllık dönemdeki, EC, SAR, pH, katyon ve anyon değişkenlerinde önemli bir değişim saptanmamıştır. Söz konusu değişken açısından havzanın yeraltı suları iyi durumdadır. Bor içeriği yüksek sulama sularının bulunduğu bölgelerde mutlaka bora dayanıklı ve tercihen topraktan bor elementi kaldırabilen çeşit ve genotiplerin seçilmesi gereklidir. Borlu toprakların ıslahı oldukça güç ve maliyetli bir iş olması nedeniyle, bu suların uzun süreli kullanımlarda mutlaka topraktaki birikimi izlenmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Uzun dönemli planlamalarda,

suyun hacimsel bakımdan yeterli olduğu durumda pamuk, kuşkonmaz, yonca, ayçiçeği, yerelması gibi bor dayanımı yüksek ve aynı zamanda bor alımı yüksek olan bitkilerin tercih edilmesi, sürdürülebilir tarımsal üretim için son derece önemlidir. Ayrıca toprakta biriken borun bir kısmı bu şekilde kaldırılabilir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri dikkate alındığında 2002 yılında tüm örnek kuyuların amonyum ve nitrit değerleri bakımından birinci sınıftan 2011 yılında amonyum değerleri ikinci ve üçüncü sınıfa düşmüş ve nitrit bakımından ise dördüncü sınıfa gerilemiştir. En yüksek nitrit içeriği Kurşunlu Köyü kuyusunda 37.16 mg l^{-1} olarak ölçülmüştür. Ayrıca, Ayers ve Westcot'un (1994) hayvan içme suları için önerdikleri nitrit için üst limit (10 mg l^{-1}) değerinin de oldukça üstünde olduğu belirlenmiştir.

Resmi Gazetenin 23 Temmuz 2016 tarih ve 29 779 sayı ile yayınlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nin beklenen faydayı sağlaması ancak düzenli izleme ve değerlendirme yapılmasıyla mümkün olabilir. Türkiye'nin tamamında özellikle tarımın yoğun olarak yapıldığı ve yeraltı sularının sulamada kullanıldığı bölgelerde, en küçük havzalarda dahil riskli bölgeler belirlenmeli ve gerekli tedbirlerin alınarak uygulanması sağlanmalıdır.

Teşekkür

Çalışmanın tamamlanmasında katkıda bulunan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 1. Bölge Müdürlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abercrombie FN, Caskey AL (1972) The spectrofotometric determination of nitrate in water. Res.Rep. Univ. III. Urbana-Champaign, 49: 1-79.
- Ağaoğlu S, Alisharlı M, Alemdar S, Dede S (2007) Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması. YYÜ. Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 18(2): 17-24.
- Anonim (2012) İnegöl ekonomi raporu. İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası. Bilgi Hizmetleri ve Proje Müdürlüğü, İnegöl.
- Anonim (2016) Su Kirliliği kontrolü yönetmeliği. Web Adresi: <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>. Erişim Tarihi: 20.08.2016.
- Ayers RS, Westcot DW (1994) Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 173.
- Çelik M, Arıgün Z (2001) Yerköy (Yozgat) ovası yüzey ve yer altı sularının kalitesi ve kirliliği. I. Çevre ve Jeoloji Sempozyumu (Yeraltı suları ve Çevre Sempozyumu) Bildiriler Kitabı, 21-23 Mart 2001, İzmir, pp. 159-171.
- DeSimone LA, Howes BL (1998) Nitrogen transport and transformations in a shallow aquifer receiving waste water discharge: a mass balance approach. Water Resources Research, 34; 2: 271-285.
- Dişli Y (1997) Antalya ili Kale (Demre) ilçesi yer altı sulama suyu kalitesi üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek lisans Tezi), Konya.
- Durmaz H, Ardiç M, Aygün O, Genli N, (2007) Şanlıurfa ve yöresindeki kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeyleri. YYÜ. Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 18(1): 51-54.
- Gezgin S, Hamurcu M (2006) Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri

- arasındaki etkileşimler. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(39): 24-31.
- Grismar ME (1990) Leaching fraction, soil salinity and drainage efficiency. California Agriculture, Vol. 44/6, pp. 24-26.
- İB (2016) İnegöl Belediyesi web sayfası. Adres: <http://www.inegol.bel.tr/inegol/> İnegöl tarihi. Erişim Tarihi: 25.05.2016.
- Kaplan M, Akay S (1995) Salinity of irrigation water of green houses and its effects on the soil salinity in Kumluca and Finike regions. 9th Symp of CIEC, Kuşadası-Turkey. pp. 379-384.
- Kreitler CW (1979) Nitrogen-isotope studies of soils and ground water nitrate from alluvial fan aquifers in Texas. Journal of Hydrology Volume 42, Issues 1-2, June 1979, pp. 147-170.
- MGM (2016) Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sayfası. Adres: <http://www.meteor.gov.tr>. Erişim Tarihi: 22.06.2016.
- Öktüren Asri F, Demirtaş EI, Arı N, Arpacıoğlu AE, Özkan CF (2010) Antalya-Serik yöresi seralarında kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 23(2): 145-150.
- Patel MS, Golakia BA (1986) Effect of calcium carbonate and boron application on yield and nutrient uptake by groundnut. J. Indian Soc. Soil Sci. 34, 815-820.
- Pirinççi İ, Servi K (1993) Elazığ bölgesinde kullanılan sularda nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. Fırat Üniv. Sağlık Bil. Derg. 7(1): 91-100.
- Polat A (2009) Bir damla su. 1. Baskı, A4 Ofset Matbaacılık, Barın Cilt Evi, İstanbul.
- Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, U.S. Salinity Lab. Staff, U.S.D.A. Agr. Handbook No.60, USA.
- Scofield CS (1936) The salinity of irrigation water. Smithson Inst. Ann. Report., 1935: pp. 275-287.
- Scorer R (1974) Nitrogen: a problem of decreasing dilution. New Scientist, 62: 182-184.
- Singh BP, Singh B (1990) Response of French bean to phosphorus and boron in acid Alfisols in Meghalaya. J. Indian Soc. Soil Sci. 38, 769-771.
- Sreedevi P (2002) A case study on changes in quality of groundwater with seasonal fluctuation of Pageru riverbasin, Cuddapah District, Andhra Pradesh, India. Environmental Geology, 42(4): 414-423.
- Will E, Faust JE (2005) Irrigation water quality for greenhouse production. Agricultural Extension Service, PB 1617, The University of Tennessee, USA.
- Zengin M, Bayraklı F (1992) Konya ovası sulama sularının su kalitesi açısından sınıflandırılması üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(4), Konya.

Are genotypes of hybrid tomato adequate to getting high yield and quality?

Hibrit domates genotipleri yüksek verim ve kaliteye ulaşmak için yeterli midir?

Gafur GÖZÜKARA, Mustafa KAPLAN

Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Antalya, Turkey

Corresponding author (*Sorumlu yazar*): G. Gözükara, e-mail (*e-posta*): gafurgozokara@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 07 November 2016
Received in revised form 15 March 2017
Accepted 28 March 2017

Keywords:

Tomato
Performance
Producer
Greenhouse
Environmental variation

ABSTRACT

Genetic capacity and production practices determine yield and quality of crops. The objective of this study was to determine the effects of hybrid tomato cultivars and producers on the yield and quality. The plant materials included five commercial tomato hybrids (Yeliz, Lamia, 7806, Asil and Mira). The plants were grown in 12 different greenhouses, managed by individual farmers, in Antalya, Turkey, in the fall growing season of 2013-2014 (August to March). Both the cultivar and producer effects were significant ($p < 0.05$). Of all the fruit yield and quality measurements, the maximum mean differences due to producers were twice as much to that of cultivars (28.2% and 14.1%). Some of the hybrids showed higher adaptations as represented by lower variation among producers. In order to maximize the yield of a given cultivar, seed companies need to advise producers on the specific requirements of the hybrid. Otherwise, producers are not satisfied with the cultivar's performance and tend to change to a new cultivar. Breeding and marketing companies should train producers to minimize yield and quality losses in tomato as well.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 07 Kasım 2016
Düzeltilme tarihi 15 Mart 2017
Kabul tarihi 28 Mart 2017

Anahtar Kelimeler:

Domates
Performans
Üretici
Sera
Çevresel varyasyon

ÖZ

Genetik kapasite ve üretim uygulamaları bitkilerin verim ve meyve kalite kriterlerini etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı hibrit domates çeşitlerinin ve üreticilerin verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri belirlemektir. Bitki materyali olarak 5 ticari hibrit domates çeşidi kullanılmıştır (Yeliz, Lamia, 7806, Asil ve Mira). Bitkiler Antalya, Türkiye’de 12 farklı üretici serasında 2013-2014’de günlük üretim sezonunda (ağustos-mart) yetiştirilmiştir. Hem çeşit hem de üretici etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Üretici faktörünün incelenen tüm kriterlerdeki, maksimum farklar ortalaması çeşit faktörünün yaklaşık 2 katı olarak (% 14.1 ve % 28.2) gerçekleşmiştir. Üreticiler arasında bazı hibrit çeşitler düşük varyasyon ile yüksek adaptasyon göstermiştir. Çeşitlerin verimini en üst düzeye çıkarmak için, tohum şirketleri üreticilere hibrit domateslerin çok özel gereksinimleri konusunda tavsiyeler vermelidir. Aksi durumda, üreticiler çeşidin performansından memnun olmayarak ve yeni bir çeşit için çeşitlerini değiştirme eğilimindedirler. İslah ve pazarlama şirketleri, domates ürünlerinin verim ve kalite kayıplarını en aza indirmek için üreticileri eğitmelidir.

1. Introduction

Genetics and production practices determine yield and quality of tomato fruit (Sacks and Francis 2001; Gomez et al. 2001; Martinez-Valverde et al. 2002; Lenucci et al. 2006; Tigist 2013). Most breeding and marketing companies aid their producers on the specifics of agronomic requirements of the hybrid cultivars to achieve an optimum performance. However, these attributes may be adversely affected by conditions created by producers. Tomato growers usually change the cultivars when yield/profits fall below their expectations. It is observed that the growers obtaining below average yield tend to change cultivars the most often. This hinders those finding real solutions to their problem, failing to improve production practices.

In the regions where producers change cultivars frequently, impacts of cultivar and conditions of producers on the yield and quality of tomato were studied to make informed decisions.

There are a number of the studies focusing on the impact of the cultivars on yield and quality of crops (Gawad et al. 2005; Zaller 2007; Tigist 2013; Budak and Erdal 2016). The purpose of this study was to comparatively measure the impact and variation of cultivars and producers on the yield and quality of tomato grown by 12 different producers/greenhouses in the fall, in the central region Antalya, Turkey. The results may contribute to the cultivar selection strategies and facilitate farmer training programs in the region.

2. Materials and Methods

In the study, Yeliz (Semini seed co., US), Lamia (Hazera seed co., IL), 7806 (Semini seed co., US), Asil (Bircan seed co., TR) and Mira (Bircan seed co., TR) hybrid tomato cultivars, suitable for fall season and cultivated widely in Antalya region, were used as plant materials. The study was carried out between August 2013 and March 2014 in 12 different producers' greenhouses. Each producers planted 36 seedlings from each cultivar, 12 plants per replication and center 10 plants were used in data collections. Plantings were made 100 cm x 40 cm; the first harvest was on 23rd October 2013. Tomato was harvested 9 times in each producer greenhouse throughout the season. Fruits sampled from the 5th harvest from each producer were used for detailed analyses.

2.1. Calculation of the highest - lowest differential of the impact of cultivars and producers

Cultivars and Producers influence maximum difference = (Max. value - Min. value) / Max. value.

2.2. Total yield per plant

The fruits from each harvest were measured with a digital caliper (Mitutoyo, Digimatic, CN). They were classified as 1st quality (≥ 56 mm in diameter) or 2nd quality if smaller, cracked, and lacking desired color. Then, fruit yields for each quality classes were calculated (kg plant^{-1}) (Table 1 and 2).

2.3. Fruit measurements

The ten fruits randomly sampled from each harvest for each cultivar and producers were weighted, then, fruit weights (g fruit^{-1}) were determined (Table 1 and 2). Similarly, the fruit diameter was measured by a digital caliper (Mitutoyo, Digimatic, CN) and averaged for each cultivar/producer (Table 1 and 2).

2.4. Total soluble solids (TSS)

Five fruits were randomly samples representing each cultivar/producer on the 5th harvest were subjected to TSS measurement. The fruits were squeezed by a fruit press (Pro 120, Moulinex, FR), and juice was filtered through a rough filter paper. The amount of TSS was measured with a refractometer (Model Number REF121, Atago, CN) (Table 1 and 2, and the results were expressed as percent dry matter (Dogan et al. 2016).

2.5. Fruit firmness

Firmness was measured using a hand-held penetrometer (Digital Force Gauge, Chatillon 20755, Florida, USA) equipped with a conical probe (7.9 mm in diameter), measuring the peeled equatorial surface on 3 sides of the fruit. The results were expressed as kg cm^{-2} . For each test, ten fruit with 3 replications were used (Cemeroğlu et al. 2007) (Table 1 and 2).

2.6. Fruit color

External skin color (three measurements at three equidistant points on the equatorial region of each individual fruit) was measured on ten fruit from each replicate using a color meter (CR 200, Minolta, Ramsey, NJ, USA) and recording CIE L^* , a^* , and b^* values. Negative a^* values were indicated green and positive a^* values red color. Higher positive b^* values were

indicated a more yellow skin color and negative b^* blue color. These values were then used to calculate hue angle, where $0^\circ = \text{red-purple}$; $90^\circ = \text{yellow}$; $180^\circ = \text{bluish green}$; and $270^\circ = \text{blue}$ (McGuire 1992), and Chroma, which indicates the intensity or color saturation (Table 1 vs 2).

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad h^{\circ} = \arctan \frac{a^*}{b^*}$$

2.7. Statistical analysis methods

The five different hybrid tomato cultivars were grown in 12 greenhouses in the fall production season. In a randomized complete block design, the 12 greenhouses were used to calculate producers effect, and the cultivars as blocks. The data was analyzed using MINITAB-16 statistics software (Minitab Inc., US) and Tukey was used to separate the means ($p < 0.05$).

3. Results and Discussion

The effects of cultivar and producer, 1st and 2nd quality fruit yields; fruit weight, diameter, firmness, TSS, L, C* and h° values, were all significant ($p < 0.05$). Results showed that cultivar (Zorzoli et al. 2000; Rehman et al. 2000; Thompson et al. 2000; Hussain et al. 2001; Sacks and Francis 2001; Gomez et al. 2001; Martinez-Valverde et al 2002; Wold et al. 2004; Krauss et al. 2006; Lenucci et al. 2006; Satish et al 2007; Jones 2008; Cemeroğlu et al. 2009; Sharma et al. 2009; Dar and Sharma 2011; Helyes et al. 2014) and producer had substantial influence on the yields (Table 1 and 2). The percent differences in the yield of first-quality fruit were 13.8% and 51.1% due to cultivar and producer effects, respectively (Table 3). There were similar trend for 2nd quality fruit yields (Table 3). The effect of producer on the yield were about four times higher than cultivar. The cultivar Yeliz F1 had the highest first-quality fruit yield ($3.70 \text{ kg plant}^{-1}$), while the Asil F1, with the lowest standard deviation (± 0.17) (Table 1), showed the highest adaptation, an important factor when deciding to a new cultivar.

Similarly, both cultivar (14.0%) and producer (12.5%) had significant effect on the fruit weight (Table 3). The Mira F1 yielded the largest fruit ($161.9 \text{ g fruit}^{-1}$) while Lamia F1 exhibited the lowest variation (± 1.64) among the hybrids (Table 1). The fruit diameter also varied due to cultivar (3.3%) and producer (5.3%) (Table 3). The effect of producer on TSS was two-fold higher than that of cultivar (19.6 vs 10.8%) (Table 3). The Lamia F1 had the highest average TSS (4.25%), and the 7806 F1 the lowest variation (± 0.04) (Table 1).

Producers caused about 50% variation on fruit firmness, twice that of cultivars with 25% (Table 3). The Mira F1 exhibited the highest firmness and the Lamia F1 the lowest variation (± 0.18) (Table 1). Production practices (irrigation, fertilization, etc.) can dramatically improve or worsen the fruit firmness, hence shelf life of fruits.

The L^* value is a measure of the lightness of the sample, the C^* value describes its brightness while the h° value represents true color (Selçuk and Erkan 2015; Topcu et al. 2015). The color is one of the most important factors during marketing of fruit and vegetables. The maximum differences due to cultivar and producers were 2.3% and 10.0% on L^* value, 11.4% and 16.6% C^* value, 5.6% and 31% for hue angle, respectively (Table 3). Results indicate that production practices may have a large effect on the color of harvested fruit. The Asil F1 and Mira F1 possessed the highest L^* (42.99) while the Lamia the

Table 1. The effects of cultivars on fruit yield and quality criteria.

Cultivars	Yield kg plant ⁻¹		Fruit Weight g fruit ⁻¹	Fruit Diameter mm fruit ⁻¹	TSS %	Fruit Firmness kg cm ⁻²	Fruit Color		
	1. Quality	2. Quality					L	C*	h°
Yeliz	3.70±0.23 ^a	0.92±0.08 ^a	139.27±2.51 ^c	70.98±0.54 ^{bc}	3.79±0.13 ^b	2.70±0.22 ^b	42.15±0.41 ^b	27.57±0.72 ^b	50.84±1.66 ^a
Lamia	3.59±0.26 ^{ab}	0.82±0.13 ^a	139.95±1.64 ^c	70.56±0.31 ^c	4.25±0.11 ^a	2.75±0.18 ^b	41.99±0.37 ^b	30.34±0.55 ^a	49.58±1.69 ^{ab}
7806	3.50±0.21 ^{ab}	0.73±0.05 ^{ab}	152.28±2.85 ^b	72.17±0.48 ^{ab}	3.85±0.04 ^b	3.15±0.30 ^{ab}	42.65±0.38 ^{ab}	31.12±0.56 ^a	48.04±1.60 ^b
Asil	3.19±0.17 ^b	0.55±0.04 ^b	143.48±2.29 ^c	71.61±0.38 ^{bc}	3.87±0.07 ^b	3.02±0.21 ^b	42.99±0.50 ^a	30.07±0.54 ^a	50.89±1.77 ^a
Mira	3.28±0.21 ^{ab}	0.55±0.07 ^b	161.87±3.72 ^a	73.07±0.52 ^a	4.01±0.09 ^{ab}	3.60±0.23 ^a	42.99±0.41 ^a	30.47±0.65 ^a	50.51±1.79 ^a
Min.	3.19±0.17^b	0.55±0.04^b	139.27±2.51^c	70.56±0.31^c	3.79±0.13^b	2.70±0.22^b	41.99±0.37^b	27.57±0.72^b	48.04±1.60^b
Max.	3.70±0.23^a	0.92±0.13^a	161.87±3.72^a	73.07±0.52^a	4.25±0.11^a	3.60±0.23^a	42.99±0.41^a	31.12±0.56^a	50.89±1.77^a

*The differentials between the values not shown by the same letter are significant on 5% level.

Table 2. The effect of producers on fruit yield and fruit quality criteria.

Producers	Yield kg plant ⁻¹		Fruit Weight g fruit ⁻¹	Fruit Diameter mm fruit ⁻¹	TSS %	Fruit Firmness kg cm ⁻²	Fruit Color		
	1. Quality	2. Quality					L	C*	h°
1	3.03±0.23 ^{def}	0.96±0.16 ^{ab}	157.43±4.39 ^a	72.86±0.37 ^{ab}	3.76±0.17 ^{bc}	3.72±0.38 ^{ab}	42.30±0.28 ^c	32.81±0.72 ^a	45.06±0.64 ^{de}
2	3.76±0.27 ^{abcd}	1.18±0.21 ^a	144.70±6.01 ^{abc}	70.68±0.57 ^{bc}	3.98±0.08 ^{abc}	4.42±0.25 ^a	41.95±0.36 ^{cde}	29.76±2.01 ^{abc}	49.74±0.75 ^c
3	2.51±0.16 ^{ef}	0.65±0.06 ^{abc}	137.78±2.11 ^c	70.18±0.27 ^c	3.54±0.14 ^c	2.42±0.26 ^{cd}	43.21±0.56 ^{bc}	29.74±0.72 ^{abc}	54.49±1.98 ^{ab}
4	3.15±0.16 ^{cde}	0.48±0.03 ^c	152.30±4.98 ^{ab}	73.76±0.65 ^a	3.88±0.08 ^{abc}	3.64±0.30 ^{ab}	40.56±0.19 ^e	32.56±0.41 ^a	41.83±0.56 ^{ef}
5	3.49±0.19 ^{bcd}	0.63±0.05 ^c	149.14±4.07 ^{abc}	72.16±0.62 ^{abc}	4.02±0.09 ^{ab}	2.30±0.18 ^d	42.47±0.36 ^c	29.39±0.35 ^{abc}	48.90±0.62 ^{cd}
6	2.20±0.12 ^f	0.52±0.05 ^c	137.99±2.98 ^c	69.89±0.61 ^c	4.18±0.18 ^{ab}	2.45±0.33 ^{cd}	42.38±0.34 ^c	27.36±0.89 ^c	52.69±0.82 ^{bc}
7	3.50±0.24 ^{bcd}	0.71±0.07 ^{abc}	138.49±2.40 ^{bc}	70.57±0.25 ^{bc}	4.40±0.17 ^a	3.06±0.05 ^{bcd}	40.74±0.10 ^{de}	31.66±1.02 ^{ab}	39.85±0.87 ^f
8	4.50±0.22 ^a	0.60±0.14 ^{bc}	157.26±6.27 ^a	72.99±0.78 ^{ab}	3.92±0.10 ^{abc}	3.23±0.28 ^{bc}	42.60±0.30 ^c	30.09±0.88 ^{abc}	49.22±1.04 ^{cd}
9	4.18±0.23 ^{ab}	0.63±0.10 ^{bc}	153.68±7.47 ^a	71.43±0.91 ^{abc}	4.26±0.19 ^{ab}	3.70±0.23 ^{ab}	43.25±0.17 ^{bc}	28.82±0.44 ^{bc}	54.61±1.02 ^{ab}
10	3.99±0.14 ^{abc}	0.60±0.15 ^{bc}	150.29±6.67 ^{abc}	72.65±0.97 ^{ab}	3.86±0.09 ^{bc}	2.53±0.16 ^{cd}	45.07±0.19 ^a	28.21±0.31 ^c	56.50±0.75 ^{ab}
11	3.49±0.23 ^{bcd}	0.75±0.10 ^{abc}	144.03±6.70 ^{abc}	71.44±0.77 ^{abc}	3.86±0.01 ^{bc}	2.27±0.08 ^d	42.13±0.30 ^{cd}	29.91±0.73 ^{abc}	49.12±1.33 ^{cd}
12	3.61±0.11 ^{abcd}	0.82±0.14 ^{abc}	145.34±4.57 ^{abc}	71.54±0.58 ^{abc}	3.78±0.09 ^{bc}	2.77±0.16 ^{bcd}	44.53±0.53 ^{ab}	28.66±0.33 ^{bc}	57.75±0.89 ^a
Min.	2.20±0.12^f	0.48±0.03^c	137.78±2.11^c	69.89±0.61^c	3.54±0.14^c	2.27±0.08^d	40.56±0.19^e	27.36±0.89^c	39.85±0.87^f
Max.	4.50±0.22^a	1.18±0.21^a	157.43±4.39^a	73.76±0.65^a	4.40±0.17^a	4.42±0.25^a	45.07±0.19^a	32.81±0.72^a	57.75±0.89^a

*The differentials between the values not shown by the same letter are significant on 5% level.

Table 3. Cultivars and producer effect maximum differential on fruit yield and fruit quality criteria.

Differential effect	Yield		Fruit Weight (%)	Fruit Diameter (%)	TSS (%)	Fruit Firmness (%)	Fruit Color			Mean (%)
	1. Quality (%)	2. Quality (%)					L (%)	C* (%)	h° (%)	
Cultivars	13.8	40.2	14.0	3.3	10.8	25.0	2.3	11.4	5.6	14.1
Producers	51.1	59.3	12.5	5.3	19.6	48.6	10.0	16.6	31.0	28.2

lowest variation (±0.37). The 7806 F1 possessed the highest C* (31.12) while the Asil F1 the lowest variation (±0.54) (Table 1). The Asil F1 possessed the highest hue angle (50.89) while the 7806 the lowest variation (±1.60).

4. Conclusion

The genetic make up of a given hybrid determined half of the variation to that of the producer. However, the degree of difference varied among measurements, which was highest for 1st quality fruit by 51.1% caused by producers effect. The differences for 2nd quality fruits were the highest (59.3% vs 40.2%) due to producers and cultivars, respectively. This result show that 2nd quality fruit can be decreased in favor of 1st quality yield by both genetic improvement and better production practices. Some of producers tend to grow hybrids with high genetic capacity. However, other producers usually fail to get expected yield and quality, hence the profit, and change cultivar they grow more often. Hybrids with high environmental adaptation should be promoted for such producers to reduce yield and quality losses. Determining which performance is important for producers and how important it is for the cultivar

selection strategy of the manufacturer. This assessment also produces beneficial results in terms of which of the marketing proposals may or may not be right for the manufacturers. Seed breeding and marketing companies are considered to have performed these evaluations. However, in the sales phase, these results are not transferred sufficiently to producers, and producers often turn to variety because they can't choose the right varieties for their conditions and applications. Very frequent changing in cultivars may delay the focus on producers' inadequacies and application failure due to producers' preferences.

Acknowledgment

The authors would like to express their appreciation to the Scientific Fund of Akdeniz University (Project of Master Thesis) (Project No: 2013.02.0121.019).

References

Budak Z, Erdal İ (2016) Effect of foliar calcium application on yield and mineral nutrition of tomato cultivars under greenhouse condition Journal of Soil Science and Plant Nutrition 4(1): 1-10.

- Cemeroğlu B, Yemencioğlu A, Özhan M (2007) Food Analysis Book. Our Group Printery, Ankara, Turkey, 45-84.
- Cemeroğlu B, Yemencioğlu A, Özkan M (2009) Composition of Fruits and Vegetables, Fruit and Vegetable Processing Technology. Food Technology Association Publications Ankara, 728.
- Dar AR, Sharma JP (2011) Genetic variability studies of yield and quality traits in tomato. *Journal of Plant Breeding and Genetics* 5: 168-174.
- Dogan A, Selcuk N, Erkan M (2016) Comparison of pesticide-free and conventional production systems on postharvest quality and nutritional parameters of peppers in different storage conditions. *Scientia Horticulturae* 207: 104-116.
- Gomez R, Costa J, Amo M, Alvarruiz A, Picazo, M, Pardo JE (2001) Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. *Journal of Science of Food and Agriculture* 81: 1105-1105.
- Gawad GA, Arslan A, Gaihbe A, Kadouri F (2005) The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria. *Agricultural Water Management* 78: 39-53.
- Helyes L, Lugasi A, Daoud HG, Pek Z (2014) The simultaneous effect of water supply and genotype on yield quantity, antioxidants content and composition of processing tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 42(1): 143-149.
- Hussain SI, Khokhar KM, Mahmood T, Laghari MH, Mahmud MM (2001) Yield potential of some exotic and local tomato cultivars grown for summer production. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4: 1215-1216.
- Jones JB (2008) *Tomato Plant Culture in The Field, Greenhouse, and Home Garden*, CRC Press, Boca Raton, 339.
- Krauss S, Schnitzler WH, Grassmann J, Wöitke M (2006) The influence of different EC values in a simplified soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 441-448.
- Lenucci MS, Cadinu D, Taurino M, Piro G, Dalessandro G (2006) Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 2606-2613.
- Martinez-Valverde I, Periago MJ, Provan G, Chesson A (2002) Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato. *Journal of Science Food and Agriculture* 82: 323-330.
- McGuire RG (1992) Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 1254-1255.
- Rehman F, Khan S, Aridullah F (2000) Performance of different tomato cultivars under the climatic conditions of northern areas. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3: 833-835.
- Sacks EJ, Francis DM (2001) Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 126: 221-226.
- Satesh K, Sharma JP, Singh AK, Tiwari SP, Neerja S (2007) Harvest index, quality and morpho-metrical evaluation for identification of superior types in tomato. *Journal of Environment and Ecology* 25: 339-402.
- Selçuk N, Erkan M (2015) The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. *Postharvest Biology and Technology* 99: 9-19.
- Sharma JP, Singh AK, Satesh K, Sanjeev K (2009) Identification of traits for ideotype selection in tomato. Mysore. *Journal of Agricultural Science* 43: 222-226.
- Thompson KA, Marshall M, Sims CA, Wei CI, Sargent SA, Scott JW (2000) Cultivar maturity and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science* 65: 791-795.
- Tigist M, Workneh TS, Woldetsadik K (2013) Effects of variety on the quality of tomato stored under ambient conditions. *Journal Food Science Technology* 50(3): 477-486.
- Topcu Y, Dogan A, Kasimoglu Z, Sahin-Nadeem H, Polat E, Erkan M (2015) The effects of UV radiation during the vegetative period on antioxidant compounds and postharvest quality of broccoli (*Brassica oleracea* L.). *Plant Physiology and Biochemistry* 93: 56-65.
- Wold AB, Rosenfeld HJ, Holte K, Baugerod H, Haffner K (2004) Colour of post-harvest ripened and vine ripened tomatoes as related to total antioxidant capacity and chemical composition. *International Journal of Food Science & Technology* 39: 295-302.
- Zorzoli R, Pratta GR, Picardi LA (2000) Genetic variability for the tomato fruits shelf-life and weight in F3 families derived from an interspecific hybrid. *Pesq Agropec Bras* 35: 2423-2427.
- Zaller JG (2007) Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *European Journal of Soil Biology* 43: 332-336.

Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması*

Vermicompost application in red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) cultivation

Ahmet Şafak MALTAŞ, İsmail Emrah TAVALI, İlker UZ, Mustafa KAPLAN

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

Sorumlu yazar (Corresponding author): İ. E. Tavalı, e-posta (e-mail): etavali@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 06 Aralık 2016
Düzeltilme tarihi 20 Mart 2017
Kabul tarihi 29 Haziran 2017

Anahtar Kelimeler:

Organik gübre
Vermikompost
Bitki besleme
Toprak kalitesi
Kırmızı baş lahana

ÖZ

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütülen bu çalışmada uygulama konuları şu şekildedir: U-0 (kontrol), U-1 (0 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-2 (100 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-3 (200 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-4 (400 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K) ve U-5 (800 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K). Hasat ile elde edilen bitki örneklerinde kalite özellikleri (bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, ortalama baş ağırlığı, SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, pH, Vitamin C ve baş kuru ağırlığı), dekara verim değerleri ve bitkinin mineral beslenme durumu (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre artan dozlarda vermicompost uygulaması kırmızı baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini pozitif yönde etkilemiştir. Vermikompost uygulamalarına bağlı olarak ortalama baş ağırlığı ile dekara verim arasında ve lahana baş kuru ağırlığı ile Vitamin C değeri ve verim arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Lahana yaprağında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin konsantrasyonlarının vermicompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı ve buna bağlı olarak bitki verim (kontrolle oranla % 52.65) ve kalitesinin de arttığı görülmüştür. Gübreleme maliyetleri göz önüne alındığında kimyasal gübrelemeye ek olarak vermicompostun 400 kg da⁻¹ dozunun kırmızı baş lahana yetiştiriciliği için tavsiye edilebileceği belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 06 December 2016
Received in revised form 20 March 2017
Accepted 29 June 2017

Keywords:

Organic fertilizer
Vermicompost
Plant nutrition
Soil quality
Red cabbage

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of vermicompost application in red cabbage cultivation under the field conditions. The treatments included in the study were: U-0 (control), U-1 (0 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-2 (100 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-3 (200 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K), U-4 (400 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K) and U-5 (800 kg da⁻¹ vermicompost + N:P:K). Quality parameters (plant height, head diameter, head height, minimum and maximum head weight, average head weight, dry head weight, water-soluble dry matter, pH, and vitamin C), yield, and plant nutritional status (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, and Cu) were determined in plant samples collected at the end of the growth period. The results indicate that quality parameters, mineral nutrient status and yield were positively affected by vermicompost applied in increasing doses. In addition, positive correlations between average head weight and yield and between vitamin C, yield and dry head weight were observed. Vermicompost applications appeared to be effective in achieving sufficient levels in foliar N, P, Fe, Zn, and Mn contents and yield was found to be 52.65% higher than the control. Based on these results and economic factors, it was concluded that, in addition to mineral fertilizers, application of vermicompost in the rate of 400 kg da⁻¹ may be recommended for red cabbage cultivation.

*Bu makalede bulunan verilerin bir kısmı 12-15 Eylül 2017 tarihinde düzenlenecek olan 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi'nde "Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması" başlığı ile Özet/Poster olarak sunulmak üzere teklif edilmiştir.

1. Giriş

Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), mineraller ve vitaminler açısından oldukça zengin bir soğuk iklim sebzesidir. Yapraklarında bol miktarda askorbik

asit (Vitamin C), beta-karoten ve kalsiyum barındırır. Turşuluk ve salata olarak sık tüketilen kırmızı baş lahana tüketiciler tarafından oldukça sevilen bir kışlık sebzedir (Saygılı 2005).

Koyu yapraklı olanları daha fazla beta-karoten içerir. Antioksidan ve fotokimyasal özellikleri olan kırmızı baş lahana bitkisi birçok kanser türünün ve kalp hastalığı riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Kırmızı baş lahana içinde çok az miktarda yağ ve sodyum da bulunmaktadır (Alibas 2009). Kırmızı baş lahana oldukça zengin besin içeriği ile insanların günlük besin ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olan önemli bir sebzedir (Gündoğdu 2005).

Kırmızı baş lahana organik gübrelemeye hassas bir sebzedir (Eta ve Ece 2003). Bu nedenle kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde toprağa organik gübreleme yapmanın verimi yüksek ve kaliteli bitki eldesi açısından en önemli parametrelerden olduğu bilinmektedir (Saygılı 2005). Ayrıca, organik gübrelerin kimyasal gübreler ile beraber kullanımlarının her iki gübrenin bitki yetiştiriciliği kapsamında etkinliklerini artırdığı bölgemizde de yapılan bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Kaplan ve ark. 2008; Tavalı ve ark. 2013, Tavalı ve ark. 2014a). Ülkemizde her ne kadar yeterince tanınırlığı ve kullanımı yaygın olmasa da solucanlar tarafından üretilen organik bir gübre olan vermikompost dünya genelinde birçok ülkede kullanılmaktadır. Bu gübrenin en önemli etkisinin toprak biyolojik özellikleri üzerine olduğu bilinmektedir. Gübre içerisinde yer alan yararlı mikroorganizmalar (özellikle bakteriler) yetiştirilen bitkinin kök bölgesine yerleşerek buradan kökün etkileşim halinde bulunduğu rizosfere çeşitli antibiyotik, enzim (üreez, fosfataz, β -glikosidaz vb.) ve bitki gelişim düzenleyiciler (oksin, sitokinin, giberellik asit vb.) salgılamaktadırlar. Bu salgılar, hem bitkinin toprak kökenli patojenlerden (*fusarium* spp, *verticilium* spp. vb.) korunmasını hem de toprakta yaraysız konumdaki organik bağlı besin elementlerinden (azot, fosfor, karbon vb.) faydalanmasını ve de bitkinin kök, sürgün geliştirmesi ile meyve tutumuna yardımcı olmaktadır (Arancon ve ark. 2003; Jat ve Ahlawat 2006; Sharma ve Banik 2014; Uz ve ark. 2016; Yılmaz ve ark. 2016). Ayrıca, vermikompostun içerisindeki mineraller bitkinin kolay alabileceği formda ve kullanılabilir halde bulunduğundan bitki hızlı bir gelişim gösterebilmektedir. Nitekim, vermikompostun bu yolla birçok bitkinin kalite ve verimini artırdığı bildirilmiştir (Alam ve ark. 2007; Ali ve ark. 2007; Singh ve ark. 2008; Rangarajan ve ark. 2008; Pant ve ark. 2011; Doan 2014).

Bu çalışmanın amacı, kırmızı baş lahana üretiminde vermikompost uygulamasının bitkinin kalite parametreleri, dekara verimi ve mineral beslenme durumu üzerine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde (36°53'56.19''K, 30°38'16.12''D) açık tarla koşullarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanda 2010-2011 yılları bazı iklim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışmanın ana konusunu oluşturan vermikompost gübreleme materyali olarak kullanılarak kırmızı baş lahana yetiştiriciliği yapılmıştır. Vermikompost, ticari faaliyet gösteren bir gübre işletmesinden temin edilmiştir. Çalışmada, vermikompost toprağa farklı dozlarda uygulanmıştır. Ayrıca, herhangi bir gübrenin uygulanmadığı kontrol parselleri de oluşturulmuştur. Vermikompostun yanı sıra parsellere amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat gibi kimyasal gübreler sabit oranda uygulanmıştır (Çizelge 2). Opena ve Lo (1981) tarafından yapılan çalışmaya göre kırmızı baş lahana yetiştiriciliği için en uygun saf besin maddesi

Çizelge 1. Deneme alanının 2010-2011 yıllarına ait bazı iklim özellikleri.

Table 1. Climate characteristics of the study area in 2010-2011.

Aylar	Yağış (mm)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Nispi Nem (%)
Ekim (2010)	68.4	25.6	14.9	59.37
Kasım (2010)	121.2	20.1	10.3	58.43
Aralık (2010)	189.3	15.6	7.2	60.58
Ocak (2011)	205.8	14.9	5.8	60.90
Şubat (2011)	154.3	15.2	5.3	62.52

Çizelge 2. Denemede parsellere uygulanan vermikompost (VK) ve NPK dozları.

Table 2. Vermicompost and NPK doses applied in treatments.

Uygulamalar	
U-0	0 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (0 kg da ⁻¹ N + 0 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 0 kg da ⁻¹ K ₂ O)
U-1	0 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
U-2	100 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
U-3	200 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
U-4	400 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)
U-5	800 kg da ⁻¹ vermikompost + N:P:K (6 kg da ⁻¹ N + 3 kg da ⁻¹ P ₂ O ₅ + 6 kg da ⁻¹ K ₂ O)

miktarları sırasıyla 20 kg da⁻¹ N, 8 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 22 kg da⁻¹ K₂O'dur. Denemede, vermikompostun etkisini daha net görebilmek için kontrol uygulaması dışındaki bütün uygulamalara 6 kg da⁻¹ N, 3 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 6 kg da⁻¹ K₂O olacak şekilde kimyasal gübre ilave edilmiştir. Bu şekilde kimyasal gübre ile kombine edilen vermikompost dozları fide dikiminden yaklaşık 14 gün önce parsellere uygulanmıştır. Bitkilerin gelişim dönemi sonbahara denk geldiği için bitkinin su ihtiyacının bir kısmı yağışlarla karşılanmış, geriye kalan kısmı ise ihtiyaca göre hesaplanarak damla sulama sistemi ile parsellere eşit olarak verilmiştir.

Bitkisel materyal olarak Rondale F1 isimli geçici-salatalık, turşuluk kırmızı baş lahana çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler parsellere fide olarak dikildiği için tohumlar, 2:1 torf:perlit karışımı kullanılarak hazırlanan çimlendirme kasalarına 11.09.2010 tarihinde ekilmiş, dikim aşamasına gelen fideler 30.10.2010 tarihinde araziye şaşırtılmıştır. Bu çalışma, 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel olarak yürütülmüştür. Denemede parsel büyüklüğü 2.4 m² ve parseldeki bitki sayısı 10 adet olarak belirlenmiştir. Dikim sıra arası mesafe 80 cm ve sıra üzeri mesafe 60 cm olacak şekilde yapılmıştır. Denemeye alınan kırmızı baş lahana çeşidi ile ilgili kültürel işlemler dikimden hasat sonuna kadar düzenli olarak yapılmıştır (Ağaoğlu ve ark. 1995). Olgunlaşan kırmızı baş lahanaların hasadı ise bitkiler yaklaşık 120 günlük olunca yapılmıştır.

Analizlerde ve ölçümlerde kullanılmak üzere parsellerden tesadüfî olarak seçilen 5'er adet kırmızı baş lahana bitkisi kullanılmış ve sonuçlar 5 bitkinin ortalaması olarak verilmiştir. Olgunlaşan bitkiler, Rangarajan ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde lahana kalite göstergeleri olan baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı, baş kuru ağırlığı ve dekar verim

değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, bitki örneklerinde % SÇKM (Suda çözünebilir kuru madde), pH ve Vitamin C (%) değerleri ile besin elementleri (makro ve mikro) analizleri yapılmıştır. Bunun için başları ortadan ikiye ayrılan bitkilerin yarısı alınmış ve bu parçalarının alttan ve üstten uç kısımları uzaklaştırılmıştır. Daha sonra küçük parçalara ayrılarak bir parçalayıcı yardımıyla usaresi elde edilmiştir. Elde edilen bu usareden Pekmezci (1981) tarafından belirtilen yöntemle göre Vitamin C, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM) ve meyve suyu pH'ları ölçülmüştür.

Toprakta yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden bünye Bouyoucos (1951), toprak reaksiyonu-pH ve toprak elektriksel iletkenliği-EC (1/2.5= toprak/su) Jackson (1967), kireç Çağlar (1949), organik madde Black (1965), toplam azot modifiye Kjeldahl Kacar (1995), yarayıslı fosfor Olsen ve Sommers (1982) ve değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ise Kacar (1995)'e, alınabilir demir, çinko, mangan, bakır Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir (Çizelge 3).

Bitki örnekleri (başları) 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya değin kurutulup baş kuru ağırlıkları hesaplandıktan sonra öğütülerek analizlere hazır hale getirilmişlerdir. Analize hazırlanan bitki örneklerinde ve gübreleme materyali olan vermikompostta yapılan analizler ve analiz metotları ise şu şekildedir: Toplam N modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008). Ayrıca, bitkide ve vermikompostta toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu analizleri için örnekler Soltanpour ve Workman (1981) tarafından bildirildiği şekilde asit karışımı (4:1, HNO₃:HClO₄) ile yakılarak elde edilen ekstraktlarda ICP-OES cihazında (PE-Optima 7000DV) okunmuştur.

Laboratuvar analizleri ve ölçümler neticesinde elde edilen bulgular SPSS 17.0 paket programında varyans analizi yapılarak LSD testine (p<0.05) göre gruplandırılmış ve ayrıca Duncan çoklu karşılaştırma ve Pearson korelasyon testine tabi tutulmuştur (Yurtsever 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kırmızı baş lahananın kalite özellikleri ve verimine uygulamaların etkisi

Ölçümler ve hesaplamalar sonrası elde edilen bitki baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum, maksimum baş ağırlığı ve dekara verim değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir. Gübre uygulamaları ile bitki boyunda istatistiksel olarak önemli değişimler belirlenmiştir (p<0.001). En yüksek bitki boyu U-4 (37.96 cm) ve U-5 (38.40 cm) olarak tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen önemli kalite kriterlerinin başında gelen bitki baş çapı değerleri, uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermiştir (p<0.01). U-0 uygulamasına göre diğer tüm uygulamalar lahana baş çapını daha fazla arttırmıştır. Bununla birlikte, baş çapında U-5 uygulamasının en yüksek artışa sebep olduğu (p<0.01) belirlenmiştir. Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi sonucunda baş çapı ile baş yüksekliği (r= 0.375) ve verim (r= 0.673) arasında p<0.01 düzeyinde önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir. Denemede uygulamalara göre kırmızı lahana baş yüksekliği ve minimum baş ağırlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4).

İncelenen kalite parametrelerinden bir diğeri olan maksimum baş ağırlığı değerleri uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli değişim göstermiştir (p<0.001). En düşük

Çizelge 3. Denemede kullanılan toprağın ve vermikompostun özellikleri.

Table 3. Properties of soil and vermicompost used in the study.

Özellik	Toprak	Vermikompost
Bünye	Killi Tın	-
pH (1:2.5) su	7.62	7.80
EC (1:2.5) dS m ⁻¹	110	1450
Kireç (%)	17.7	-
Organik Madde (%)	2.1	48.95
Toplam N (%)	0.09	1.90
C/N	13.53	14.94
P (%)	0.0013	2.05
K (%)	0.19	2.83
Ca (%)	0.40	1.89
Mg (%)	0.09	0.92
Mn (mg kg ⁻¹)	2.67	500
Zn (mg kg ⁻¹)	0.47	100
Cu (mg kg ⁻¹)	0.25	44
Fe (mg kg ⁻¹)	1.20	1575

maksimum baş ağırlığı U-0 (1771.51 g) uygulamasında en yüksek ise U-5 (2593.79 g) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Benzer biçimde, ortalama baş ağırlığı değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.001). U-0 (1132.61 g) uygulamasına göre U-4 (1728.55 g) ve U-5 (1761.42 g) uygulamalarında baş ağırlığı sırasıyla % 52.62 ve % 55.52 artmıştır (Çizelge 4).

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde en önemli parametre şüphesiz verimdir. Çalışma kapsamında, gübre uygulamalarına bağlı olarak kırmızı baş lahana verimindeki değişim istatistiksel olarak oldukça önemli bulunmuştur (p<0.001). Bitki örneklerinde en yüksek verim değerleri U-4 (3600.57 kg da⁻¹) ve U-5 (3669.04 kg da⁻¹) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise U-0 (2359.23 kg da⁻¹) uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4). Ayrıca, ortalama baş ağırlığı ile bitki verimi (sırasıyla r= 0.935 ve r= 0.825) arasında önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Sebze halleri ve semt pazarları baz alındığında kırmızı baş lahananın özellikle baş büyüklüğü fazla olan ve daha fazla yer kaplayan çeşitlerinin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiği görülmektedir (Vural 2000). Nitekim, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde gübre uygulanan tüm parsellerde kırmızı lahanaların baş çaplarının önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ortalama baş ağırlığındaki artışın U-4 ve U-5 uygulamalarında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, kimyasal gübreye ek olarak vermikompost uygulaması ile birim alanda daha verimli kırmızı baş lahana yetiştiriciliği yapmak mümkün gözükmemektedir.

Lahana ve diğer sebzelerde verimi tek unsura bağlayarak değerlendirmenin tam anlamıyla açıklayıcı olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle verim unsuru kabul edilen tüm faktörlerin etkileri birlikte değerlendirilerek gübre uygulamasının verim üzerine artırıcı veya azaltıcı etkilerinin toplamının birlikte değerlendirilmeleri daha doğru olacaktır. Bu kapsamda kırmızı baş lahana verimini arttırdığı gözlemlenen vermikompostun bu bitkinin verimi üzerine etkisinin belirli bir eşik dozdan sonra (U-4) sabitlendiği ayrıca bu durumun bitki boyu, baş çapı ve maksimum baş ağırlığı gibi verim unsurlarına da benzer etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Benzer bulgular tarafımızdan daha önce yapılan çalışmalarda da (Tavali ve ark. 2014a, 2014b) tespit edilmiş olup kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde ekonomik faktör göz önüne alındığında

kimyasal gübrelemeye ek olarak verimkompostun 400 kg da⁻¹ (U4) dozunun yeterli olabileceği görülmektedir.

İncelenen kalite parametrelerinden olan SÇKM, vitamin C, baş kuru ağırlığı ve pH değerleri Çizelge 5'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere uygulamalar lahananın SÇKM değerleri üzerine istatistiksel anlamda önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Gübre uygulamaları neticesinde SÇKM değerlerinin 4.81 ile 5.01 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Vitamin C, insan beslenmesi açısından son derece önemli bir antioksidan olarak yer almaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre gübre uygulamaları sonrası bitki Vitamin C değerlerindeki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). En yüksek Vitamin C değeri U-3 (71.90 mg 100 ml⁻¹) uygulamasında, en düşük Vitamin C değeri ise U-O (59.50 mg 100 ml⁻¹) ve U-1 (57.30 mg 100 ml⁻¹) uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 5).

Bitki baş kuru ağırlığındaki değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek baş kuru ağırlığı U-4 (86.42 g) ve U-5 (88.07 g) uygulamalarında, en düşük baş kuru ağırlığı ise U-0 (56.63 g) uygulamasında

belirlenmiştir. Gübre uygulamaları pH değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa sebep olmamıştır. pH değerleri 6.81 ile 7.00 arasında yer almıştır (Çizelge 5). Suda çözünebilir toplam kuru madde ve pH değerlerinde istatistiki açıdan önemli değişim görülmemesi artan verim nedeniyle gerçekleşen seyrelme etkisi ile açıklanabilir. Korelasyon analizi yapıldığında ise kırmızı lahana baş kuru ağırlığı (r= 0.445) ile Vitamin C değeri (r= 0.458) ve verim (r= 0.352) arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak, bitki kuru maddesindeki artışın Vitamin C gibi antioksidan maddelerin artışını desteklediği kimi araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Tosun ve Yüksel 2008; Yılmaz 2010; Gündüz ve Özdemir 2012; Tavalı ve ark. 2014a).

3.2. Kırmızı baş lahananın besin elementi konsantrasyonlarına uygulamaların etkisi

Gübre uygulamaları bitkinin makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarına etkisi farklı düzeylerde olmuştur. Kırmızı baş lahananın makro besin elementi konsantrasyonundaki değişiklikler Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 4. Hasat edilen kırmızı baş lahanalarda baş ağırlığı, bitki boyu, baş çapı, baş yüksekliği, minimum ve maksimum baş ağırlığı ve verim değerleri.

Table 4. Head weight, plant height, head diameter and height, maximum and minimum head weight and yield values for harvested red cabbage.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
Bitki boyu (cm)	23.06c ^Z	29.86b	30.59b	35.89ab	37.96a	38.40a	0.001
Baş çapı (cm)	16.60b	18.07ab	18.10ab	18.58ab	18.10ab	19.88a	0.003
Baş yüksekliği (cm)	12.85 ^Y	13.21	13.18	13.05	12.98	13.15	0.112
Minimum baş ağırlığı (g)	718.09	721.48	719.28	718.16	719.86	720.31	0.098
Maksimum baş ağırlığı (g)	1771.51c	1996.59b	1998.81b	2050.36ab	2427.61a	2593.79a	0.001
Ortalama Baş ağırlığı (g)	1132.61d	1213.22c	1241.18c	1622.48b	1728.55a	1761.42a	0.001
Verim (kg da ⁻¹)	2359.23d	2527.14c	2585.38c	3379.63b	3600.57a	3669.04a	0.000

^Z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. ^Y: Önemli değil.

^Z: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test. ^Y: Not significant.

Çizelge 5. Hasat edilen kırmızı baş lahanalarda SÇKM, Vitamin C, baş kuru ağırlığı ve pH değerleri.

Table 5. Water-soluble dry matter, vitamin C, dry head weight and pH values in harvested red cabbage.

Özellik	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
SÇKM (%)	4.81 ^Y	5.01	4.93	4.87	4.91	5.01	0.825
Vitamin C (mg 100 ml ⁻¹)	59.50d ^Z	57.30d	62.60c	71.90a	67.80ab	69.70ab	0.003
Baş kuru ağırlığı (g)	56.63d	60.66c	62.05c	81.10b	86.42a	88.07a	0.012
pH	6.91	6.81	6.92	7.00	6.81	6.93	0.083

^Z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. ^Y: Önemli değil.

^Z: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test. ^Y: Not significant.

Çizelge 6. Uygulamaların kırmızı baş lahananın makro besin elementi kapsamı üzerine etkileri (%).

Table 6. Effect of treatments on macro nutrient contents of red cabbage (%).

Makro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
N	2.59c ^Z	2.62c	2.79b	3.45ab	3.57a	3.60a	0.003
P	0.27d	0.33c	0.37c	0.59a	0.56a	0.58a	0.028
K	2.61b	2.61b	2.64b	2.81ab	2.87ab	3.16a	0.005
Ca	1.40c	1.73b	1.78b	1.98ab	2.00ab	2.23a	0.039
Mg	0.29 ^Y	0.30	0.30	0.32	0.31	0.33	0.283

^Z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. ^Y: Önemli değil.

^Z: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test. ^Y: Not significant.

Bitkinin toplam azot (N) konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). U-0 (% 2.59) ve U-1 (% 2.62) uygulamalarının lahananın N konsantrasyonuna etkilerinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte en yüksek N konsantrasyonu U-4 (% 3.57) ve U-5 (% 3.60) uygulamaları ile elde edilmiştir (Çizelge 6). Deneme toprağının toplam azot kapsamının % 0.09 gibi düşük bir değerde olduğundan kontrol (U-0) ve U-1 uygulamalarının kırmızı baş lahananın azot beslenmesi için yeterli olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, denemede kullanılan % 1.90 azot içeriğine sahip vermikompostun üst dozlarının lahananın N konsantrasyonlarındaki artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum vermikompostun lahanaya yetiştiriciliğinde N beslenmesini desteklediğini ortaya koymaktadır. Nitekim, bu gübrenin kullanıldığı pek çok çalışmada bitkilerin azot konsantrasyonlarının önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmektedir (Kumari ve Ushakumari 2002; Azarmi ve ark. 2008; Yang ve ark. 2008; Gopal ve ark. 2010).

Bitkinin toplam fosfor (P) konsantrasyonu uygulamalardan istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). U-3, U-4 ve U-5 (sırasıyla % 0.59, % 0.56 ve % 0.58) uygulamaları en iyi sonucu vererek aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 6). Toprağa organik madde ilave edildiğinde P mineralizasyonunun arttığı bilinen bir durumdur. Benzer şekilde, yapılan çalışmalar sonucunda vermikompost uygulaması ile toprakta P mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir (Hashemimajid 2004; Arancon ve ark. 2006; Uma ve Malathi 2009). Ayrıca, organik maddenin yüksek kireç içeriği ve pH'ya sahip olan topraklarda P'un yarayışsız hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin P'u daha kolay alabildiği bilinmektedir (Kacar ve Kovancı 1982). Buna paralel olarak çalışmamızda da kırmızı baş lahananın P konsantrasyonunun artması denemede kullanılan vermikompostun P'ca zengin (% 2.05) bir gübre olmasından ve bitki kökü ile mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmesine (Azarmi ve ark. 2008) bağlı olarak da toprakta alınabilir P'un miktarını arttırdığından dolayı lahananın P beslenmesini olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Bitkinin toplam potasyum (K) konsantrasyonuna gübre uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek K konsantrasyonu U-5 (% 3.16) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 6). Diğer taraftan, en düşük K konsantrasyonu U-0 (% 2.61), U-1 (% 2.61), U-2 (% 2.64) uygulamalarında tespit edilmiş olup diğer uygulamalardan elde edilen sonuçlar bu dört uygulama arasında yer almışlardır. U-1 ve U-2 uygulamaları ile U-0 uygulaması arasında istatistiksel farklılığın bulunmaması deneme toprağındaki değişebilir K kapsamının kırmızı baş lahanaya yetiştiriciliği için yeterli ve kısmen yüksek (% 0.19) olmasından kaynaklanmış olabilir. U-5 uygulamasında ise yüksek düzeyde uygulanan vermikompostun içerdiği K'un (% 2.83) kırmızı baş lahananın K beslenmesini toprak kapsamına ek olarak katkıda bulunduğu varsayılmaktadır. Nitekim, bazı araştırmacılar

tarafından vermikompostun toprağı N ve P'un yanı sıra K'ca da zenginleştiren bir gübre olduğu bildirilmektedir (Preetha ve ark. 2005; Chamani ve ark. 2008; Sinha ve ark. 2010). Ancak, uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bulunan bu farkların K beslenmesi açısından etkisi düşünüldüğünde tüm uygulamalarda lahana yaprağı K konsantrasyonu sınır değerleri (% 2-4) açısından yeterli gözükmemektedir (Jones ve ark. 1991).

Bitkinin toplam kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek sonuç U-5 (% 2.23) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 6). Vermikompostun olumsuz toprak koşullarını iyileştiren bir organik gübre olduğu düşünüldüğünde bitki kök gelişimi üzerine olumlu etkide bulunarak toprakta bulunan Ca'dan kırmızı baş lahananın daha iyi yararlandığı ayrıca vermikompost içindeki Ca miktarının da (% 1.89) bu etkiye katkı sağladığı düşünülebilir. Nitekim, solucan dışkılarıyla (vermikompost) yetiştirilen bitkilerin Ca konsantrasyonlarının artış gösterdiği rapor edilmiştir (Kale 1996). Kırmızı baş lahananın toplam magnezyum (Mg) konsantrasyonuna, uygulamaların istatistiksel önemli etkisi bulunmamıştır (Çizelge 6).

Bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konmasında dikkate alınan en önemli parametrelerden biriside yapraktaki bitki besin elementlerinin kritik konsantrasyonlarıdır. Kırmızı baş lahana bitkisi için Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki makro besin elementlerinin konsantrasyonları incelendiğinde özellikle N (% 3.5-4.8 yeterlilik aralığı) ve P (% 0.3-0.65 yeterlilik aralığı) elementlerinin vermikompost uygulaması ile yeterlilik düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. N elementi için U-4 ve U-5 düzeyinde vermikompost uygulamalarında kırmızı baş lahananın N konsantrasyonlarının yeterli olduğu diğer uygulamalarda ise N konsantrasyonlarının yetersiz olduğu bulunmuştur. P elementi için ise kontrol dışındaki tüm uygulamalarda bitkideki P konsantrasyonlarını yeterli düzeye taşımıştır.

Kırmızı baş lahananın mikro besin element (Fe, Zn, Mn ve Cu) konsantrasyonları uygulamalardan farklı derecelerde etkilenmişlerdir (Çizelge 7). Kırmızı baş lahananın yaprağındaki Fe, Zn, Mn konsantrasyonları istatistiki açıdan önemli bulunmuş (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.05$ ve $p<0.05$) iken Cu konsantrasyonu değişimi önemsiz bulunmuştur. Bitkinin en yüksek Fe konsantrasyonu U-4 (148.00 mg kg⁻¹) ve U-5 (150.51 mg kg⁻¹), Zn konsantrasyonu U-2 (56.16 mg kg⁻¹) ve Mn konsantrasyonu U-4 (63.11 mg kg⁻¹) ve U-5 (65.08 mg kg⁻¹) uygulamalarında belirlenmiştir. Özellikle toprakta Fe kapsamının yetersiz olmasına rağmen vermikompostun Fe içeriğinin (1575 mg kg⁻¹) yüksek olmasına bağlı olarak bitkinin demir ihtiyacı karşılanmıştır. U-4 uygulamasında yeterli Fe beslenmesi (148.00 mg kg⁻¹) gerçekleştiği için U-5 uygulaması ile arasında istatistiki açıdan bir fark oluşmamıştır. Toprakta

Çizelge 7. Uygulamaların kırmızı baş lahananın mikro besin elementi kapsamları üzerine etkileri (mg kg⁻¹).

Table 7. Effect of treatments on micro nutrient contents of red cabbage (mg kg⁻¹).

Mikro besin elementi	Uygulamalar						Önemlilik (P değerleri)
	U-0	U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	
Fe	22.63d ^Z	68.99c	90.89b	90.79b	148.00a	150.51a	0.001
Zn	12.28d	20.81c	56.16a	50.75b	48.26b	48.03b	0.021
Mn	31.20e	36.20d	44.08c	54.15b	63.11a	65.08a	0.044
Cu	9.13 ^Y	8.95	8.96	9.03	9.05	8.98	0.328

^Z: Satırlarda Duncan testine göre % 5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir. ^Y: Önemli değil.

^Z: Within rows mean values followed by different letters are significantly different at the % 5 level according to Duncan's multiple range test. ^Y: Not significant.

yeterli miktarda Mn olmasına rağmen vermicompostun yüksek düzeyde Mn içermesinden (500 mg kg^{-1}) dolayı özellikle üst dozlar (U-4, U-5) bitkinin Mn beslenmesinde en iyi sonucu vermiştir. Bitkinin Zn konsantrasyonu değerlendirildiğinde ise U-0 ve U-1 uygulamalarında bitkide Zn beslenmesi yeterli bulunmamış, en uygun vermicompost dozunun U-2 olduğu tespit edilmiştir. U-3, U-4, U-5 uygulamalarında ise vermicompostun içeriğinde bulunan yüksek fosforun toprakta alınabilir Zn miktarını azalttığı belirlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde en uygun vermicompost dozunun U-2 dozunun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, vermicompostun toprak pH'sı üzerine olan düşürücü etkisi (Azarmi ve ark. 2008) bitkinin mikro element alınımına katkıda bulunduğu söylenebilir. Nitekim, pH'nın düşmesi ile toprakta alınabilir Fe, Mn ve Zn kapsamının arttığı bilinmektedir (Kacar ve Katkat 2007; Çetin ve Tolay 2009).

Lahana bitkisi için elde ettiğimiz mikro element konsantrasyonları, Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen yapraktaki mikro besin elementlerinin kritik konsantrasyonları ile kıyaslandığında kontrol dışındaki tüm uygulamalarda bitki mikro element (Fe: $30\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$, Zn: $20\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$, Mn: $25\text{-}200 \text{ mg kg}^{-1}$) beslenmesinin yeterli olduğu (Cu hariç) belirlenmiştir.

4. Sonuç

Vermicompost uygulamasının kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde bitki boyu, baş ağırlığı, baş çapı, maksimum baş ağırlığı gibi kalite kriterleri, bitki besin elementi konsantrasyonu (N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn) ve bitki verimini istatistiki açıdan pozitif etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, Vitamin C ve baş kuru ağırlığı değerlerinin de gübre uygulamaları karşısında istatistiki olarak önemli derecede değişime uğradığı tespit edilmiştir. Vermicompost uygulamalarına bağlı olarak ortalama baş ağırlığı ile dekara verim arasında ve kırmızı lahana baş kuru ağırlığı ile Vitamin C değeri ve verim arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, bitki yaprağında özellikle N, P, Fe, Zn, Mn elementlerinin konsantrasyonlarının vermicompost uygulaması ile beslenme açısından yeterli düzeye ulaştığı görülmüştür.

Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermicompostun kullanım olanaklarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre kimyasal gübrelemeye ek olarak vermicompost kullanımı ile kaliteli, verimli ve mineral besinlerce zengin bitkiler yetiştirmek mümkün gözükmektedir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre verim ve kalite açısından kıyaslandığında kimyasal gübrelemeye ek olarak 400 ve 800 kg da^{-1} vermicompost uygulamalarının oldukça etkili oldukları belirlenmiş ancak girdi maliyetleri de dikkate alındığında kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde 400 kg da^{-1} vermicompost uygulamasının en uygun doz olduğu çalışmamızda belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu gübrenin diğer bitki türlerinde ve farklı yetiştirme koşullarında uzun süreli çalışmalarda göstereceği performansların belirlenmesi ile vermicompostun bitkisel üretimde daha etkin şekilde kullanılması sağlanabilecektir.

Kaynaklar

Ağaoğlu YS, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksal Aİ, Yanmaz R (1995) Genel Bahçe Bitkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 4 Sayfa No: 13 –15, Ankara.

- Alam MN, Jahan MS, Ali MK, Ashraf MA, Islam MK (2007) Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh. Journal of Application Science Research 3(12): 1879-1888.
- Ali M, Griffiths AJ, Williams KP, Jones DL (2007) Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. European Journal of Soil Biology 43: 316-319.
- Alibas I (2009) Microwave, Vacuum, and Air Drying Characteristics of Collard Leaves. Drying Technology, 27(11): 1266-1273.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD, Lee S, Welch C (2003) Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia 47: 731-735.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P (2006) Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology 97: 831-840.
- Azarmi R, Giglou MT, Taleshmikail RD (2008) Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. African Journal of Biotechnology 14: 2397-2401.
- Black CA (1965) Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, USA, 1372-1376.
- Bouyoucos GJ (1951) A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Chamani E, Joyce DC, Reihanytabar A (2008) Vermicompost effects on the growth and flowering of *Petunia hybrida* 'Dream Neon Rose'. Am-Eurasia. Journal of Agriculture and Environment Science 3: 506-512.
- Çağlar KÖ (1949) Toprak Bilgisi, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yayınları, Sayı:10.
- Çetin Ö, Tolay İ (2009) Fertigasyon (sulama ile birlikte gübreleme) Hasat Yayıncılık 25-28 ISBN 978-975-8377-69-5.
- Doan TT, Bouvier C, Bettarel Y, Bouvier T, Henry-des-Tureaux H, Janeau JL, Lamballe P, Van Nguyen B, Jouquet P (2014) Influence of buffalo manure, compost, vermicompost and biochar amendments on bacterial and viral communities in soil and adjacent aquatic systems. Applied Soil Ecology 73: 78–86.
- Eta Z, Ece A (2003) Bazı beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) çeşitlerinin Tokat yöresine uygun ekim zamanları ve verimliliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Alatarım 2(1): 33-39.
- Gopal M, Gupta A, Planiswami C, Dhanapal R, Thomas GV (2010) Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Current Science Vol. 98, No. 9.
- Gündoğdu A (2005) Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Karalahanalarda (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Bazı Element Tayinleri. Yüksek Lisans Tezi, (yayınlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, s. 165.
- Gündüz K, Özdemir E (2012) Çileklerde meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2(1): 9-14.
- Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, Shariatmadari H (2004) Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of Plant Nutrition 27: 1107-1123.
- Jackson ML (1967) Soil Chemical Analysis, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jat RS, Ahlawat IPS (2006) Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize. Journal of Sustainable Agriculture 28: 41-54.
- Jones JB, Wolf JrB, Mills HA (1991) Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.

- Kacar B, Kovancı İ (1982) Bitki, toprak ve gübrelere kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 354, İzmir.
- Kacar B (1995) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3.
- Kacar B, Katkat V (2007) Gübrelere ve Gübreleme Tekniği 486-501.
- Kacar B, İnal A (2008) Bitki analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, Ankara.
- Kale DR (1996) Earthworms. The significant contributors to organic farming and sustainable agriculture. Proceedings of the National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture. UAS, Bangalore, India, 9-11 October, 1996, pp. 5-57.
- Kaplan M, Sönmez S, Polat E, Demir H (2008) Effects of organic and mineral fertilizers on yield and nutritional status of lettuce. *Asian Journal of Chemistry* 20: 1915-1926.
- Kumari MSS, Ushakumari K (2002) Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Tropical Agriculture* 40: 27-30.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42(3): 421-428.
- Olsen SR, Sommers EL (1982) Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soils analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Edit: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney, 404-430.
- Opena RT, Lo SH (1981) Cultivar Practices for Chinese Cabbage At AVRDC. *International Cooperator's Guide* pp. 81-105.
- Pant A, Radovich TJK, Hue NV, Arancon NQ (2011) Effects of vermicompost tea (Aqueous Extract) on Pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science & Utilization* 19(4): 279-292.
- Pekmezci M (1981) Kütdiken limonunun muhafazası üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No.158, Bilimsel araştırma ve inceleme tezleri, 49, s. 70.
- Preetha D, Sushama PK, Marykutty KC (2005) Vermicompost+inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Journal of Tropical Agriculture* 43: 87-89.
- Rangarajan A, Leonard B, Jack A (2008) Cabbage transplant production using organic media on farm. In: Proceedings of National Seminar on Sustainable Environment. N. Sukumaran (Ed). Bharathiar University, Coimbatore, pp. 45-53.
- Saygılı S (2005) Beyaz ve kırmızı baş lahanaya yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayınları No: S/18 s. 6.
- Sharma RC, Banik P (2014) Vermicompost and fertilizer application: Effect on productivity and profitability of baby corn (*Zea Mays* L.) and soil health. *Compost Science & Utilization* 22: 83-92.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT (2008) Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of stawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
- Sinha J, Biswas CK, Ghosh A, Saha A (2010) Efficacy of vermicompost against fertilizers on *cicer* and *pisum* and on population diversity of N₂ fixing bacteria. *Journal of Environmental Biology* 31: 287-292.
- Soltanpour PN, Workman SM (1981) Use of inductively-coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro and micro nutrients in NH₄HCO₃-DTPA extracts of soils. In Barnes R.M. (ed). *Developments in Atomic Plasma Analysis*, pp. 673-680, USA.
- Tavali İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2013) Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(2): 115-120.
- Tavali İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2014a) Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *Alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(1): 61-67.
- Tavali İE, Uz İ, Orman Ş (2014b) Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(2): 119-124.
- Tosun İ, Yüksel S (2008) Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi. *Gıda Mühendisliği Dergisi* 24(7): 40-46.
- Uma B, Malathi M (2009) Vermicompost as a soil supplement to improve growth and yield of *Amaranthus* species. *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 5: 1054-1060.
- Uz İ, Sonmez S, Tavali İE, Cıtak S, Uras DS, Cıtak S (2016) Effect of vermicompost on chemical and biological properties of an alkaline soil with high lime content during celery (*Apium graveolens* L. var. *dulce* Mill.) production. *Not Bot Horti Agrobo*, 44(1): 280-290.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ (2000) Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova, İzmir.
- Yang L, Li T, Li F, Lemcoff JH, Cohen S (2008) Fertilization regulates soil enzymatic activity and fertility dynamics in a cucumber field. *Scientia Horticulturae* 116: 21-26.
- Yılmaz İ (2010) Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 17(2): 143-153.
- Yılmaz E, Özen N, Özen MÖ (2016) Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different growing media. 2nd International Conference On Science, Ecology and Technology (ICONSETE).
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.

Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different soilless growing media

Farklı topraksız yetiştirme ortamlarında domatesin (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) fide verim ve kalitesindeki değişimin belirlenmesi

Erdem YILMAZ¹, Nil OZEN¹, Melahat Ozge OZEN²

¹Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Antalya, TURKEY

²Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Biotechnology, Antalya, TURKEY

Corresponding author (Sorumlu yazar): E. Yılmaz, e-mail (e-posta): erdemyilmaz@akdeniz.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 23 November 2016
Received in revised form 12 June 2017
Accepted 30 June 2017

Keywords:

Growing Media
Peat
Seedling
Zeolite
Vermicompost

ABSTRACT

In this study, changes in the yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) seedlings at different soilless growth media were studied under greenhouse conditions. For this purpose, as a growing medium; peat, zeolite vermicompost and different mixtures of these substrates [Zeolite 100% (M1); Peat 100% (M2); Peat 80% + Vermicompost 20% (M3); Zeolite 80% + Vermicompost 20% (M4); Peat 65% + Zeolite 15% + Vermicompost 20% (M5); Peat 40% + Zeolite 40% + Vermicompost 20% (M6)] were used. At the end of the 45-day trial period, seed germination percentage, seedling height, seedling stem diameter, shoot fresh weight, root length, root weight and plant nutrients content (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu) were determined. In the experiment, media of M5 was found to give the best results for germination percentage, seedling height, root length, seedling fresh weight and root weight parameters of tomato seedling. M1 environment did not make a positive impact on the tomato seedling cultivation. However, the data suggested that it would be useful zeolite in a mixture with other media. Based on the results obtained, the M5 provides more advantageous environment for the development of seedling and it can be readily used in terms of seedlings growing in soilless culture.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 23 Kasım 2016
Düzeltilme tarihi 12 Haziran 2017
Kabul tarihi 30 Haziran 2017

Anahtar Kelimeler:

Yetiştirme Ortamı
Torf
Fide
Zeolit
Vermikompost

ÖZ

Bu çalışmada, farklı topraksız yetiştirme ortamlarındaki domatesin fide verim ve kalitesindeki değişimler sera koşulları altında araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada yetiştirme ortamı olarak; torf, zeolit ve vermikompost ve bu maddelerin farklı karışımları [Zeolit % 100 (M1); Torf % 100 (M2); Torf % 80 + Vermikompost % 20 (M3); Zeolit % 80 + Vermikompost % 20 (M4); Torf % 65 + Zeolit % 15 + Vermikompost % 20 (M5); Torf % 40 + Zeolit % 40 + Vermikompost % 20 (M6)] kullanılmıştır. 45 günlük deneme periyodu sonunda: tohum çimlenme yüzdesi, fide boyu, fide gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu, kök ağırlığı ve bitki besin element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu) belirlenmiştir. Araştırmada, çimlenme yüzdesi, fide boyu, kök boyu, fide yaş ağırlığı, kök ağırlık parametrelerinde M5 ortamı en iyi sonuç veren ortam olmuştur. M1 ortamı (% 100 zeolit) domates fide yetiştiriciliğinde olumlu etki meydana getirmemiş ancak diğer ortamlarla karışım halinde kullanılmasının daha uygun olacağı belirlenmiştir. Diğer taraftan, M5 ortamının fide gelişimi bakımından avantajlı olduğu ve topraksız kültürde fide yetiştiriciliğinde rahatlıkla kullanılabileceği belirlenmiştir.

1. Introduction

Greenhouse production area in Turkey is nearly 65 000 ha, and vegetable production is made in about 96% of this area (TUIK 2014). Tomato is located in the first place among the agriculturally important species in terms of production area and greenhouse grown. Vegetable production is conducted intensively in Mediterranean region (especially in Antalya) of Turkey and the production is also possible during winter season.

Therefore, Antalya is suitable for growth in any season of the year. Greenhouse cultivation area of Antalya is 26 000 hectares. Tomato is cultivated half of the total area, and produced about 2.5 million tons of tomatoes (Anonymous 2016). In vegetable production, qualified seed and seedling is very important to achieve a good yield. Seedling growth period in plant production is very important stage and has an effect on growing

and development of plant, early harvest, total efficiency and fruit number per plant. Seedling productions with traditional methods have caused stress for plants (Marković et al. 1995). The most important factors affecting success in soilless culture include climate, greenhouse construction, seedling and breeding.

Many materials can be used as growing media; they are those which have desirable properties, such as abundant nutrients, high water retention capacity, adequate aeration and easy transportation and availability, to ensure the optimum seedling growth. Among these, perlite, vermiculite, pumice and coco-peat for seedling production are important substrates (Kılıç and Kılıç 2006).

Mainly, there are three types of soilless cultivation based on substrates used: a) with buffering substrates (e.g. peaty substrates) b) with inert substrates (e.g. rock-wool) c) with no substrates (e.g. NFT) (Gül et al. 2005). Substrate culture is gaining importance year-by-year all over the world. The physical and chemical characteristics of substrates used in the production of vegetables are quite diverse, and natural and artificially produced new sources are rearing as a growing media.

Peat, widely used as the growing media and formed by the decomposition of organic materials in soil, is defined as a substance that usually has a colloidal structure and therefore improve the soil structure, water and nutrient holding, and adjusts the soil temperature (Kaşka and Yilmaz 1974). Zeolite is another soilless substrate and a type of inclusion compounds. It is a hydrated aluminosilicate and characterized by three-dimensional networks of SiO_4 and AlO_4 tetrahedral, linked by the sharing of all oxygen atoms (Reháková et al. 2004). Zeolites are characterized to have high ability to lose and gain water and to exchange cations without a major change in its structure (Mumpton 1999; Kithome et al. 1999) and these properties of the zeolites convert the zeolites into a potentially useful substance (Harland et al. 1999).

Vermicompost is defined as the end-product of the breakdown of organic matter by earthworms. The importance of earthworms in the breakdown of organic matter and the release of the nutrients that it contains has been known for a long time. It has been demonstrated clearly that some species of earthworms are specialized to live in decaying organic matter and can degrade it into fine particulate materials, rich in available nutrients, with considerable commercial potential as plant growth media or soil amendments (Edwards and Arancon 2004; Garg et al. 2008). Research into vermicomposting and commercial projects has been developed in many countries (Edwards 2004). In soilless culture, various opinions about substrates used in vegetable production have been reported in many investigations (Demidov et al. 1991; Benitez et al. 1999; Kipp et al. 2000; Butt 2001; Raviv et al. 2002; Chaoui et al. 2003; Nelson 2003; Jones 2005). Organic amendments such as vermicompost also add growth-influencing substances like plant hormones as observed by many researchers (Atiyeh et al. 1999). Thus, the application of vermicompost may affect germination of seed and growth of seedling, and incorporation of vermicompost into growing media has been shown to significantly improve plant growth, since it constitutes a slow-release source of nutrients and also modifies the physical properties of the potting substrates (Chaoui et al. 2003; Hidalgo et al. 2006).

The aim of this work was to evaluate the effects of various growth media mixtures on seedling quality and nutritional contents in tomato (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1).

2. Materials and Methods

2.1. Materials

This experiment was conducted (November-December 2014) in a greenhouse located at the Seed Research and Development Center of Akdeniz University (36° 54' 0.17" N; 30° 38' 53.30" E) in Antalya, Turkey. The greenhouse is 10 m × 14 m × 6.5 m, and tomato (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) was used as the plant material. Temperature of the greenhouse where the experiment was conducted was measured weekly. The lowest temperature during incubation was 26 °C in the 6th week and the highest temperature was 38 °C in the 1th week. Six different growth media used in the experiment (Table 1) and some selected physicochemical properties of these media are given in Table 2.

Research was established according to the randomized complete block design in three replicates. Forty seeds were sown into each growing medium, totaling 720 seedlings, and the experiment ended after ~45 days. No nutrient or fertilizer was used in this research but seedling trays were regularly irrigated with tap water to maintain humidity suitable for plant growing.

As growing medium, peat (Silu Kudra), zeolite (Agro Clino), vermicompost (Green-PIK) and mixtures of these media are used in the experiment. These substrates were procured from various commercial vendors. The vermicompost is the end product provided by a "Staratel" earthworm (*Eisenia fetida*) population in the process of treating/enriching especially prepared cattle manure compost. Some specifications of the substrates as provided by their manufacturers are given in Table 3, Table 4 and Table 5. In the study, peat and zeolite individual media used were designated as control treatments.

Table 1. Growing media used in the experiment.

Growing Media (GM)
100% Zeolite (M1)
100% Peat (M2)
80% Peat + 20% Vermicompost (M3)
80% Zeolite + 20% Vermicompost (M4)
65% Peat + 15% Zeolite+ 20% Vermicompost (M5)
40% Peat + 40% Zeolite+ 20% Vermicompost (M6)

Table 2. Some physicochemical properties of the growing media.

GM	Moisture (pF ₀) (%)	Moisture (pF _{1.7}) (%)	Bulk Density (g cm ⁻³)	Porosity (%)	Macro Pore (%)	Micro Pore (%)	pH (1:5)	EC (µS cm ⁻¹)
M1	57.61	27.57	0.97	56.12	26.86	29.26	5.9	123.5
M2	157.31	121.64	0.19	31.22	24.13	7.09	5.8	499.7
M3	184.45	146.31	0.19	35.95	28.49	7.46	6.0	709.7
M4	63.21	28.86	0.89	55.99	25.57	30.42	6.0	386.0
M5	116.04	52.93	0.54	62.63	28.57	34.06	6.0	241.0
M6	136.87	103.21	0.38	52.03	39.25	12.78	6.4	670.3

Table 3. Some analytical data of peat stated by the producer company.

Parameters	Values
pH	5.5–6.5
Fulvic Acid (%)	7
Saltiness (g L ⁻¹)	0.2–1.5
Organic N (%)	0.1
C/N	Max.50
Organic Carbon of Biological Origin (%)	30
Cu (mg kg ⁻¹)	<150
Zn (mg kg ⁻¹)	<150

Table 4. Some analytical data of zeolite stated by the producer company.

Parameters	Values
pH	7–8
Porosity (%)	30
Maximum Moisture (%)	20
Total Na (%)	0.5
Total K (%)	1.5
B (mg kg ⁻¹)	2

Table 5. Some analytical data of vermicompost stated by the producer company.

Parameters	Values
Moisture (%)	40–45
Ash (%)	35–45
Organic Matter (%)	55–65
Humic Substance (%)	25–32
Total N (%)	1.0–2.0
Total P (% P ₂ O ₅)	1.5–3.0
Total K (% K ₂ O)	1.2–2.0
Ca (%)	4.0–6.0
Mg (%)	0.6–2.5
Fe (%)	0.6–2.5
Mn (mg kg ⁻¹)	60–80

2.2. Methods

The percentage of moisture at pF₀ and pF_{1.7}, macro- and micro- porosity, and total porosity for growing media are determined by using sand-box apparatus according to the principle of the tension methods (Richards 1949). Bulk density was measured using the cylinder method (Black 1965), and pH and EC was measured in a 1:5 (soil:water) aqueous extract (Jackson 1967).

At the end of a trial period of 45 days, germination percentage (%), seedling height (cm), stem diameter (mm), seedling root length (mm), seedling root weight (g), and fresh weight per seedling (g seedling⁻¹) were measured in seedlings from the start of seedling until sufficient height for planting. Macronutrient [nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K⁺), magnesium (Mg²⁺), calcium (Ca²⁺)] and micronutrient [iron (Fe²⁺), zinc (Zn²⁺), manganese (Mn²⁺), and copper (Cu²⁺)] contents were also analyzed in order to determine differences observed on yield and quality of tomato seedlings in different growing media.

Plant samples were washed by distilled water and dried in a forced-air oven at 65 °C to reach constant weight. After drying, dry weight of seedlings was recorded. The seedlings were ground separately in a stainless mill to pass through a 20-mesh

screen and kept in clean polyethylene bags for analysis. Dried seedling samples of 0.5 g each were digested with 10 ml nitric acid (HNO₃) / perchloric acid (HClO₄) (4:1) acid mixture on a hot plate. The samples were then heated until a clear solution was obtained. The same procedure was performed several times. The samples were filtered and diluted to 100 ml using distilled water, and the results were obtained using the ICP-OES (Perkin Elmer-Inductively Coupled Plasma). Total N was determined by a modified Kjeldahl method (Bremner 1965); the other elements in wet-digested extracts were determined by spectrophotometer for P (Bray and Kurtz 1945) and atomic absorption spectrophotometer for K⁺, Ca⁺⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, and Mn²⁺ (Jackson 1962).

All data were analyzed by LSD multiple comparison test ($P \leq 0.05$). All results presented in the text are expressed as mean values ($n = 3$). Statistical analyses were performed using IBM® SPSS® Statistics 20 software package (IBM Corporation 2016).

3. Results and discussion

Changes in the percentage of germination (%), seedling height (cm), root length (cm), shoot fresh weight (g seedling⁻¹), fresh root weight (g root⁻¹) and stem diameter (mm) of tomato seedlings in different growing media are given in Table 6.

Considering the percentage of germination, all growing media (GM) had statistically significant effects ($P < 0.01$) and M5 growth media showed the highest increase in germination percentage. The lowest percentage of germination was obtained in M1 and M2 medium (Table 6). Growth media with vermicompost mixtures gave rise to a positive effect on germination. It is thought that hormones and nutrient content in vermicompost can be effective on the germination percentage. In another study, it has been reported that vermicompost led to significant increases in germination rate and plant growth (Edwards and Burrows 1988).

One of the most important factors is the temperature of seed germination. In our study has emerged importance of the mixture level of the growth medium on the environment temperature. Indeed, the highest germination percentage was obtained in the high peat and vermicompost and the lowest zeolite mixture medium. In such growth medium, moisture content and color intensity of the growing medium is considered to be an important factor for heat uptake and distribution by growth media. Carter (2002) stated that temperature control is very important in the seed germination period.

Significant differences ($P < 0.001$) in the other quality parameters of the emerging seedlings at different growth medium (height, root length, fresh weight of seedling and root, and stem diameter) was observed (Table 6). The highest seedling height were obtained in M5 (23.18 cm), M3 (22.01 cm) and M6 (21.74 cm) growth medium. These growth media have taken place in the same statistical group in terms of their effect on seedling development. The lowest seedling height value (4.88 cm) was obtained in M1 growth medium (Table 6).

Considering the length of seedling roots, significant differences ($P < 0.001$) occurred between the growing media, and seedling root length was obtained at the highest value (14.65 cm) in M2 medium. Meanwhile, the lowest root growth (6.92 cm) was obtained in M1 medium. Seedling root length in other growing medium were realized as M3>M5=M6>M4 (Table 6). Considering the fresh weight per seedling, significant differences ($P < 0.001$) in the fresh weights of the seedlings at different growing media has occurred. The highest fresh weight

of seedlings obtained from the four growths medium (M3, M4, M5, and M6), and these environments have taken place in the same group statistically. On the other hand, the lowest fresh weight values of seedling roots (10.84 cm) were obtained in M1 medium. (Table 6).

The effect of growth medium on seedling root fresh weight was significant ($P < 0.001$). The highest root fresh weight values in seedlings were obtained in M4, M5 and M6, and these growth mediums have taken place in the same statistical group in terms of their effect. On the other hand, the lowest values of the fresh weight of the root were obtained in M1 (Table 6).

Significant differences ($P < 0.001$) were obtained in stem diameter of emerging seedlings at different growth media. The highest values in seedling stem diameter were obtained from the M3, M4, M5 and M6 growth medium, and these growth medium have taken place in the same statistical group in terms of their impact. The lowest value in the seedling stem diameter was obtained in M1 medium (Table 6).

In our study, it was determined that the best growing seedlings were obtained in the environment in which the vermicompost mixture was placed. It is thought that the high biological capacity of vermicompost may be effective in this result. Indeed, when analytical data of vermicompost are analyzed it is understood to include many components which are important for the development of plant growth. Also favorable results are obtained is considered to be also dependent on the physical and physicochemical properties of the prepared mixtures. Considering several physicochemical parameters (moisture retention, temperature, retention of the nutrients and nutrient available etc.) it was concluded that M3, M4, M5 and

M6 are the most appropriate growth medium. Arancon et al. (2004) have reported that higher values of germination rate in vermicompost-amended plots may be ascribed to high porosity, aeration, water holding capacity and presence of humic-like materials and other plant growth-influencing substances (such as plant growth hormones) produced by micro-organisms during vermicomposting. In another study, highest homogeneity of seed germination was observed in vermicompost. In addition, plant height, root length and leaf area were higher in vermicompost and biochar than in farmyard manure (Sarma and Gagoi 2015).

Data on the nutrient content of seedlings is presented in table 7. In terms of nutrients content (N, P, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , and Cu^{2+}) significant variations ($P < 0.001$; $P < 0.01$) were obtained among growth mediums. Nitrogen (N) content of the seedling was significantly affected ($P < 0.001$) by the different growth medium. The highest N value was obtained with M5 medium and the lowest N value with M1 medium (Table 7). The lack of nitrogen content of M1 medium led to the lowest nitrogen concentration in seedlings. Altan et al. (1998) stated that the zeolite does not contain nitrogen. However, it is known that the zeolite has a high ammonia adsorption capacity (Emma et al. 1999). Kurama et al. (1999) stated that due to slow nitrogen release to external ambient by zeolite the effect of zeolite on seed germination, plant growth and development are quite slow.

Phosphorus (P) and potassium (K) content of the seedling was significantly affected ($P < 0.001$) by the different growth medium (Table 7). The highest seedling P content was obtained

Table 6. Changes of germination percentage, seedling height, root length, seedling fresh weight, fresh root weight, and stem diameter of tomato (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different growing media¹.

GM	Germination (%)	Height (seedling) (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (seedling) (g)	Fresh weight (root) (g)	Stem diameter (mm)
M1	91c ²	4.88d	6.92d	10.84c	7.36d	1.51c
M2	92c	11.32c	14.65a	51.36b	15.43c	2.38b
M3	94ab	22.01a	11.99b	110.73a	30.48b	2.93a
M4	93b	18.79b	10.01c	101.07a	47.24a	2.84a
M5	96a	23.18a	11.10bc	110.60a	40.00a	2.93a
M6	93b	21.74a	10.82bc	109.26a	40.64a	2.91a
Mean	93.16	16.99	10.91	82.31	30.19	2.58
LSD (5%) ³	**	***	***	***	***	***

¹Values of $n = 3$.

²The difference between values not shown with the same letter are significant at $P < 0.05$ level.

³*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$

Table 7. Changes of the nutrient contents of the seedling of tomato (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in different growing media¹.

GM	Nutrients (mg kg ⁻¹)									
	N (%)	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
M1	0.050d ²	385.40e	22093.33c	25090.00	6585.33a	901.23b	237.10a	158.40a	151.30a	9.68a
M2	0.140c	2774.66b	26590.00c	16653.33	1623.00d	916.56b	121.49b	132.46b	46.24b	5.89b
M3	0.260ab	3146.00a	36340.00b	17763.33	2431.00c	1322.00a	103.72b	93.81c	42.87b	4.19c
M4	0.240b	1556.00d	48700.00a	19743.33	3144.66b	976.50b	166.30b	75.98c	41.27b	2.87c
M5	0.310a	3081.00a	41470.00a	16456.66	2316.66c	1016.93b	100.23b	94.82c	37.98b	3.71c
M6	0.260ab	2505.33c	42130.00a	30740.00	2245.33c	949.60b	417.96a	82.37c	47.82b	3.69c
Mean	0.214	2241.00	36220.55	21074.44	3057.66	1013.80	191.13	106.31	61.24	5.00
LSD (5%) ³	***	***	***	ns	***	***	**	***	***	***

¹Values of $n = 3$.

²The difference between values not shown with the same letter are significant at $P < 0.05$ level.

³*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, ns: not significant.

within M3 and M5 medium, and the lowest seedling P content observed with M1 medium. In addition, purple colorations were seen in seedlings grown in M1 medium, and this purple color formation may be caused by the accumulation of anthocyanins on the leaves of seedlings grown in M1 environment. It is thought that phosphorus availability or phosphorus uptake by the plant may be negatively affected due to the fact that the zeolite media temperature may be lower than that of other environments. The highest seedling K content was obtained in the M4, M5 and M6 growth medium, and K values among these media were found to be similar. The lowest K value was obtained in media M1 and M2.

Changes in the Ca content of the seedlings in all growth media were not statistically significant. On the other hand, differences in the seedlings Mg content at different growth media were significant ($P < 0.001$), and the highest Mg value was obtained in M1 medium (Table 7). Sodium (Na) levels of seedlings in the different growth medium were also significantly ($P < 0.001$) affected. The highest seedling Na content was obtained in M3. Sodium (Na) values of seedlings in other media were found to be similar (Table 7).

Considering the micro-nutrient contents in seedlings, the highest zinc (Zn^{2+}), manganese (Mn^{2+}) and copper (Cu^{2+}) values in tomato seedlings were obtained in M1 medium, and the highest iron (Fe^{2+}) value was obtained in M6 and M1 medium (Table 7).

In our experiment, the scope of nutrient changes of tomato seedling growing in the different growing media it is understood that the media of M3 and M5 is quite appropriate in terms of macro-nutrient contents especially N, P and K. When evaluated in terms of the micro-nutrient contents, it is observed that a lack of micro-nutrient content of seedling (except Fe) in mediums which containing mixtures of peat and vermicompost.

4. Conclusions

According to the data evaluated; the effect of prepared environments on the yield and quality of tomato seedlings is dependent on the physical and chemical differences of the materials used in growth medium. In general, in terms of seedling growth and quality the best results were obtained with mixture of peat and vermicompost growth medium. In practice, peat is generally preferred in seedling production in agricultural sector. However, a mixture of peat + vermicompost might provide better results and can be successfully used in the seedling production. Considering the seedling leaf analysis, the higher N, P and K contents in seedlings were obtained with mixture of peat and vermicompost medium compared with other mediums (especially M1 and M2 medium). Especially M5 growth environment (65% Peat + 15% Zeolite + 20% Vermicompost) provided the best results in the physical seedling quality and efficiency parameters. The fact that the physical, chemical and biological properties (holding elements, water retention capacity, macro and micro porosity balance, pH, EC, humic and fulvic acid content, and heat retention and heat dissipation capacity etc.) of the M5 environment are at an appropriate level has affected seedling development in the positive direction. The zeolites used in M5 medium can be seen as an important factor for keep the nutrients in environment or provide slow release of nutrient out of the environment. Trinchera et al. (2010) reported that secondary roots and the proliferation of root hairs in maize increase with both micronized and granular clinoptilolite substrates where zeolite

particles adhere to the root surface, and this result is related to the enhanced solubilization of organic matter and nutrient availability. In this respect, the M5 growth medium may be seen as an encouraging environment for optimization of root medium and nutrient uptake in soilless culture. Also in this study, it has been understood that need studies to determine the interactions between the vermicompost and other used substrates in soilless culture.

Acknowledgment

We would like to thank the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) for financing the project (No. 2209-A). This work was presented at an international symposium (ICONSETE 2016) and published as an abstract in its congress book.

References

- Altan A, Altan Ö, Alçiçek A, Nalbant M, Akbaş Y (1998) Utilization of natural zeolite in poultry. I. Effects of adding zeolite to litter on broiler performance, litter moisture and ammonia concentration. *Aegean Univ. J. Agric. Fac.* 35, 9-16.
- Anonymous (2016) Statistics. www.tuik.gov.tr.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh RM, Metzger JD (2004) Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology* 93: 139-144.
- Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA, Metzger, JD (1999) Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. *Pedobiologia*. 43: 724-728.
- Benitez E, Nogales R, Elvira C, Masciandaro G, Ceccanti, B (1999) Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludge composting with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 67(3): 297-303.
- Black CA (1965) *Methods of soil analysis*, part 2. Madison, Wisc. ASA.
- Bray RH, Kurtz LT (1945) Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- Bremner JM (1965) Total nitrogen. In: C.A. Black et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy* 9: 1149-1178. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Butt SJ (2001) The effects of different growing media on the growth, yield and quality in cos lettuce and tomato grown in a cold glasshouse. Ph.D. Thesis. Tekirdağ Agricultural Faculty Horticultural Major Sciences. Tekirdağ, Turkey.
- Carter B (2002) Rosanne Minarovic Cooperative Extension Service, Box 7602 North Carolina State University Raleigh, NC 27695-7602.
- Chaoui HI, Zibilske LM, Ohno T (2003) Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 295-302.
- Demidov AS, Khrzhanovskii Ya V, Shaidorov Yu I, Geodakyan, RO (1991) Growing of *Basella rubra* L. as a salad crop. *Rastitel'nye Resury*, 27(3): 124-129.
- Edwards CA, Burrows I (1988) The potential of earthworm composts as plant growth media. In: C.A. Edwards, & E. Neuhauser, (Eds.), *Earthworms in waste and environmental management* (pp 21-32), The Hague, SPB Academic Press.
- Edwards CA (2004) *Earthworm ecology*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton.
- Edwards CA, Arancon NQ (2004) Interactions among organic matter earthworms and microorganisms in promoting plant growth. In: *Functions and Management of Organic Matter in Agro ecosystems*. C. A. Edwards (Editor in Chief), F. Magdoff, R. Weil (Eds.) Crc Press, Boca Raton, p. 327-376.

- Emma LC, Nicholas AB, David CS, Geoffrey WS (1999) Ammonia removal from wastewaters using natural Australian zeolite. II. Pilot-Scale study using continuous packed column process. *Separation Science and Technology*. 34(14): 2741-2760.
- Garg VK, Gupta R, Yadav A (2008) Vermicomposting technology for solid waste management. In: Ashok Pandey, Carlos Ricardo Soccol, Christian Larroche (Eds.), *Potential of Vermicomposting Technology in Solid Waste Management*. Springer New York. Part.4, pp. 468-511. DOI 10.1007/978-0-387-75213-6_20.
- Gül A, Eroğul D, Ongun AR (2005) Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisphead lettuce. *Scientia Horticulturae* 106: 464-471.
- Harland J, Lane S, Price D (1999) Further experiences with recycled zeolite as a substrate for the sweet pepper crop. *Acta Horticulturae* 481: 187-194.
- Hidalgo PR, Matta FB, Harkess RL (2006) Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *Horticultural Science*. 41: 1474-1476.
- IBM Corporation (2014) IBM SPSS Statistics 20. IBM Corporation, Armonk, NY. URL <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss/spss-trials.html>.
- Jackson ML (1962) *Soil Chemical Analyses*. Constable and Company Ltd., England.
- Jackson MC (1967) *Soil Chemical Analysis*. New Delhi, India: Prentice Hall of India.
- Jones BRJ (2005) *Hydroponics: A practical guide for the soilless grower*, 2nd ed. Boca Raton, FL.: St. Lucie Press.
- Kaşka N, Yilmaz M (1974) The cultivation technique of horticultural crops. Çukurova University, Agriculture Faculty Publications, No: 79, Ankara. (In Turkish).
- Kılıç AM, Kılıç O (2006) Evaluation of Gördes zeolite deposit of Turkey for industrial uses. *Asian Journal of Chemistry* 18(2): 1405-1412.
- Kipp JA, Wever G, Krej C (2000) *International substrate manual*. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.
- Kithome M, Paul JW, Lavkulich LM, Bomke AA (1999) Effect of pH on ammonium adsorption by natural zeolite clinoptilolite. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis* 30(9&10): 1417-1430.
- Kurama H, Ataşlar E, Potoğlu I, Savaroğlu F, Tokur S (1999) Zeolit'in *Triticum sativum* ve *Cucumis sativus* 'un Çimlenme, Bitki Büyüme ve Gelişmesi Üzerine Etkileri. *Çev-Kor*. 8: 21 (In Turkish).
- Marković V, Takac A, Ilin Z (1995) Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. *Acta Horticulturae* 396: 321-328.
- Mumpton FA (1999) La roca: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*. 96(7): 3463-3470. doi: 10.1073/pnas.96.7.3463.
- Nelson PV (2003) *Greenhouse operation and management*. 6th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Raviv M, Wallach R, Silber A, Bar-Tal A (2002) Substrates and their analysis. In: D. Savvas and H. Passam (Ed), *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*, Athens, Greece: Embryo, pp. 25-101.
- Reháková M, Čuvanová S, Dzivák M, Rimár J, Gaval'ová Z (2004) Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. *Current Opinion in Solid State and Materials* 8: 397.
- Richards LA (1949) Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Science* 68(1): 95.
- Sarma B, Gogoi N (2015) Germination and seedling growth of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as influenced by organic amendments. *Cogent Food & Agriculture*. DOI:10.1080/23311932.2015.1030906.
- Trinchera A, Rivera CM, Rinaldi S, Salerno A, Rea E, Sequi P (2010) Granular size effect of clinoptilolite on maize seedlings growth. *The Open Agriculture Journal*. 4: 23-30.
- TUIK (2015) http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Accessed 09.08.2015).

Colony traits of native *Bombus terrestris dalmatinus* from the Western Black Sea Region of Turkey: comparison with commercial colonies

Batı Karadeniz Bölgesi doğal *Bombus terrestris dalmatinus* arılarının koloni özelliklerinin ticari koloniler ile karşılaştırılması

Ayhan GOSTERİT

Süleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 32260, Isparta/Turkey

Corresponding author (Sorumlu yazar): A. Gosterit, e-mail (e-posta): ayhangosterit@sdu.edu.tr

ARTICLE INFO

Received 04 January 2017
Received in revised form 13 February 2017
Accepted 14 February 2017

Keywords:

Bumblebee
Bombus terrestris
Commercialization
Wild population

ABSTRACT

The present experiment was conducted to determine the developmental characters of the native bumblebee *Bombus terrestris dalmatinus* that occurs in the Western Black Sea region of Turkey, where commercial colonies have not been used as pollination agents. The colony traits of this native population were compared with the traits of commercial colonies of *B. terrestris*. A total of 200 queens, 100 naturally diapaused ('native' population) and 100 artificially diapaused ('commercial' population), were allowed to found colonies. There were no differences in egg laying and colony founding success between the native and commercial queens. Queens collected from the field commenced egg-laying earlier than commercial queens, and produced less egg cells and workers in the first brood. Colonies founded by commercial queens produced more gynes (82.11 ± 9.32) than colonies founded by native queens (32.85 ± 3.97). Native and commercial colonies also differed in their patterns of production of males and gynes.

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 04 Ocak 2017
Düzeltilme tarihi 13 Şubat 2017
Kabul tarihi 14 Şubat 2017

Anahtar Kelimeler:

Bombus arısı
Bombus terrestris
Ticarileşme
Doğal popülasyon

ÖZ

Bu çalışma ticari bombus arısı kolonilerin kullanılmadığı Batı Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yayılış gösteren *Bombus terrestris dalmatinus* arılarının koloni gelişim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğal popülasyon koloni gelişim özellikleri bakımından ticari *B. terrestris* kolonileri ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada diyapoz dönemini doğal koşullarda geçiren 100 adet ('doğal' popülasyon) ve laboratuvar koşullarında geçiren 100 adet ('ticari' popülasyon) olmak üzere toplam 200 adet ana arı kullanılmış ve bu ana arıların koloni oluşturması sağlanmıştır. Doğal ve ticari popülasyon ana arıları arasında yumurtlama ve koloni oluşturma başarısı bakımından farklılıklar önemli bulunmamıştır. Doğadan toplanan ana arılar ticari popülasyon ana arılarına göre daha erken yumurtlamaya başlamış ve birinci kuluçka döneminde daha az yumurta hücreleri ve işçi arı üretmişlerdir. Ticari ana arılar tarafından oluşturulan koloniler (82.11 ± 9.32 adet) doğal popülasyon ana arıları tarafından oluşturulan kolonilere göre (32.85 ± 3.97 adet) daha fazla sayıda genç ana arı üretmişlerdir. Doğal ve ticari koloniler arasında erkek ve genç ana arı üretimi stratejisi bakımından farklılık belirlenmiştir.

1. Introduction

Bumblebees are general pollinators in modern agriculture. They are particularly valuable in greenhouse tomato production because of their pollination efficiency, which decreases pollination labour costs and increases the quality and quantity of the crop (Dasgan et al. 2004; Velthuis and van Doorn 2006). They are also among the most abundant of insects visiting flowers in the Mediterranean, continental Europe, and several Atlantic islands (Estoup et al. 1996; Chittka et al. 2004).

Currently, about 250 species of true bumblebees have been identified (Williams 1998). Turkey, which represents a bridge

between Europe and Asia, provides a gene pool for bumblebees. In Turkey, 50 species of bumblebees are recognised (Ozbek 1997). The most widespread species of the native fauna is *Bombus terrestris*, which is also the species most commonly reared as a pollination agent. This species is common in the Aegean, Marmara, Black Sea and Mediterranean regions of the country (Gosterit and Gurel 2005; Gurel and Gosterit 2009). Nine subspecies of *B. terrestris* have been described in the world. *B. t. dalmatinus* Dalla Torre 1882, which is naturally distributed in Turkey (Rasmont et al. 2008), forages on a large

number of flowering plants at altitudes ranging from sea level to 1500 m (Gurel et al. 2008).

B. t. dalmaninus follows an annual life cycle but is partially bivoltine in warmer areas such as the Mediterranean (Schmid-Hempel et al. 2007). It is a eusocial insect that lives in colonies composed of a founder queen, workers, males and the immature brood (Hartfelder et al. 2000). Diapaused queens find a nest site in which they lay eggs from which the first workers are produced. These workers forage for pollen and nectar and help the queen expand the colony. Generally, colonies produce reproductive young queens (gynes) and males towards the end of their life. The young queens enter diapause after mating and the mother queen, her workers, and the males die (Alford 1975). There are considerable differences between different local populations in the time of diapause termination of queens and in the timing of the production of sexuals (Gurel et al. 2008).

Annually, more than one million bumblebee colonies are commercially produced worldwide and exported widely (Velthuis and van Doorn 2006). About two hundred thousand commercially produced *B. terrestris* colonies are used in Turkey for greenhouse pollination. However, intensive use of commercial colonies could have negative impacts on native ecosystems (Goka et al. 2001; Kanbe et al. 2008; Hingston and McQuillan 1998; Kenta et al. 2007; Inoue et al. 2008; Yoon et al. 2011). In addition, wild bumblebee populations may decline in agricultural areas as a result of increased pesticide use, decreased plant diversity, and habitat loss (Allen-Wardel et al. 1998). Therefore, it is important to determine the developmental patterns of native bumblebee populations to assist development of pollination services and to improve conservation strategies. The goal of this study was to determine the developmental patterns of native *B. t. dalmaninus* colonies in the Western Black Sea region (Turkey), where commercial colonies have not yet been used. Colony traits of this native population were also compared with traits of commercial *B. terrestris* colonies under controlled laboratory conditions.

2. Materials and Methods

2.1. Origin of queens and colony rearing

A total of 200 queens were used; 100 naturally diapaused wild queens of *B. t. dalmaninus* were collected from the Western Black Sea region of Turkey (40°54'N, 31°01'E and 400–450 m above sea level; the 'native' group) and 100 artificially diapaused commercial queens of *B. terrestris* (the 'commercial' group) were obtained from a commercial supplier (Bio Group, Antalya-Turkey). Queens from the wild population were collected in one day on the flowers of *Arbutus unedo* L. from same location in November 2014.

All queens were transferred to bumblebee research laboratory in cages containing a sugar solution, placed singly into starting boxes and allowed to found a colony in climate-controlled room (27–28 °C and 50% RH). A newly emerged *B. terrestris* worker was added to each queen to stimulate egg laying (Gurel and Gosterit 2008). These young workers were replaced with new young individuals each week until the first worker hatched. The nests were transferred to larger boxes when the population reached about ten workers. Queens and their colonies were provided with sugar solution (50 Brix) and fresh frozen pollen *ad libitum* (Velthuis and van Doorn 2006).

2.2. Observations

Nests were checked twice a week to reduce the effects of stress factor and the following development traits were recorded: colony initiation time (date of egg laying of the queen); number of egg cells in the first brood, first worker emergence time (i.e., the beginning of the social phase; Duchateau and Velthuis 1988), number of workers produced in the first brood, gyne production time, "competition point" (the time when worker oviposition, oophagy and egg-cup destruction were observed; Duchateau and Velthuis 1988; Bloch and Hefetz 1999), the "switch point" when the first unfertilized egg was laid (Bourke 1997; Duchateau et al. 2004), and the total number of individuals (workers, males and gynes) produced by each colony. The methods reported by Gosterit (2011) were followed to determine the proportion of queens that laid eggs and successfully founded colonies (produced more than 10 workers) and the proportion of colonies that reached sufficient size for pollination (50 or more workers before the production of sexuals), and to record other colony characteristics. The timing of gyne production, switch point and competition point were counted from the beginning of the social phase. The timing of gyne production was calculated by subtracting 30 days (gyne developmental time) from the time of hatching of the first offspring queen. To calculate the time of the switch point, the male developmental time (25 days) was subtracted from the time of hatching of the first male (Duchateau and Velthuis 1988).

2.3. Data analysis

All data were subjected to square root transformation for normality before undergoing analysis. Two sample t-tests and Mann-Whitney U-tests were applied to compare the colony traits of the two groups. Data expressed as proportions were compared using two-proportion z-tests. Analyses were performed using Minitab Statistical Software (Version 16.2.4).

3. Results and Discussion

There were no significant differences with respect to egg laying and colony founding success between native (field-collected) and commercial queens (Table I). However, there were significant differences between the two groups with respect to some of the colony development traits (Table II). Native queens commenced egg laying earlier, but produced less egg cells and workers in the first brood than did commercial queens ($P < 0.01$, Mann-Whitney U-test). It was possible that native queens had already started egg laying or founded colony when they were caught. This probability might be a reason for shorter colony initiation time. The timing of first worker emergence ($P < 0.01$, Mann-Whitney U-test) and the timing of gyne production ($P < 0.01$, two sample t-tests) in colonies founded by native and commercial queens were also different.

Table 1. The percentages (%) of native and commercial queens that laid eggs, founded colonies (≥ 10 workers), and whose colonies reached sufficient size for pollination (≥ 50 workers).

	Laid eggs	Founded colonies	Reached size for pollination
Native queens	88.00	64.00	47.00
Commercial queens	80.00	60.00	42.00
P-value	0.123	0.560	0.477

Table 2. Developmental traits of colonies founded by native and commercial queens.

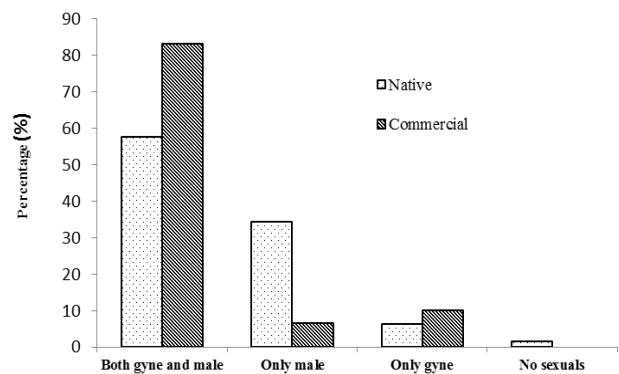
Developmental traits	Colonies founded by:				
	Native queens		Commercial queens		P-value
	n	Mean ± S.E	n	Mean ± S.E	
Colony initiation time (days)	88	7.53 ± 0.70	80	11.06 ± 0.54	0.000
Number of egg cells in first brood	88	4.65 ± 0.21	79	5.87 ± 0.26	0.000
First worker emergence (days)	72	35.14 ± 1.30	61	37.57 ± 1.11	0.013
Number of workers in first brood	66	13.67 ± 0.89	60	19.78 ± 1.22	0.000
Timing of gyne production (days)	42	24.21 ± 2.07	57	16.49 ± 1.25	0.008
Switch point (days)	57	16.33 ± 2.64	51	13.51 ± 2.23	0.400
Competition point (days)	61	38.67 ± 1.20	57	30.84 ± 1.60	0.000
Total number of workers	64	135.13 ± 8.19	60	142.50 ± 8.73	0.539
Total number of males	59	89.05 ± 7.40	54	96.56 ± 9.73	0.540
Total number of gynes	40	32.85 ± 3.97	56	82.11 ± 9.32	0.000
Timing of size for pollination (days)	47	66.21 ± 1.57	42	62.50 ± 1.15	0.223

The most striking difference between the two groups of colonies was in the total number of gynes produced. Colonies founded by commercial queens produced more than twice the number of gynes than colonies founded by native queens ($P < 0.01$, two sample t-tests). The difference between the two groups in the time of the competition point was significant ($P < 0.001$, Mann-Whitney U-test,) but the timings of the switch point and of reaching the size for pollination were similar ($P > 0.05$, Mann-Whitney U-test).

Patterns of production of gynes and males by the colonies are shown in Fig. 1. Significant differences were found between the groups in the gynes and males production strategies. While 50 out of 60 colonies headed by commercial queens produced both gynes and males, only 37 of 64 colonies headed by native queens produced both males and gynes ($P < 0.01$). The percentages of colonies that produced only male sexuals were 34.37% and 6.67% in native and commercial groups, respectively ($P < 0.01$). However, differences in the percentages of colonies that produced only gynes were not significant ($P > 0.05$).

Because the commercially produced colonies originated from populations that were genetically different those in other regions, queens and males that escape from greenhouses could transport foreign alleles to other native populations (Ings et al. 2005; Nagamitsu et al. 2010). As a consequence, invasion of commercial *B. terrestris* genotypes into new areas could have negative effects on native populations (Goulson 2003). Therefore, investigation of the colony development patterns of local populations before the introduction of commercially produced colonies is crucial for the characterisation and protection of natural genetic resources.

B. t. dalmatinus populations are native to nearly in all regions of Turkey (Ozbek 1997; Rasmont et al. 2008). Several studies have investigated colony developmental traits of native *B. t. dalmatinus* populations in the Mediterranean and Aegean

**Figure 1.** Gyne and male production patterns of colonies produced by native and commercial queens (%).

regions, where the greenhouse sector developed (Yeninar et al. 2000; Gosterit and Gurel 2005; Gurel and Gosterit 2009). The present study is the first to report these traits in a native and genetically pure population of *B. t. dalmatinus* from the Western Black Sea region, where commercial colonies have not yet been introduced for pollination.

In the present study, the percentages of native and commercial queens that laid eggs, founded colonies of more than 10 workers, and produced colonies of an adequate size for pollination (> 50 workers) did not differ. In our previous study (Gurel and Gosterit 2009), the egg laying and colony production ratios of native *B. t. dalmatinus* queens from the Mediterranean region were 64% and 46%, respectively. Gosterit and Gurel (2005) also reported that 91% of the queens from Mediterranean populations and 82% of the commercial queens laid eggs.

There is marked local variability among colonies of *B. terrestris* in the production of reproductives (young queens and males) (Alaux et al. 2005; Lopez-Vaamonde et al. 2009; Gosterit 2011). Here, we showed that native and commercial colonies also exhibited different patterns. In particular, the patterns of production of young gynes (gynes) of the two colony groups differed. Possibly, the commercial companies have been selecting for breeding colonies that produce the most queens and males for year-round rearing. High rates of gyne production by commercial colonies have also been reported by other researchers (Gosterit and Gurel 2005; Ings et al. 2005).

We collected the field-population queens from the flowers of *A. unedo* in November 2014. In fact, *A. unedo* is a determinative flowering plant in the life cycle of wild *B. terrestris* and the emergence of the queens from diapause overlaps with the flowering of this plant (Rasmont et al. 2005; Gurel et al. 2008). It is interesting that the queens emerged from diapause immediately before the winter season in the Western Black Sea region. This suggests that the times of emergence from diapause are similar in the Black Sea and Mediterranean populations of *B. t. dalmatinus*. This similarity also extends to reports of bivoltinism in these *B. terrestris* populations (Estoup et al. 1996; Rasmont et al. 2005).

Acknowledgment

This work was supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBİTAK- TOVAG; grant number: 214O576).

References

- Alaux C, Jaisson P, Hefetz A (2005) Reproductive decision-making in semelparous colonies of the bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59: 270–277.
- Alford DV (1975) Bumblebees. Davis-Poynter, London.
- Allen-Wardell G, Bernhardt P, Bitner F, Burquez A, Buchmann S, Cane J, Cox PA, Dalton V, Feinsinger P, Ingram M, Inouye D, Jones EC, Kennedy K, Kevan P, Koopowitz H, Medellin R, Medellin SM, Nabhan GP (1998) The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8–17.
- Bloch G, Hefetz A (1999) Regulation of reproduction by dominant workers in bumblebee (*Bombus terrestris*) queenright colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 45: 125–135.
- Bourke AFG (1997) Sex ratios in bumble bees. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 352: 1921–1933.
- Chittka L, Ings TC, Raine NE (2004) Chance and adaptation in the evolution of island bumblebee behaviour. *Population Ecology* 46: 243–251.
- Dasgan HY, Ozdogan AO, Kaftanoglu O, Abak K (2004) Effectiveness of bumblebee pollination in anti-frost heated tomato greenhouses in the Mediterranean basin. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28: 73–82.
- Duchateau MJ, Velthuis HHW (1988) Development and reproductive strategies in *Bombus terrestris* colonies. *Behaviour* 107: 186–207.
- Duchateau MJ, Velthuis HHW, Boomsma JJ (2004) Sex ratio variation in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Behavioral Ecology* 15: 71–82.
- Estoup A, Solignac M, Cornuet JM, Goudet J, Scholl A (1996) Genetic differentiation of continental and island populations of *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) in Europe. *Molecular Ecology* 5: 19–31.
- Goka K, Okabe K, Yoneda M, Niwa S (2001) Bumblebee commercialization will cause worldwide migration of parasitic mites. *Molecular Ecology* 10: 2095–2099.
- Gosterit A, Gurel F (2005) Comparison of development patterns of imported and native *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) colonies in Mediterranean coastal region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 29: 393–398.
- Gosterit A (2011) Effect of different reproductive strategies on colony development characteristics in *Bombus terrestris* L. *Journal of Apicultural Science* 55: 45–51.
- Goulson D (2003) Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 1–26.
- Gurel F, Gosterit A (2008) Effects of different stimulation methods on colony initiation and development of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) queens. *Applied Entomology and Zoology* 43: 113–117.
- Gurel F, Gosterit A, Eren Ö (2008) Life-cycle and foraging patterns of native *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in the Mediterranean region. *Insectes Sociaux* 55: 123–128.
- Gurel F, Gosterit A (2009) The suitability of native *Bombus terrestris dalmatinus* (Hymenoptera: Apidae) queen for mass rearing. *Journal of Apicultural Science* 53: 67–73.
- Hartfelder K, Cnaai J, Hefetz A (2000) Caste-specific differences in ecdysteroid titers in early larval stages of the bumblebee *Bombus terrestris*. *Journal of Insect Physiology* 46: 1433–1439.
- Hingston AB, McQuillan PB (1998) Does the recently introduced bumblebee *Bombus terrestris* (Apidae) threaten Australian ecosystems? *Australian Journal of Ecology* 23: 539–549.
- Ings TC, Raine NE, Chittka L (2005) Mating preference in the commercially imported bumblebee species *Bombus terrestris* in Britain (Hymenoptera: Apidae). *Entomologia Generalis* 28: 233–238.
- Inoue MN, Yokoyama J, Washitani I (2008) Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Conservation* 12: 135–146.
- Kanbe Y, Okada I, Yoneda M, Goka K, Tsuchida K (2008) Interspecific mating of the introduced bumblebee *Bombus terrestris* and the native Japanese bumblebee *Bombus hypocrita sapporoensis* results in inviable hybrids. *Naturwissenschaften* 95: 1003–1008.
- Kenta T, Inari N, Nagamitsu T, Goka K, Hiura T (2007) Commercialized European bumblebee can cause pollination disturbance: an experiment on seven native plant species in Japan. *Biological Conservation* 134: 298–309.
- Lopez-Vaamonde C, Raine NE, Koning JW, Brown RM, Pereboom JJM, Ings TC, Ramos-Rodriguez O, Jordan WC, Bourke AFG (2009) Lifetime reproductive success and longevity of queens in annual social insect. *Journal of Evolutionary Biology* 22: 983–996.
- Nagamitsu T, Yamagishi H, Kenta T, Inari N, Kato E (2010) Competitive effects of the exotic *Bombus terrestris* on native bumble bees revealed by a field removal experiment. *Population Ecology* 52: 123–136.
- Ozbek H (1997) Bumblebees fauna of Turkey with distribution maps (Hymenoptera: Apidae, Bombinae) Part 1: Alpienobombus Skorikov, Bombias Robertson and *Bombus latreille*. *Turkish Journal of Entomology* 21: 37–56.
- Rasmont P, Regali A, Ings TC, Lognag G, Baudart E, Marlier M, Delcarte E, Viville P, Marot C, Falmagne P, Verhaeghe JC, Chittka L (2005) Analysis of pollen and nectar of *Arbutus unedo* as a food source for *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economical Entomology* 98: 656–663.
- Rasmont P, Coppee A, Michez D, de Meulemeester T (2008) An overview of the *Bombus terrestris* (L.1758) subspecies (Hymenoptera: Apidae). *Annales De La Societe Entomologique De France* 44: 243–250.
- Schmid-Hempel P, Schmid-Hempel R, Brunner PC, Seeman OD, Allen GR (2007) Invasion success of the bumblebee, *Bombus terrestris*, despite a drastic genetic bottleneck. *Heredity* 99: 414–422.
- Velthuis HHW, van Doorn A (2006) A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie* 37: 421–451.
- Williams PH (1998) An annotated checklist of bumblebees with an analysis of patterns of description. *Bulletin of Natural History Museum, Entomology Series* 67: 79–152.
- Yeninar H, Duchateau MJ, Kaftanoglu O, Velthuis HHW (2000) Colony developmental patterns in different local populations of the Turkish bumblebee, *Bombus terrestris dalmatinus*. *Journal of Apicultural Research* 39: 107–116.
- Yoon HJ, Park IG, Lee KY, Kim MA, Jin BR (2011) Interspecific hybridization of the Korean native bumblebee *Bombus hypocrita sapporoensis* and the European bumblebee *B. terrestris*. *International Journal of Industrial Entomology* 23: 167–174.

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 Editörlüğünce hazırlanır.

Eser Sunumu

Eserler, online sistem (www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr) kullanılarak dergiye sunulmalıdır. Esere katkıda bulunan tüm yazarlar tarafından imzalanmış "Telif Hakkı Devri Sözleşmesi" eser online sisteme yüklenmelidir. Etik Kurul Raporu gerekli ise Etik Kurulun raporunun bir kopyası sağlanmalıdır.

Makale Değerlendirme Süreçleri

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

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

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

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

Basıma kabul edilmiş makale basılmadan önce sorumlu yazara son defa kontrol edilmek üzere gönderilir. Sorumlu yazar son kontrolleri yapılan makaleyi 10 gün içinde geri göndermek zorundadır. Yazarların hepsi basılan makalelerine www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr 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 atf "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 atf yapılmalıdır. Aynı noktada birden fazla esere atf 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 tarihten bir den fazla yayınına atf 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 atf 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 yayınları:

TUİK (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.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr) 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.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr. 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.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr).

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 m⁻², instead of 1.8 µmol/s/m²).

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

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

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

The author (s) is encouraged to visit the web site (www.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr) to see the latest issue of the journal.

MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES

e-ISSN 2528-9675

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

Adres:

Akdeniz Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
07070 Antalya, TÜRKİYE

Tel.: 0 242 310 2411

Faks: 0 242 2274564

E-posta: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

TELİF HAKKI DEVRİ SÖZLEŞMESİ

Yazar(lar)	
Makale Başlığı	

Eserden sorumlu yazarın bilgileri:

Adı ve Soyadı		Adresi	
E-posta			
Telefon		Faks	

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

- Makale 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.ziraatdergi.akdeniz.edu.tr

Address:

Faculty of Agriculture
Akdeniz University
07070 Antalya, TURKEY

Phone: +90 242 310 2411

Fax: +90 242 2274564

E-mail: ziraatdergi@akdeniz.edu.tr

COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT

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

Author(s)	
Article title	

Corresponding Author's Contact Information

Name		Address	
E-mail			
Phone		Fax	

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

- I/We acknowledge that the Faculty of Agriculture at Akdeniz University does not carry any responsibility until the article arrives at the Bureau of Editor in Chief of the 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.