

ISSN 2757-8097

alatarım

Cilt 21, Sayı 2, Aralık 2022



Published by
Alata Horticultural Research Institute, Erdemli, Mersin, TÜRKİYE

TAGEM JOURNALS

**Alata Bahçe Kùltürleri
Araştırma Enstitüsü Adına**

Sahibi

Dr. Mustafa ÜNLÜ
Enstitü Müdürü

Editör

Dr. Ayhan AYDIN

Yayın Kurulu

Dr. Ayhan AYDIN, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Dr. Veysel ARAS, Bahçe Bitkileri
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Dr. O. Sedat SUBAŞI, Tarım Ekonomisi
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Dr. Mustafa ÜNLÜ, Bahçe Bitkileri
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Dr. Engin GÖNEN, Biyosistem Mühendisliği
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Prof. Dr. Aydın UZUN, Bahçe Bitkileri
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
Doç. Dr. Servet TEKİN, Biyosistem Mühendisliği
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye
Prof. Dr. Nedim MUTLU, Tarımsal Biyoteknoloji
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

*Türkçe ve İngilizce olarak altı ayda bir elektronik ortamda
yayınlanır.*

**TÜBİTAK/ULAKBİM TR Dizin ve
CAB INTERNATIONAL tarafından dizinlenen hakemli bir
dergidir.**

Elektronik Posta

alatarim@yahoo.com

Web Adresi

<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata>

Telefon

0 324 518 00 52-54

*Derginin tüm yayın hakları Bahçe Kùltürleri Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğüne aittir. Kaynak gösterilmesi koşuluyla
alıntı yapılabilir.*

HAKEM KURULU – SCIENTIFIC BOARD

Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Bahçe Bitkileri
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye
Prof. Dr. Aydın UZUN, Bahçe Bitkileri
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
Prof. Dr. Çiğdem ULUBAŞ SERÇE, Bitki Koruma
Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye
Prof. Dr. Ercan YILDIZ, Bahçe Bitkileri
Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR, Bahçe Bitkileri
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Hasan VURAL, Tarım Ekonomisi
Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye
Prof. Dr. Kadir Uğurtan YILMAZ, Bahçe Bitkileri
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye
Prof. Dr. Kazım MAVİ, Bahçe Bitkileri
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ, Bahçe Bitkileri
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye
Prof. Dr. Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU, Bahçe Bitkileri
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
Prof. Dr. Ömür DÜNDAR, Bahçe Bitkileri
Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
Prof. Dr. Zerrin SÖÇÜT, Peyzaj Mimarlığı
Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
Doç. Dr. Aşkın BAHAR, Bahçe Bitkileri
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Doç. Dr. Bekir DEMİRTAŞ, Tarım Ekonomisi
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye
Doç. Dr. Muzaffer İPEK, Bahçe Bitkileri
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Doç. Dr. Pembe EVCI ÇÜRÜK, Bahçe Bitkileri
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye, Türkiye
Doç. Dr. Sedat BOYACI, Biyosistem Mühendisliği
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye
Doç. Dr. Soner SOYLU, Bitki Koruma
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye
Doç. Dr. Zahide Neslihan ÖZTÜRK GÖKÇE, Tarımsal Genetik
Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

İÇİNDEKİLER

Araştırmalar

- 50 Bazı Ağır Metallerin Farklı Konsantrasyonlarının Bahçe Teresinin (*Lepidium sativum* L.) *In vitro* Şartlarda Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri
Ecem KARA, Yeter ÇİLESİZ, Tolga KARAKÖY, Gökhan BAKTEMUR
- 59 UV-C ve Kitosan Uygulamalarının Taze Kesilmiş Brokkolide Muhafaza Süresi ve Kaliteye Etkileri
Sevil ÜNAL, H. Melinhan SAVRAN, Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR
- 67 Kitosan ve Mum Uygulamalarının ‘Owari Satsuma’ Mandarininin Doğal Soğutmalı ve Soğuk Hava Depolarında Muhafazasına Etkisi
Rubin ZAN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR
- 79 Bazı Organik Gübrelerin Topraksız Kültür Ortamında Kalsiyum Stresinde Yetiştirilen Aşılı ve Aşısız ‘Michele Palieri’ Asmalarının Stoma Özelliklerine Etkileri
Yasin GAYRETLİ, Ali SABİR
- 89 Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz Çeşitlerinin Adana (Balcalı) Lokasyonundaki Fenolojik Özellikleri
Ayşegül BURĞUT, Mesut ADA
- 96 Endemik *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth. (Akbaşlı Çalba)’nın Tohumla Üretimi, Süs Bitkisi Olarak Kullanım Potansiyelinin Araştırılması ve *Ex situ* Korumaya Alınması
Gül YÜCEL, Kamil ERKEN
- 106 Mersin İli Damızlık Kayısı Parselinde ve Bazı Üretici Bahçelerinde Avrupa Sert Çekirdekli Sarılık Fitoplazması (*Candidatus* Phytoplasma prunorum) Hastalığının Moleküler Yöntemlerle Testlenmesi
Bülent ALTAN, Kadriye ÇAĞLAYAN
- 114 Adıyaman İleri Biyolojik Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Atatürk Barajı’na Deşarj Edilen Suların Kirlilik Yüğü
Servet TEKİN, Akif Mehmet KETENCİ

CONTENTS

Researches

- 50 Effects of Different Concentrations of Some Heavy Metals on Plant Growth of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) in *In vitro* Conditions
Ecem KARA, Yeter ÇİLESİZ, Tolga KARAKÖY, Gökhan BAKTEMUR
- 59 Effects of UV-C and Chitosan Treatments on Storage Time and Quality of Fresh Cut Broccoli
Sevil ÜNAL, H. Melinhan SAVRAN, Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR
- 67 Effect of Chitosan and Wax Treatments on Storage of ‘Owari Satsuma’ Mandarin in Common and Cold Store
Rubin ZAN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR
- 79 Effects of Certain Organic Fertilizers on Stomata Features of Grafted and Own-rooted ‘Michele Palieri’ Grapevines Cultivated under Calcium Stress in Soilless Culture
Yasin GAYRETLİ, Ali SABİR
- 89 Evaluation of Phenotypic Characteristics in Some Foreign and Turkish Walnut Cultivars Grown in Adana (Balcalı) Location
Ayşegül BURĞUT, Mesut ADA
- 96 Production of Endemic *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth. by Seed, Investigation of Potential for Use as an Ornamental Plant and *Ex situ* Conservation
Gül YÜCEL, Kamil ERKEN
- 106 Testing of Apricot Germplasm and Some Private Orchards in Mersin Province for European Stone Fruit Yellows Phytoplasma (*Candidatus* Phytoplasma prunorum) by Molecular Testing
Bülent ALTAN, Kadriye ÇAĞLAYAN
- 114 Pollution Load of Water Discharged from Adıyaman Advanced Biological Domestic Wastewater Treatment Plant to Atatürk Dam
Servet TEKİN, Akif Mehmet KETENCİ

Bazı Ağır Metallerin Farklı Konsantrasyonlarının Bahçe Teresinin (*Lepidium sativum* L.) *In vitro* Şartlarda Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Ecem KARA¹ 

Yeter ÇİLESİZ² 

Tolga KARAKÖY² 

Gökhan BAKTEMUR¹ 

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üni., Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fak., Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas

Özet

Ağır metaller tüm canlılar için önemli bir çevresel sorun teşkil etmektedir. Bitkilerde doğrudan gelişimini ve verimini etkilerken hayvanlarda ve insanlarda toksiteye neden olmaktadır. Bahçe teresi (*Lepidium sativum* L.) hem ülkemizde hem de dünyada sevilerek tüketilen bir türdür. Bu çalışmada, *in vitro* koşullarda farklı dozlarda hazırlanmış ağır metallerin bahçe teresi bitkisinin gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Ağır metal içeren yetiştirme ortamları, Alüminyum (Al), Bakır (Cu), Kadmiyum (Cd) ve Kurşun (Pb)'nin 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 µM dozları MS ortamına eklenerek hazırlanmıştır. Araştırmada, çimlenen tohum sayısı oranı (%), yaprak sayısı (adet/bitki), kök sayısı (adet/bitki), gövde uzunluğu (mm) ve kök uzunlukları (mm) belirlenmiştir. Çalışmada tohum çimlenmesi tüm ağır metallerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ağır metaller arasında, tohum çimlenme oranı Cu-1 ortamında daha yüksek olduğu tespit belirlenmiştir. Yaprak ve kök sayıları bakımından, ağır metal uygulamalarının tamamı kontrol grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiş olup uygulamalarında ağır metallerin dozu arttıkça yaprak ve kök sayılarında azalma görülmüştür. Gövde uzunluğu değerleri incelendiğinde, Pb-4 ve Al-5 ortamları gövde uzunluğunu diğer ağır metal uygulamalarına göre daha fazla artırdığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lepidium sativum*, ağır metal, *in vitro*, tohum.

Effects of Different Concentrations of Some Heavy Metals on Plant Growth of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) in *In vitro* Conditions

Abstract

Heavy metals pose an important environmental problem for all living things. While it directly affects the development and yield of plants, it causes toxicity in animals and humans. Garden cress (*Lepidium sativum* L.) is a species that is with pleasure and consumed both in our country and in the world. In this study, the effects of heavy metals prepared at different doses under *in vitro* conditions on the growth of cress plant were investigated. In this study, the effects of heavy metals prepared at different doses under *in vitro* conditions on the growth of cress plant were investigated. Growth media containing heavy metals were prepared by adding 0, 100, 200, 300, 400 and 500 µM doses of Aluminum (Al), Copper (Cu), Cadmium (Cd) and Lead (Pb) to the MS medium. In the study, the rate of the number of germinated seeds (%), the number of leaves (number/plant), the number of roots (number/plant), stem length (mm) and root length (mm) were determined. In the study, seed germination was found to be statistically significant in all heavy metals. Among the heavy metals, it was determined that the seed germination rate was higher in Cu-1 medium. In terms of leaf and root numbers, it was determined that all heavy metal applications were lower than the control group, and a decrease was observed in the number of leaves and roots as the dose of heavy metals increased in applications. When the stem length values were examined, it was determined that Pb-4 and Al-5 media increased the stem length more than other heavy metal applications.

Keywords: *Lepidium sativum*, heavy metals, *in vitro*, seed.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: G. Baktemur; gbaktemur@gmail.com
Geliş Tarihi/Received: 21.10.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 16.11.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Ecem KARA  <https://orcid.org/0000-0002-0118-2673>

Tolga KARAKÖY  <https://orcid.org/0000-0002-5428-1907>

Yeter ÇİLESİZ  <https://orcid.org/0000-0002-4313-352X>

Gökhan BAKTEMUR  <https://orcid.org/0000-0002-0362-5108>

Giriş

Güneybatı Asya'ya özgü olan ve Batı Avrupa'ya yayılmış *Brassicaceae* familyasına ait bahçe teresinin (*Lepidium sativum* L.) genç yaprakları salatalar için kullanılmakta olup tohumlarından ise yemeklik yağ elde edilmektedir (Shad, 1987). Bahçe teresi, kahverengimsi kırmızı oval

tohumları esas olarak linolenik, gadoleik, oleik ve erusik asit gibi doymamış yağ asitlerinden oluşan yaklaşık %22.7 yağ (LSO) içermektedir (Moser ve ark., 2009; Diwakar ve ark., 2010). Shehzad ve ark. (2011), yabancı otlarla rekabet etmeden yetiştirildiğinde hektar başına maksimum 305.9 kg tohum veriminin elde

edilebileceğini bildirmişlerdir. Tuncay ve ark. (2011), bahçe teresinin, yıl boyunca birkaç kez ekilerek hasadının yapılabileceğini ve Akdeniz ikliminde Ocak, Şubat ve Kasım aylarının en uygun yetiştiricilik dönemi olduğunu belirtmişlerdir.

Nüfusun hızlı artışı, ekosistemin kirlenmesine ve kimyasal toksisite sorunlarına neden olmaktadır. Hızlı sanayileşme ve kentleşmenin sonucu olarak ağır metaller, petrol bazlı ürünler ve asitlerin salınımının artması hava, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Çevre kirliliğine maruz kalan canlılar çeşitli zararlar görmekte ve ekosistemin dengesi olumsuz etkilenmektedir. Ağır metallerin bitki dokularında fazla miktarlarda birikimi vegetatif ve generatif gelişim üzerine engelleyici etkide bulunmaktadır (Gür ve ark., 2004; Öktüren ve Sönmez, 2006). Bitkiler üzerinde zararlı etkilere neden olan ağır metaller arasında kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), bakır (Cu) ve alüminyum (Al) bulunmaktadır. Kadmiyum ağır metalinin, korozyona karşı koruyuculuk gibi birçok özelliği olması nedeniyle çeşitli sanayi dallarında kullanıldığı ve tarım alanlarına fosforlu gübre uygulanmasıyla topraklarda biriktiği bilinmektedir (Kabala ve ark., 2001; Kahvecioğlu ve ark., 2003; Kara ve ark., 2004; Yerli ve ark., 2020). Doğada bozulmadan uzun süre kalması ve düşük dozlarda bile etkisinin yüksek olmasından dolayı çevre kirliliğine neden olarak bitkiler üzerinde toksik etkide bulunmaktadır (Singh ve ark., 2009; Yerli ve ark., 2020). Kadmiyum insanlarda böbrek rahatsızlıklarına, akciğer ve prostat kanserine neden olurken (Anonim, 2008), bitkilerde sürgün gelişiminin zayıflamasına ve birçok fizyolojik aktivitenin bozulmasına neden olmaktadır (Yerli ve ark., 2020). İlk metal olma özelliği taşıyan kurşun, insan faaliyetleri sonucu çevreye metal veya bileşik olarak yayılım göstererek, canlılar üzerinde toksik etkiye neden olup, ekolojik sisteme zarar vermektedir (Saygıdeğer, 1995; Karademir ve Toker, 1995; Okcu ve ark., 2009). Yetiştiricilik alanında yüksek miktarda bulunan kurşun, bitkide yaprak sayısının, gövde uzunluğunun ve protein içeriğinin azalmasına neden olmaktadır (Kabir ve ark., 2009; Hussain ve ark., 2013; Yerli ve ark., 2020). Bakır, bitki gelişimi için faydalı olsa da artan konsantrasyonları bitkilerde toksik etkilere neden olmaktadır. Bitki fizyolojisi üzerine olumsuz

etkilerde bulunarak solunumu, besin maddesi alımını ve protein sentezini azaltmaktadır (Raven ve ark., 1999; Sosse ve ark., 2004; Yerli ve ark., 2020). Yerkabuğunda en yüksek oranlarda var olan elementlerden üçüncü sırada yer alan alüminyum, topraklarda fazla miktarda bulunduğu durumlarda toksik etki yaparak verim kayıplarına neden olmaktadır (Doğru ve ark., 2012). Alüminyumun bitki üzerinde en belirgin etkisi kök gelişimini, gövde gelişimini engellemesi ve yapraklarda kloroza neden olmasıdır (Aksoy ve Doğan, 2020).

Bütün bu bilgiler ışığında kadmiyum, kurşun, bakır ve alüminyum ağır metallerinin ortak özelliği yoğun toksik etkiye neden olması ve çeşitli faaliyetler sonucu çevrede yoğun miktarlarda bulunmasıdır. Bu ağır metaller verim üzerine azaltıcı etkide bulunarak ürün karlılığını azaltmakta, biyolojik sistemlere zarar vermekte ve bitki fizyolojisini olumsuz etkilenmektedir. Bu çalışmada, kadmiyum, kurşun, bakır ve alüminyum ağır metallerinin bahçe teresi tohumlarında çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada değişik konsantrasyonlarda ağır metal içeren besin ortamları kullanılmış ve çalışma *in vitro* koşullarda yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Deneme, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi'ne ait bitki doku kültürü laboratuvarında 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada Zeybek çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Çalışma kapsamında alüminyum, bakır, kadmiyum ve kurşun ağır metallerinin 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 µM dozları eklenerek yetiştiricilik ortamları hazırlanmıştır (Çizelge 1). Besin ortamı olarak Murashige ve Skoog (1962) (4 g), karbon kaynağı olarak sakkaroz (30 g) ve katılaştırmak için agar (7 g) kullanılmıştır. Ortamların pH'sı 5.8 olacak şekilde ayarlanmış ve sterilizasyon amaçlı 121°C sıcaklıkta 1.2 atmosfer basınçta 15 dakika süre ile otoklavda bekletilmiştir. Sterilizasyonu tamamlanan besin ortamları steril kabine getirilerek 90 mm çaplı steril petrilere dökülmüş, daha sonra katılaşması beklenmiştir. Araştırmada kullanılan bahçe teresi tohumları % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dk bekletilmiş, daha sonra otoklavlanmış saf su ile 4-5 defa yıkanarak materyallerin sterilizasyonu sağlanmıştır. Steril kabin içerisinde tohumlar

önceden hazırlanan 90 mm'lik petrilere her petri de 5 tohum (her bir uygulamada 100 tohum) olacak şekilde, tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemi sonrası petrilere 3.000 lüks ışık

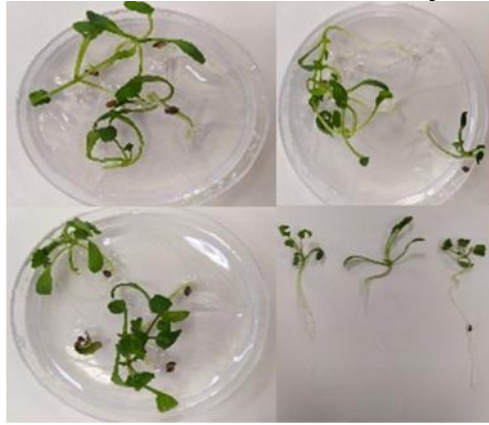
kullanılarak 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyoda sahip olan bitki büyütme odasında $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık altında gelişmeye bırakılmıştır.

Çizelge 1. Ağır metallerin adlandırılması

Konsantrasyonlar	Ağır Metaller			
	Alüminyum	Bakır	Kadmiyum	Kurşun
Kontrol	Al-K	Cu-K	Cd-K	Pb-K
100 μM	Al-1	Cu-1	Cd-1	Pb-1
200 μM	Al-2	Cu-2	Cd-2	Pb-2
300 μM	Al-3	Cu-3	Cd-3	Pb-3
400 μM	Al-4	Cu-4	Cd-4	Pb-4
500 μM	Al-5	Cu-5	Cd-5	Pb-5

Denemede Yapılan Ölçümler

Çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış ortamlarda yetiştirilen bitkilerin durumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ölçüm aşamasına gelen bitki örnekleri

Çimlenen Tohum Sayısı: Tohum ekimi itibarıyla 1 ay boyunca her gün, 2 mm kökçük uzunluğuna sahip olan tohum çimlenmiş olarak kabul edilerek çimlenen tohum sayısı belirlenmiştir (ISTA, 1993; Ertekin ve Bilgen, 2021). Çimlenme tamamlandıktan sonra çimlenen tohum sayısı, toplam tohum sayısına oranlanmış ve % çimlenme oranı belirlenmiştir.

Yaprak Sayısı: Her bitkide, yaprak oluşumlarının sayılmasıyla adet olarak belirlenmiştir.

Kök Sayısı: Her bitkide oluşan kökler adet olarak ölçülmesiyle bulunmuştur

Gövde Uzunluğu: Her bitkide oluşan sürgünlerin mm olarak ölçülmesiyle hesaplanmıştır.

Kök Uzunluğu: Her bitkide oluşan köklerin mm olarak ölçülmesiyle tespit edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Çalışma, 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 5 petri olacak şekilde Tesadüf Parselleri Deneme

Deseni'ne göre yürütülmüştür. Sonuçlar JMP 8.0.1 istatistik paket programında analiz edilmiş farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanan verilere, LSD testi ile harflendirme yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı Dozlarda Hazırlanmış Ağır Metallerin Bahçe Teresinde Çimlenme Oranlarına Etkisinin Belirlenmesi

Çizelge 2'de değişik oranlarda hazırlanmış ağır metallerde bahçe teresinin çimlenen tohum oranları (%) verilmiştir. Çimlenme oranları, ağır metallerle hazırlanmış besin ortamlarının tamamında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada alüminyum ortamlarından en fazla çimlenme Al-5 (%91.00) ortamında belirlenirken bu ortamı Al-2 (%89.00) izlemiştir. Bakır ağır metalinde ortamlar arasında en fazla çimlenme Cu-1 (%93.00) ortamında

gözlenirken, en az çimlenme Cu-4 (%49.00) ortamında elde edilmiştir. Kadmiyum ve kurşun ağır metalleri ile hazırlanan besin ortamlarında ise kontrol Cd-K (%90.00), Pb-K (%94.00) grupları en fazla çimlenme gözlenmiştir. Pavel ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada bahçe teresinde krom ve kadmiyum ağır metallerin tohum çimlenme sürecini engelleyici etkisi olduğunu, kök gelişiminde ise artan ağır metal konsantrasyonundan etkilediğini bildirmişlerdir. Siddiqu ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, kadmiyum, krom ve kurşunun turp (*Brassica rapa* var. *Turnip*) bitkisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bu ağır metallerin konsantrasyonlarının artması çimlenme oranları üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirtilmiştir. Ağır metallerin farklı konsantrasyonları bazı bitki tohumları üzerinde çimlenmeyi teşvik edici rol oynamaktadır. Yapılan bir çalışmada, bakır, cıva ve kadmiyum ağır metallerinin mısır tohumlarının çimlenme durumu üzerine etkileri 20 ve 40 °C sıcaklıklar altında incelenmiştir. Ağır metallerin artan konsantrasyonlarının ve ısı stresinin tohumlarda su birikimine neden olarak çimlenmeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Deng ve ark., 2016). Yapılan başka bir çalışmada ise marul (*Lactuca sativa* L.) tohumları kadmiyum, kurşun ve çinko ağır metallerine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kurşun ağır metalinin 64 mg L⁻¹ konsantrasyonu marul tohumları üzerine olumlu etkide bulunarak çimlenmeyi teşvik etmiş ve en fazla çimlenme oranı bu ortamda görülmüştür. Kadmiyum

uygulanmasında en fazla çimlenme kontrol (0 mg L⁻¹) ortamında gerçekleşmiş, 32 mg L⁻¹ konsantrasyonunda ise çimlenmenin durduğu bildirilmiştir (Doğaroğlu, 2018). Bu çalışmada da mısır ve marul tohumlarıyla yapılan çalışmalara benzer olarak bakırın 100 µM konsantrasyonunun, alüminyumun ise 500 µM konsantrasyonunun çimlenmeyi teşvik ettiği dikkat çekmektedir. Çimlenme üzerine ağır metallerin etkisi ağır metalin cinsine, konsantrasyonuna ve bitki türüne göre farklılık göstermektedir. Yahaghi ve ark. (2019), yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinde kurşun ağır metalinde çimlenme ve fide gelişimini incelemişlerdir. Denemede 4 µM kurşun dozunun tohumlarda çimlenmeyi yarıya düşürdüğünü saptamışlardır. Kara ve ark. (2022), *in vitro* şartlarda değişik dozlardaki ağır metallerin biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde gelişim durumuna etkilerini incelemişlerdir. Deneme kapsamında 100 µM alüminyum içeren besin ortamında en fazla çimlenme gerçekleşirken, en az çimlenmenin 500 µM alüminyum bulunan ortamda olduğunu belirlemişlerdir. Kara ve Baktemur (2022a), *in vitro* koşullarda yaptıkları ağır metal çalışmasında, kırmızı baş lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) tohumlarının 100 µM kurşun konsantrasyonundan sonraki dozların çimlenme ve kotiledon oluşum gücünü azalttığını bildirmişlerdir. Sevim ve ark. (2022), sorgum (*Sorghum bicolor* L.) tohumlarının çimlenme oranının kurşun ağır metalinde en iyi sonucun 300 µM dozunda elde etmişlerdir.

Çizelge 2. Değişik dozlarda ağır metal eklenen besin ortamlarında çimlenen tohumlar (%)

Çimlenen Tohum Sayısı (%)						LSD***=1.78
Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	
74.00 e	78.00 d	89.00 b	69.00 f	80.00 c	91.00 a	
Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD***=1.78
90.00 b	93.00 a	81.00 c	77.00 d	49.00 e	81.00 c	
Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD***= 1.78
90.00 a	80.00 b	70.00 c	70.00 c	48.00 e	50.00 d	
Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD***= 1.78
94.00 a	81.00 d	86.00 c	90.00 b	87.00 c	82.00 d	

P < 0.05, ** ; P < 0.01, *** ; P < 0.01, Ö.D; Önemli değil

Farklı Dozlarda Hazırlanmış Ağır Metallerin Bahçe Teresinde Yaprak ve Kök Sayılarına Etkisinin Belirlenmesi

Ağır metallerin artan konsantrasyonları çoğu bitki türünde büyüme ve gelişme üzerinde engelleyici etkide bulunmaktadır. Kadmiyum ve çinko ağır metalleri bitkide metabolik

faaliyetlerin azalmasına, kurşunun ise bitkide morfolojik yapı üzerine hasara neden olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Edelstein ve Ben-Hur, 2018). Bu çalışmada farklı dozlarda hazırlanmış ağır metallerin bahçe teresinde yaprak ve kök sayıları (adet/bitki) belirlenmiştir (Çizelge 3). Çizelgeye göre farklı

konsantrasyonlarda hazırlanmış ağır metallerin yaprak ve kök sayıları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına yaprak sayısı, alüminyum, bakır, kadmiyum ve kurşun ortamlarının kontrol gruplarında en yüksek sayıya ulaşmıştır. Yaprak sayısı Al-K ortamında 3.56 adet/bitki, Cu-K ortamında 3.33 adet/bitki, Cd-K ortamında 3.44 adet/bitki ve Pb-K ortamında 3.56 adet/bitki olarak belirlenmiştir.

Uygulamaların kök sayısı üzerine etkileri incelendiğinde, alüminyum uygulamalarında en fazla kök sayısına Al-2, Al-1 ve Al-K'da, bakır uygulamalarında Cu-K ve Cu-1'de, kadmiyum uygulamalarında Cd-K' da ve kurşun uygulamalarında ise Pb-1 ve Pb-K'da ulaşılmıştır (Çizelge 3).

Yapılan bir çalışmada, bakır konsantrasyonun artması yapraklarda fotosentezin azalmasına sebep olduğu tespit edilmiştir (Dunand ve ark., 2002). Dordipour ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada demir ve kurşunun tere (*Lepidium sativum* L.) büyümesi üzerindeki ortak etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, demirin teredeki kurşunun olumsuz etkilerini azaltmada önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir. Nouri ve ark. (2019), *H. vulgare*

ve *H. distichum*'ün artan kadmiyum konsantrasyonlarında kök gelişimini baskıladığını tespit etmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada, fazla miktarda kadmiyumun bitkilerde nitrat ve potasyum alımını engellediği bildirilmiştir. 50 μ M kadmiyum konsantrasyonunun bitki yaprak ve köklerindeki nitrat içeriğinin %24-62 oranlarında azalmasına neden olduğunu saptanmıştır (Chaffei ve ark., 2004). Yeteri kadar nitrat alımı sağlanamadığında bitkide sürgün gelişimi azalarak fizyolojik aktivite azalmaktadır (Yerli ve ark., 2020). Kara ve Baktemur (2022b), beyaz baş lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) bitkisinde ağır metallerin kök sayılarının etkisi incelendiğinde, kobalt ve kadmiyumun farklı dozlarının etkisinin önemli olmadığı, nikelin kontrol, bakırın kontrol ve 200 μ M, kurşunun ise 200 ve 300 μ M uygulamalarından en fazla kök elde ettiklerini bildirmiştir. Kara ve ark. (2022), alüminyumun biber (*C. annuum* L.) bitkisinde yaprak oluşumu üzerine etkisini incelendiğinde, yaprak oluşumunun en fazla kontrol grubunda elde etmişlerdir. Çalışma sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Değişik dozlarda ağır metal eklenen besin ortamlarında yaprak ve kök sayıları (adet)

Yaprak Sayısı (adet)	Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	LSD***
	3.56 a	3.00 b	2.89 b	2.67 bc	2.56 bc	2.22 c	0.53
	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD***
	3.33 a	3.11 a	2.00 b	2.00 b	2.00 b	2.00 b	0.23
	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD***
	3.44 a	2.22 bc	2.44 b	2.11 bc	2.00 c	2.00 c	0.36
Kök Sayısı (adet)	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD***
	3.56 a	2.67 bc	2.78 b	2.00 d	2.11 d	2.33 cd	0.40
	Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	LSD***
	1.89 a	1.67 a	2.00 a	1.11 b	1.11 b	1.00 b	0.45
	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD***
	2.00 a	1.78 a	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	0.26
Kök Sayısı (adet)	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD***
	2.11 a	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	0.26
	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD***
	2.22 a	2.45 a	1.11 b	1.11 b	1.00 b	1.00 b	0.32

P < 0.05, ** ; P < 0.01, *** ; P < 0.01, Ö.D; Önemli değil

Farklı Dozlarda Hazırlanmış Ağır Metallerin Bahçe Teresinde Gövde ve Kök Uzunluğuna Etkisinin Belirlenmesi

Bahçe teresine ait gövde ve kök uzunluklarına ait değerler Çizelge 4'te sunulmuştur. Denemede, ağır metallerin gövde uzunlukları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Gövdeler, alüminyumda Al-5 (24.85 mm) ve Al-3 (24.55 mm) ortamlarında, bakırda Cu-K (24.73 mm) ortamında, kadmiyumda Cd-1 (25.51 mm) ve Cd-K (24.17 mm) ortamlarında ve kurşunda ise Pb-4 (27.64 mm) ortamında en uzun olarak ölçülmüştür.

Alüminyum uygulamalarının kök uzunları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmazken diğer ağır metallerin kök uzunluğu üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Alüminyum dışındaki ağır metallerde kontrol grupları en uzun köke sahip olmuşlardır. Buna göre bakırda Cu-K (62.99 mm), kadmiyumda Cd-K (69.02 mm), kurşunda ise Pb-K (66.75 mm) değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4).

Yapılan bir araştırmada kurşun ağır metalinin bitkide sürgün gelişimini % 25, kök gelişimini % 40'lara kadar azalttığı belirtilmiştir (Verma ve Dubey, 2003). Başka bir çalışmada, marulda kadmiyum miktarı yükseldikçe, kök ve biokütlenin azaldığı belirtilmiştir (Brooks, 1998; Burd ve ark., 2000; Kuo ve ark., 2004; Mckenna ve ark., 1993; Podar ve Ramsey, 2005). Kara yoncada (*Medicago sativa* L.) yüksek konsantrasyonlarda kadmiyumun kök ve gövde gelişimi üzerindeki inhibitör etkisini bildirmişlerdir (Bakei, 1981; Jadia ve Fulekar, 2008). Farooqi ve ark. (2009), siris ağacı (*Albizia lebeck* L.) tohumlarının kurşun ve kadmiyum stresine tepkisini incelenmişlerdir. Çalışma sonucunda kadmiyum uygulamasının 10 µmol/L'lik ve üzerindeki konsantrasyonlarının sürgün ve kök uzunluğunu azaltıcı etkide bulunduğu bildirilmiştir. Kurşunun ise 50 µmol/L konsantrasyonunun kök ve gövde üzerine toksik etki oluşturduğunu bildirmişlerdir. Kurşun ve kadmiyumun artan konsantrasyonlarında bitki büyümesinin kademeli olarak azaldığı belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, kurşunun yüksek miktarlarının bitkide gövde uzunluğu, yaprak sayısı ve protein içeriği üzerine azaltıcı etkide bulunduğu saptanmıştır (Hussain ve ark., 2013; Kabir ve ark., 2009). Pavel ve ark. (2013), 300 mg/L konsantrasyonlarda hem krom hem de kadmiyumun tere (*L. sativum*) fidelerinin kök uzunluğunun kontrol örneklerine kıyasla yaklaşık %61-68 oranında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ağır metal konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak aynı oranda terinin (*L. sativum*) fide uzunluklarında azalmalar olduğu bildirilmiştir. Doğaroğlu (2018) yaptığı bir çalışmada, marul (*L. sativa*) bitkisi üzerine kadmiyum uygulamasında en yüksek kök ve gövde boyuna kontrol grubunda ulaşıldığını, kadmiyum konsantrasyonu arttıkça her iki boyda da azalmalar olduğunu tespit etmiştir. Kurşun ağır metalinin düşük dozlarının marul bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin çok önemli olmadığını fakat 256 mg L-1 ve üzerindeki konsantrasyonların olumsuz etkilediğini saptamıştır. Aksoy ve Doğan (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, alüminyumun değişik konsantrasyonlarının mor reyhan (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens*) fideleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, alüminyum konsantrasyonu arttıkça fidelerin kök ve gövde uzunluğunda azalmalar olduğunu saptamışlardır. Mor reyhan çalışmasının aksine, bu çalışmada Al-5 ortamından en uzun gövdeli bitkiler elde edilmiş ve alüminyumun bahçe teresinde kök uzunluğu üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Değişik dozlarda ağır metal eklenen besin ortamlarında sürgün ve kök uzunlukları (mm)

	Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	LSD*=
	21.87 abc	19.01 c	19.64 bc	24.55 a	23.37 ab	24.85 a	4.21
Gövde uzunluğu (mm)	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD**
	24.73 a	19.30 b	9.00 c	6.18 cd	3.88 d	4.04 d	*=2.89
	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD**
	24.17 a	25.51 a	11.98 b	8.45 bc	5.60 c	7.10 c	*=3.92
	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD**
	17.80 d	15.90 d	18.81 cd	25.38 ab	27.64 a	22.39 bc	*=4.27
Kök Uzunluğu (mm)	Al-K	Al -1	Al -2	Al -3	Al -4	Al -5	LSD=
	64.90	59.81	63.25	55.82	60.51	65.97	Ö.D.
	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD**
	62.99 a	37.42 b	5.13 c	2.82 c	2.01 c	1.96 c	*= 0,26
	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD**
	69.02 a	47.19 b	24.27 c	5.68 d	4.89 d	6.34 d	*=4.59
	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD**
	66.75 a	57.75 bc	62.27 ab	39.69 e	50.16 cd	47.65 de	*=8.03

P < 0.05, ** ; P < 0.01, *** ; P < 0.01, Ö.D; Önemli değil

Sonuç ve Öneriler

Özellikle son dönemlerde yoğun pestisit ve gübre kullanımı, sanayi atıkları ve madencilik çalışmaları sonucu çevre kirliliğine neden olan ağır metallerin salınımı arttırmıştır. Bitkilerin ağır metallerle maruz kalması durumunda çimlenme, büyüme, gelişme ve ürün verimlilikleri etkilenmektedir.

Bu çalışmada *in vitro* kültür şartlarında bahçe teresi tohumlarının çimlenmesi ve bitki gelişimi üzerine bazı ağır metallerin etkisi belirlenmiştir. Araştırma kapsamında ağır metaller arasında en fazla çimlenme Cu-1 (%91.00) en az çimlenme Cu-4 (%49.00) ortamında elde edilmiştir. Yaprak ve kök sayıları bakımından incelendiğinde ağır metal konsantrasyonları arttıkça yaprak ve kök sayılarında azalma göze çarpmıştır. Ağır metaller arasında alüminyum ve kurşun ağır metallerinin sürgün uzunlukları diğer ağır metallerle kıyaslandığında daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre sürgün uzunlukları en fazla Kurşunda Pb-4 (27.64 mm) ve Pb-3 (25.38 mm), Alüminyumda Al-5 (24.85 mm) ve Al-3 (24.55 mm) ortamlarında görülmüştür. Kök uzunlukları bakımından genel olarak kontrol ortamları daha fazla gelişim göstermiştir. Araştırma sonuçları dikkate alındığında ağır metallerin konsantrasyonları arttıkça bitkilerin göstermiş olduğu reaksiyonlar farklılık göstermektedir. Abiyotik stres koşullarından biri olan ve bitki üzerinde ciddi zararlanmalara neden olan ağır metal çalışmaları, herhangi bir iklim koşuluna ihtiyacın olmadığı *in vitro* şartlarda farklı türlerde yapılarak bitkilerin göstereceği reaksiyonların belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Aksoy, P., Doğan, M., 2020. Alüminyum Toksisitesine *Ocimum basilicum* var. *Purpurascens*'in Fizyolojik Yanıtları. *Ekolojik Yaşam Bilimleri*, 15 (3), 85-93. <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaecolife/issue/56250/743851> adresinden erişildi.
- Anonim, 2008. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri. <http://www.doktorre.net/forum/arsiv-konu-18053.0-agir-metallerin-insan-sagligina-etkileri.html>
- Bakei, A., 1981. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy

- metals, *Journal of Plant Nutrition*, 3, 643-654.
- Brooks, R.R., 1998. *Phytoarcheology and Hyperaccumulators*, In: *Plants that Hyperaccumulate Heavy Metals*, Brooks R.R. (Ed.), CAQB International, Oxan, 153-180.
- Burd, G.I., Dixon, D.G., Glick, B.R., 2000. Plant growth promoting bacteria that decrease heavy metal toxicity in plants., *Canadian Journal of Microbiology*, 46, 237-245.
- Chaffei, C., Pageau, K., Suzuki, A., Gouia, H., Ghorbel, M.H., 2004. Masclaux-Daubresse C Cadmium Toxicity Induced Changes in Nitrogen Management in *Lycopersicon esculentum* Leading to a Metabolic Safeguard Through an Amino Acid Storage Strategy. *Plant Cell Physiol.*45(11):1681- 1693.
- Deng, B., Yang, K., Zhang, Y., Li, Z., 2016. Can heavy metal pollution defend seed germination against heat stress? Effect of heavy metals (Cu(2+), Cd(2+) and Hg(2+)) on maize seed germination under high temperature. *Environ Pollut. Sep*;216:46-52. doi: 10.1016/j.envpol.2016.05.050. Epub 2016 May 26. PMID: 27239687.
- Diwakar, B.T., Dutta, P.K., Lokesh, B.R., Naidu, K.A., 2010. Physicochemical properties of garden cress (*Lepidium sativum* L.) seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 87, 539-548.
- Doğaroğlu, Z., 2018. Kadmiyum, Kurşun ve Çinko Metallerinin Marul (*Lactuca sativa* L.) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(2), 299 - 308. 10.17482/uumfd.417228
- Doğru, A., Darçın, E.S., Altundağ, H., Dündar, M.Ş., Koç, Y., 2012. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Bitkisinde Bazı Metallerin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri.
- Dordipour, E., Alidadi, Khaliliha, M., Barani, Motlagh, M., 2017. Demir ve kurşunun büyüme üzerindeki etkileşimli etkisi ve tere (*Lepidium sativum* L.) alımı. *Toprak Yönetimi ve Sürdürülebilir Üretim Dergisi*, 5(4), 41-59.
- Dunand, V.F., Epron, D., Sossé, A.B., Badot, P.M., 2002. Effects of copper on growth and on photosynthesis of mature and expanding leaves in cucumber plants. *Plant Science.*;163:53-58

- Edelstein, M., Ben-Hur, M., 2018. Heavy metals and metalloids: Sources, risks and strategies to reduce their accumulation in horticultural crops, *Scientia Horticulturae*, 234, 431-444.
- Ertekin, E.N., Bilgen, M., 2021. Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)’da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri . *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma* , 14 (2) , 198-207 . DOI: 10.46309/biodicon.2021.889901
- Farooqi, Z., Iqbal, M., Kabir, M., Shafiq, M., 2009. Toxic effects of lead and cadmium on germination and seedling growth of *Albizia lebbeck* (L.) Benth. *Pak. J. Bot.* 41. 27-33.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D., 2004. Ağır Metal İyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Hussain, A., Abbas, N., Arshad F., 2013. Effects of diverse doses of lead (Pb) on different growth attributes of *Zea mays* L. *Agricultural Sci.*;4(5):262–265.
- ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. Seed Science Technology, Zürich, Switzerland, 21, pp. 289.
- Jadia, D., Fulekar, M.H., 2008. Phytotoxicity and remediation of heavy metals by alfalfa (*Medicago sativa*). *Advances in Natural and Applied Sciences*, 2, 141-151.
- Kabala, C., Singh, B.R., 2001. Fractionation and Mobility of Copper, Lead, and Zinc in Soil Profiles in the Vicinity of a Copper Smelter. *Journal of Environmental Quality*.;30:485-492.
- Kabir, A.M., Iqbal, M.Z., Shafiq, M., 2009. Effects of lead on seedling growth of *Thespesia populnea* L. *Advances in Env. Biology*.;3(2):184–190.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Dergisi*;136:47-53
- Kara, E.E., Pırlak, U., Özdilek, H.G., 2004. Evaluation of Heavy Metals’(Cd, Cu, Ni, Pb and Zn) Distribution in Sowing Regions of Potatofields in the Province of Niğde, Turkey. *Water, Air and Soil Pollution*.;153:173-186
- Kara, E., Baktemur, G., 2022 a. *In vitro* Koşullarda Farklı Ağır Metallerde Yetiştirilen Kırmızı Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) Bitkisinin Gelişim Durumunun Belirlenmesi. 3. International Scientific Research And Innovation Congress. 27-28 Ağustos 2022/ İstanbul pp., 567-579.
- Kara, E., Baktemur, G., 2022 b. *In vitro* Koşullarda Bazi Ağır Metal Uygulamalarının Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) Üzerine Etkilerinin Saptanması. Ege 6th International Conference On Applied Sciences. September 10- 11, 2022/ İzmir pp., 254-262.
- Kara, E., Sarıkaya, M.S., Çilesiz, Y., Akkaş, F., Karaköy, T., Baktemur, G., 2022. Farklı Dozlarda Uygulanan Ağır Metallerin *In Vitro* Koşullarda Biber (*Capsicum annum* L.) Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 9(4): 957–967.
- Karademir, M. ve Toker M.C., 1995. Ankara’nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde egzoz gazlarından gelen kurşun birikimi. II.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi., 699-711. Ankara.
- Kuo, S., Huang B., Bembenek, R., 2004. The availability to lettuce of zinc and cadmium in a zinc fertilizer. *Soil Science*, 169, 363-373.
- Mckenna, I.M., Chaney, R.L., Williams, F.M., 1993. The effects of cadmium and zinc interactions on the accumulation and tissues distribution of zinc and cadmium in lettuce and spinach. *Environmental Pollution*, 79, 113-120.
- Moser, B.R., Shah, S.N., Winkler-Moser, J.K., Vaughn, S.F., Evangelista, R.L., 2009. Composition and physical properties of cress (*Lepidium sativum* L.) and field pennycress (*Thlaspi arvense* L.) oils. *Ind. Crops Prod.* 30, 199–205.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497.
- Nouri, M., El Rasafi, T., Haddioui, A., 2019. Responses of Two Barley Subspecies to In vitro-Induced Heavy Metal Stress: Seeds Germination, Seedlings Growth and Cytotoxicity Assay.

- Agriculture/Pol'nohospodárstvo, 65 (3): 107-118.
- Okcu, M. , Tozlu, E. , Kumlay, A. & Pehlivan, M. 2012. Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri . Alinteri Journal of Agriculture Science , 17 (2) , 14-26 .
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S., 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri . Derim , 23 (2) , 36-45 . Retrieved from <http://www.derim.com.tr/tr/pub/issue/4561/62583>
- Pavel, V.S., Sobariu, D.S., Diaconu, M., Stătescu, F., Gavrilăscu, M., 2013. Effects of Heavy Metals on *Lepidium sativum* Germination and Growth. Environmental Engineering and Management Journal. 12 (4), 727-733.
- Podar, D., Ramsey, M.H., 2005. Effect of alkaline pH and associated Zn on the concentration and total uptake of Cd by lettuce: comparison with predictions from the CLEA model. *Science of the Total Environment*, 347, 53-63.
- Raven, J.A., Evans, M.C.W., Korb, R.E., 1999. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O₂- evolving organisms Pho. Res.;60:111-149.
- Saygıdeğer, S., 1995. *Lycopersicum esculentum* L. Bitkisinin çimlenmesi ve gelişimi üzerine kurşunun etkileri. 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. 588-597.
- Sevim, A., Yüce, İ., Bekiş, P., Çilesiz, Y., Karaköy, T., 2022. Determination of the effects of some heavy metals applied in vitro conditions on the development of sorghum (*sorghum bicolor* L.) 8th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference June 4-6, 2022, 1283-1295. Mardin, Turkey.
- Shad, R.A., 1987. Status of Weed Science in Pakistan. Prog. Farming, 7: 10-16.
- Shehzad, M., Tanveer, T., Ayub, M., Mubeen, K., Sarwar, N., Ibrahim, M., Qadir, I., 2011. Effect of weed-crop competition on growth and yield of garden cress (*Lepidium sativum* L.). J. Med. Plants Res. 5, 6169-6172.
- Siddiqui, M.M, Abbasi, B.H., Ahmad, N., Ali, M., Mahmood, T., 2014. Toxic effects of heavy metals (Cd, Cr and Pb) on seed germination and growth and DPPH-scavenging activity in *Brassica rapa* var. *turnip*. Toxicol Ind Health. Apr;30(3):238-49. doi: 10.1177/0748233712452605. Epub 2012 Aug 7. PMID: 22872632.
- Singh, A., Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F., 2009. Effects of wastewater irrigation on physicochemical properties of soil and availability of heavy metals in soil and vegetables. Communications in Soil Science and Plant Analysis.;40(21-22):3469-3490
- Sosse, B.A., Genet, P., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., 2004. Epron D, Badot PM.. Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. Plant Science, (166):1213-1218.
- Tuncay, O., Esiyok, D., Yagmur, B., Bulent Okur, B., 2011. Yield and quality of garden cress affected by different nitrogen sources and growing period. Afr. J. Agric. Res. 6, 608-617.
- Verma, S., Dubey, R.S., 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. Plant Science, 164:645-655.
- Yahaghi, Z., Shirvani, M., Nourbakhsh, F., Pueyo, J. J. 2019. Uptake and effects of lead and zinc on alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed germination and seedling growth: Role of plant growth promoting bacteria. South African Journal of Botany, 124, 573-582.
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Sahin, U., Tüfenkçi, Ş. 2020. Ağır Metallerin Toprak, Bitki, Su ve İnsan Sağlığına Etkileri. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 2020 Ekim TDFD Özel Sayısı, 103-114. DOI: 10.46810/tdfd.718449

UV-C ve Kitosan Uygulamalarının Taze Kesilmiş Brokkolide Muhafaza Süresi ve Kaliteye Etkileri

Sevil ÜNAL¹ 

H. Melinhan SAVRAN² 

Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR¹ 

¹Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya

Öz

Brokkoli birçok önemli besin maddesi ve bioaktif bileşenleri içeren önemli bir sebze türüdür. Bu çalışmada taze kesilmiş brokkolide hasat sonrası kitosan, UV-C ve bu uygulamaların birlikte kullanımının (UV-C+kitosan) soğukta muhafaza süresince kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Taze kesilmiş olarak hazırlanan brokkoli taçları uygulamalar yapıldıktan sonra 1 ° ve %90 oransal nem koşullarında 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza periyodu süresince 5 gün aralıklarla depodan çıkartılan örneklerde ağırlık kaybı, gövde sertliği, taç rengi (L*, C*, hue açısı), suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam antioksidan aktivite (TAA) ve görsel kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda uygulamaların ağırlık kaybına etkisinde önemli farklılıklar tespit edilmezken, gövde sertliği ve taç renginde meydana gelen değişimi yavaşlattığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların muhafaza süresince TEA, TFM ve TAA'da meydana gelen değişimlerin sınırlandırılmasında da etkili olduğu saptanmıştır. Panelistler tarafından değerlendirilen görsel kalitede UV-C+kitosan uygulanmış brokkoli taçlarının muhafaza süresi sonunda pazarlanabilir sınır değerinde görünüm kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte kullanımının tek başına kullanımlarına göre taze kesilmiş brokkolide kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, UV-C+kitosan uygulamasının taze kesilmiş brokkolilerde soğukta depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimi yavaşlatarak muhafaza ömrünü uzatmada etkili bir uygulama olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Brokkoli, taze kesilmiş, muhafaza, UV-C, kitosan.

Effects of UV-C and Chitosan Treatments on Storage Time and Quality of Fresh Cut Broccoli

Abstract

Broccoli is an important vegetable containing many nutritional and bioactive compounds. In this study, effects of chitosan, UV-C and their combined use (chitosan+UV-C) treatments on quality properties of fresh cut broccoli florets were investigated during cold storage. After treatments, fresh cut broccoli florets were stored in a cold storage at 1 ° and a relative humidity of 90% for 15 days. Weight loss, stem firmness, color changes (L*, C*, h°), total soluble solid content (TSS), titratable acidity (TA), total phenolic content (TPC), total antioxidant capacity (TAC) and visual quality evaluations were performed with 5 d intervals during the storage time. At the end of the study, the treatments were found to be effective on stem firmness and floret color while their effects on weight loss were not significant. Besides, the treatments were effective on restricting the changes in TA, TPS and TAC during storage. According to panelist evaluations, the visual quality of broccoli florets treated with UV-C+chitosan treatment was higher than the marketability threshold level. Combined use of the treatments was more effective on quality maintenance of fresh cut broccoli than their single use. For this reason, UV-C+chitosan treatment was considered to be effective on quality extension of fresh cut broccoli with decreasing the quality changes of during cold storage.

Keywords: Broccoli, fresh-cut, storage, UV-C, chitosan.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: F. Küçükbasmacı Sabır; fkbasmaci@selcuk.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 15.06.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Sevil ÜNAL  <https://orcid.org/0000-0002-7399-4523>

H. Melinhan SAVRAN  <https://orcid.org/0000-0003-2150-3881>

Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR  <https://orcid.org/0000-0002-4307-964X>

Giriş

Brokkoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) yüksek vitamin, antioksidan maddeler ve lifli yapısı sayesinde insan beslenmesinde önemli yere sahip olan bir sebze türüdür. İçerdiği vitamin, glukosinolat, protein ve fenolik madde

seviyesinin diğer sebze türlerinden çok daha yüksek olduğu ve birçok kanser türüne karşı koruyucu etkinin bildirilmesi ile bu türe olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Yan ve ark., 2020; Cano ve ark., 2022).

Brokkoli hasattan sonra çabuk bozulan ve kalite özelliklerini hızla kaybeden bir türdür. Olgunlaşmamış çiçek taslaklarının hasattan sonra da gelişmeye devam etmesi nedeniyle pazar değeri ve yeme kalitesinde hızlı bir azalış meydana gelmektedir (Şahin Özalp, 2017). Brokkolide hasat sonrası yaşlanma ve kalite kayıpları ağırlık kaybında meydana gelen artış, klorofil parçalanması sonucu ortaya çıkan sararma ve besin içeriğinde kayıplar ile istenmeyen koku gelişimi olarak tanımlanmaktadır (Wang ve ark., 2019). Hasattan sonrası brokkolide kalite kayıplarının önlenmesi hem besin içeriğinin korunması hem de ekonomik kayıpların önlenmesi açısından önem arz etmektedir. Diğer yaş meyve ve sebzelerde olduğu gibi brokkolide de raf ömrünü uzatmada çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılabilir.

Ultraviyole-C (UV-C) ışık uygulaması mikroorganizmaların kontrol altına alınması ile bozulmalara dayanıklılığı arttıran ve hasat sonrası yaşlanmayı geciktiren, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (Food and Drug Administration, FDA) tarafından bahçe ürünlerinde hasat sonrası kullanımı onaylanmış bir yöntemdir (Şen ve Karaçalı, 2005; Pinheiro ve ark., 2015). Meyve ve sebzelerin yüzeyindeki mikroorganizmalar UV ışınlarına maruz kaldıklarında DNA düzeyi etkilenmekte bu da hücrelerdeki yeniden çoğalma yapılarına zarar vererek ölümlerine neden olmaktadır. Aynı zamanda bu uygulamalar ürünleri daha sonraki enfeksiyonlara karşı koruyan ve bünyesindeki fitoaleksinin bileşiklerin üretimlerini artırmaktadır (Sakaldaş, 2012).

Yenilebilir film kaplamalar uygulandığı ürün üzerinde ince bir film tabakası oluşturan ve genellikle polisakkarit, protein ve lipid özellikli yenilebilir malzemelerden oluşan uygulamalar olarak tanımlanır. Yenilebilir kaplamalar ürün yüzeyinde modifiye atmosfer ortamı sağlayarak gaz alışverişini sınırlandırmakta, nem ve aroma kayıplarını azaltmakta ve renk değişimlerini geciktirerek soğukta depolama süresince kalitenin korunmasına ve raf ömrünün uzatılmasına olanak sağlamaktadır (Rojas-Graü ve ark., 2010). Taze kesilmiş ve bütün olarak muhafaza edilen brokkoli taçlarında %5 sukrozester bazlı Naturcover® (Navarro-Rico ve ark., 2015), kalsiyum klorür+sodyum aljinat (Ben-Fadhel ve ark., 2018) ve kitosan+çay

polifenollerinin (Fang ve ark., 2022) hasat sonrası brokkolide kalite özelliklerinin korunarak raf ömrünün uzatılmasında etkili olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada taze kesilmiş brokkoli taçlarında UV-C ve kitosan uygulamalarının tek başına veya birlikte kullanımının soğukta depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Antalya'nın Serik ilçesinde ticari olarak yetiştirilen 'Marathon F₁' brokkoli çeşidi kullanılmıştır. Ticari olgunlukta hasat edilen brokkoliler uygun koşullarda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Burada hasarlanmamış, büyüklük ve renk bakımından homojen özellikteki taçlar seçilerek saf su ile yıkanarak kuruması için oda koşullarında bekletilmiştir. Kuruyan brokkolilerde gövde ve taçlarda bulunan yapraklar temizlenerek taç kısımları gövde ile birlikte yaklaşık 10-15 cm olacak şekilde kesilerek taze kesilmiş ürün olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan brokkoli taçları uygulamalar yapılmak üzere 4 gruba ayrılmıştır.

İlk grup brokkoliler hiçbir uygulama yapılmadan kontrol olarak değerlendirilmiştir. İkinci gruba %1 kitosan uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla hazırlanan çözeltiye taçlar 5 dakika süreyle batırılarak üzerindeki su uzaklaşana kadar oda koşullarında kurutma işlemi yapılmıştır. Üçüncü grup örnekler UV-C ışık uygulaması yapılmıştır. Işık geçirmez özellikte tasarlanmış kabin içerisinde 15 watt'lık 230V/50Hz'lik 8 adet UV lamba ile 254 nm dalga boyundaki ışık kullanılarak uygulama yapılmıştır. Brokkoli taçları kabine yerleştirilerek 5 dakika ışığa maruz bırakılmıştır. Son grup taçlara 5 dakika süreyle UV-C uygulandıktan sonra %1'lik kitosan çözeltisine batırılmış ve kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tüm uygulama yapılan ve yapılmayan örnekler polystren tabaklara yerleştirilerek üzerleri polivinil klorür (PVC) film ile kapatılarak 1 °C ve %90-95 oransal nem koşullarında 15 gün süreyle muhafaza edilmiş ve 5 gün arayla depodan çıkartılarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak kalite değişimleri belirlenmiştir.

Ağırlık kaybı, depolama başlangıcında numaralandırılarak 0.01 g hassasiyetli hassas

terazide tartılan brokkoli talarının muhafaza süresince tekrar tartılması ile meydana gelen farklılıklar ile belirlenmiştir. Gövde sertliği dijital penetrometre (Fruit Pressure Tester FT 327) kullanılarak konik u ile karşılıklı iki noktadan ölçüm yapılarak belirlenmiştir ve sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir (Ben-Fadhel ve ark., 2018). Ta renginin belirlenmesinde renk ölçüm cihazı (CR 400, Minolta) kullanılmış ve taşın 3 farklı bölgesinde L*, a* ve b* değerleri okunmuştur. Renk değişimlerini belirlemede C* ve hue açı değerleri hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Panelistler tarafından analiz dönemlerinde brokkoli ta ve gövde kısımlarında dış görünüm, renk ve sertlik zellikleri Yuan ve ark., (2010) tarafından tanımlanan 1-9 skalası (9: mükemmel; 7: iyi; 5: orta (pazarlanabilirlik sınırı); 3: orta (tüketilebilir ancak satılamaz); 1: kötü, tüketilemez) kullanılarak değerlendirilmiştir (Sabir, 2012).

Suda znebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), katı meyve sıkacağı kullanılarak brokkoli talarından elde edilen usare szlerek elde edilen szntde el refraktometresi ile ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir. Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA), elde edilen usarenin 0.1 N NaOH ile pH'sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmesi ile belirlenmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir. Muhafaza edilen brokkoli taları blender ile pre haline getirildikten sonra, 5 g pre metanol ile homojenize edilmiş ve 16 saat 4 C'de karanlıkta bekletildikten sonra santrifüj edilmiştir. Elde edilen bu zlti toplam fenolik madde (TFM) ve toplam antioksidan aktivitenin (TAA) belirlenmesinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark., 2006). TFM, Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstraksiyon sonucu elde edilen zlti üzerine saf su ve Folin-Ciocalteu eklenerek çalkalanmıştır ve 3 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat zltisi ilave edilerek 25 C'de 2 saat inkübe edilen zltide spektrofotometre'de 760 nm dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiştir (Singleton ve ark., 1999). TAA'nın belirlenmesinde FRAP (Ferric

Reducing Antioxidant Power) metodu kullanılmıştır. 150 L ekstrakt üzerine 2850 L hazırlanan FRAP solüsyonu ilave edilerek 30 dakika inkübasyon sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Benzie ve Strain, 1996).

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde yaklaşık 200 g brokkoli taı olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma sonucu elde edilen veriler JMP 5.0.1 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($p < 0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları

Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte brokkoli talarında meydana gelen ağırlık kaybını yavaşlatmada hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (izelge 1). Tüm muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybını sınırlandırmada hasat sonrası yapılan uygulamaların birbirine yakın etki gösterdiği tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda brokkoli talarında en fazla ağırlık kaybı kontrol grubunda (%1.20) meydana gelmiştir. En düşük kayıp kitosan (%0.91) uygulanan brokkolilerde meydana gelirken, UV-C ve UV-C+kitosan uygulamaları (%0.94) istatistiksel olarak bu uygulama ile aynı grupta yer almıştır. Ağırlık kaybı brokkolide hasattan sonra hem pazarlanabilir ürün miktarında hem de görünüm, tekstürel ve besinsel kalite özelliklerinde azalmaya neden olmaktadır. Hasat sonrası film kaplama ve UV-C uygulamalarının üründe meydana gelen su kaybını azaltarak ağırlık kaybını sınırladığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda da brokkolide hasattan sonra meydana gelen ağırlık kaybını sınırlandırmada kitosan, aljinat ve Naturcover gibi yenilebilir film materyalleri ile UV-C uygulamalarının etkili olduğu vurgulanmıştır (Navarro-Rico ve ark., 2015; Dogan ve ark., 2018; Ben-Fadhel ve ark., 2018; Fang ve ark., 2022).

Çizelge 1. Hasat sonrası uygulamalarının brokkolilerde ağırlık kaybı, sertlik ve renk değişimleri (L* , C* ve hue açısı) üzerine etkileri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	Ağırlık kaybı	Sertlik	L*	C*	h°
0		0.00 g	28.43 a	37.96	12.78 abc	125.37 a
5	Kontrol	0.40 e	20.02 e	38.83	13.19 abc	117.97 cde
	Kitosan	0.34 e	26.83 ab	37.61	12.99 abc	117.80 de
	UV-C	0.27 f	23.89 d	36.87	13.02 abc	117.87 de
	UV-C+kitosan	0.36 e	28.43 a	36.70	12.07 bc	120.44 bc
10	Kontrol	1.06 b	19.71 e	39.37	13.45 abc	115.01fg
	Kitosan	0.74 d	25.84 bc	37.73	13.43 abc	117.08 ef
	UV-C	0.72 d	24.73 cd	39.06	13.97 ab	119.94 bcd
	UV-C+kitosan	0.68 d	26.64 ab	36.93	11.51 c	118.15 bcd
15	Kontrol	1.20 a	15.72 f	38.52	14.32 a	111.89 h
	Kitosan	0.91 c	23.81 d	39.28	13.38 abc	114.09 gh
	UV-C	0.94 c	24.21 cd	37.42	14.76 a	116.20 efg
	UV-C+kitosan	0.94 c	25.65 bcd	37.69	12.76 abc	120.66 b
	LSD _{5%}	0.07	1.84	Ö.D.	2.19	2.52

Her bir kalite parametresindeki küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Sertlik hasattan sonra Bahçe ürünlerinde kaliteyi belirlemede önemli bir kriterdir. Brokkolide hasat sonrası uygulamaların gövde sertliğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza başlangıcında 28.43 N olarak belirlenen değer sürenin ilerlemesi ile birlikte özellikle kontrol grubunda hızlı bir azalma göstermiştir. Tüm muhafaza süresince UV-C+kitosan uygulamasının gövde sertliğindeki değişimi yavaşlatmada daha etkili olduğu belirlenmiştir. 15 günlük süre sonunda en yüksek gövde sertlik değeri UV-C+kitosan uygulamasında (25.65 N) belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla UV-C (24.21 N) ve kitosan (23.81 N) uygulamaları takip etmiştir. En düşük gövde sertlik değeri kontrol grubunda (15.72 N) ölçülmüştür. Kontrol grubunda başlangıç değerine göre gövde sertlik değerindeki kayıp %44.7 oranında gerçekleşirken, UV-C+kitosan uygulamasında bu oran %9.8 olarak tespit edilmiştir. Tekstür yaş meyve ve sebzelerde ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen önemli bir kalite özelliğidir. Muhafaza süresince dokulardan artan su kaybına bağlı olarak sertlikte azalma ve elastikiyette artışların meydana gelebileceği belirtilmektedir (Serrano ve ark., 2006). Nitekim ağırlık kaybının yüksek olduğu kontrol grubunda yumuşamanın daha fazla olduğu, kombinasyon uygulamasında ise düşük ağırlık kaybı ile ilişkili olarak gövde sertliğinin

korunduğu belirlenmiştir. Yüzey kaplama uygulamasının dokular içindeki oksijenin azalıp karbondioksit konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak biyokimyasal reaksiyonların geciktirildiği belirtilmektedir (Ansorena ve ark., 2011).

Brokkoli taçlarında muhafaza süresince hasat sonrası uygulamaların L* değerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, C* ve hue açısı değerine olan etkileri önemli bulunmuştur. 15 günlük muhafaza süresince L* değerinde uygulamalara göre değişmekle birlikte artış ve azalış şeklinde bir değişim meydana geldiği tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda belirlenen L* değeri 39.28 (kitosan) ile 37.42 (UV-C) arasında değişim göstermiştir. Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte C* değerinde başlangıç değerine göre artma ve azalmalar şeklinde doğrusal olamayan bir değişim kaydedilmiştir. Muhafaza başlangıcında 12.78 olan değer, 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek UV-C (14.76) uygulaması yapılan brokkoli taçlarında ölçülürken, en düşük değer UV-C+kitosan (12.76) uygulamasında tespit edilmiştir. UV-C+kitosan uygulaması ile kitosan uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Brokkoli taç renginde meydana gelen renk değişimlerinin açısı ile ifade edildiği hue açısı değerinde muhafaza süresince yeşil rengin kaybına bağlı olarak azalış kaydedilmiştir.

Muhafaza başlangıcında 125.37° olarak belirlenen değerin korunmasında hasat sonrası uygulamaların birlikte kullanımının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda hue açısı değeri sırasıyla 120.66°, 116.20°, 114.09° ve 111.89° (sırasıyla UV-C+kitosan, UV-C, kitosan ve kontrol) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Brokkoli taçlarında hasattan sonra yaşlanma ile birlikte meydana gelen yeşil rengin kaybı kaliteyi etkileyen en önemli unsurdur. İlerleyen muhafaza süresi ile birlikte klorofilin parçalanmasına neden olan enzimlerin aktivitesindeki artış yeşil renkte bozulmalara neden olmaktadır (Kaewsuksaeng, 2011). Ben-Fadhel ve ark. (2018), aljinat+kalsiyum klorit uygulamalarının hue açısı değerindeki değişimi yavaşlatarak yeşil rengin korunduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda da benzer şekilde UV-C (Lemoine ve ark., 2007) ve kitosan (Ansorena ve ark., 2011) ve kitosan+çay polifenollerinin (Fang ve ark., 2022) klorofil yıkımını geciktirerek yeşil rengin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir.

Brokkolide depolama öncesi %9.13 olarak ölçülen SÇKM değerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte artış ve azalış şeklinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. Hasat sonrası uygulamaların depolama süresince bu artışa etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

(Çizelge 2). 15 günlük muhafaza süresi sonunda en fazla artış UV-C uygulaması (%8.73) yapılan brokkolilerde gerçekleşirken, en düşük SÇKM değeri kitosan uygulamasında (%8.27) meydana gelmiştir.

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte TEA miktarında azalma meydana geldiği, bu azalmayı geciktirmede hasat sonrası yapılan uygulamaların etkili olduğu ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Başlangıç TEA miktarı %0.543 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda UV-C+kitosan uygulamasının (%0.429) TEA kaybını yavaşlatmada diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu uygulamayı aralarında istatistiksel fark kaydedilmeyen kitosan (%0.426) ve UV-C uygulamaları (%0.422) takip etmiştir. En fazla kayıp kontrol grubu brokkolilerde (%0.377) meydana gelmiştir (Çizelge 2). Hasat sonrası uygulamaların birlikte kullanımının asitlik değerinde meydana gelen azalmayı sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular brokkoli taçlarında ilerleyen muhafaza süresince azalan asitlik değerinin korunmasında 1-MCP+MAP (Sabir, 2012; Şahin Özalp, 2017) uygulamalarının birlikte kullanımının etkili olduğunu belirten çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Hasat sonrası uygulamalarının brokkolide SÇKM, TEA, TFM ve TAA üzerine etkileri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	SÇKM	TEA	TFM	TAA
0		9.13 a	0.543 a	243.58 a	10.62 ab
5	Kontrol	9.13 a	0.455 cd	182.75 c	7.14 f
	Kitosan	8.33 d	0.450 cde	206.08 b	10.62 ab
	UV-C	8.93 ab	0.482 b	210.25 b	10.70 a
	UV-C+kitosan	8.47 cd	0.469 bc	206.08 b	10.16 abc
10	Kontrol	8.67 bc	0.403 g	146.92 d	6.51 f
	Kitosan	8.20 d	0.427 ef	151.08 d	9.27 cd
	UV-C	8.93 ab	0.444 def	142.75 de	9.09 cd
	UV-C+kitosan	8.33 d	0.435 def	167.75 c	9.42 bcd
15	Kontrol	8.47 cd	0.377 h	101.08 g	6.45 f
	Kitosan	8.27 d	0.426 fg	124.42 f	7.41 ef
	UV-C	8.73 bc	0.422 fg	106.92 g	8.59 de
	UV-C+kitosan	8.33 d	0.429 ef	131.08 ef	8.93 d
	LSD ₅	0.29	0.024	15.73	1.23

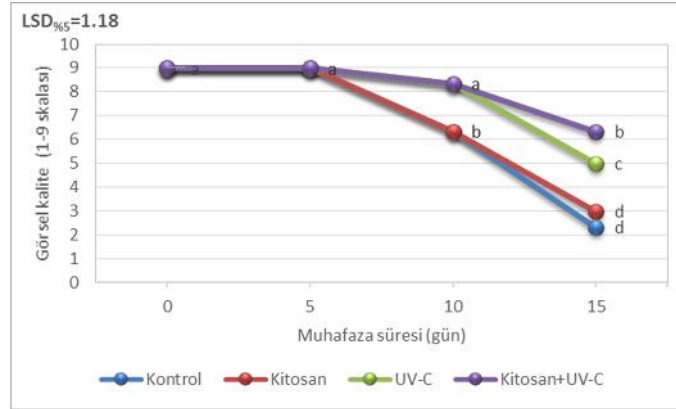
Her bir kalite parametresindeki küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Brokkolide hasat sonrası uygulamaların muhafaza süresince TFM miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında 243.58 mg/100g olarak ölçülen TFM miktarında muhafaza süresinin ilerlemesi ile başlangıç değerine göre doğrusal bir azalış kaydedilmiştir. Muhafaza süresi sonunda TFM değerinin korunmasında UV-C+kitosan uygulamasının (131.08 mg/100g) etkili olduğu belirlenirken, en düşük değer 101.08 mg/100g ile kontrol grubu brokkolilerde saptanmıştır. Kontrol grubu ile UV-C uygulaması yapılan brokkoliler arasında istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 2). Fenolik maddeler ile askorbik asit ürünlerde antioksidan kapasitenin korunmasında rol oynayan en önemli bileşiklerdir (Sabir, 2012). Brokkoli oldukça yüksek fenolik içeriğe sahip olup, çeşit, iklim koşulları, kültürel uygulamalar, olgunluk aşaması ve hasat sonrası işleme ile depolama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir (Bahorun ve ark., 2004). Fenolik bileşiklerin korunmasında hasat sonrası uygulamaların birlikte kullanımının etkili olduğu belirlenirken, elde ettiğimiz bu sonuç UV-C (Dogan ve ark., 2018), UV-C+sıcak hava (Lemoine ve ark., 2010) ve 1-MCP+MAP (Şahin Özalp, 2017) uygulanmış brokkolilerde daha yüksek fenolik madde belirlendiği çalışma ile benzerlik göstermektedir. UV-C+kitosan uygulanmış brokkoli taçlarında toplam fenolik madde miktarının değişiminin geciktirilmesi aynı zamanda toplam antioksidan miktarının korunmasına da etkili olduğunu göstermiştir.

Hasat sonrası uygulamaların soğukta muhafaza süresince TAA üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında 10.62 $\mu\text{mol/g}$ olan TAA değerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte bir azalış kaydedilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük TAA başlangıç değerine göre %39.27 oranında azalan kontrol grubu brokkolilerde (6.45 $\mu\text{mol/g}$) saptanmıştır. En yüksek TAA miktarı ise başlangıca göre %15.92 azalan UV-C+kitosan (8.93 $\mu\text{mol/g}$) uygulaması yapılan brokkolilerde tespit edilirken, bunu sırasıyla %19.12 ve %30.23 oranında azalan UV-C (8.59 $\mu\text{mol/g}$) ve kitosan (7.41 $\mu\text{mol/g}$) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). Antioksidan içeriği yüksek olan brokkolide muhafaza süresince genel olarak artış ve azalış şeklinde bir değişimin meydana geldiği

belirlenmektedir (Polat ve Bal, 2017). Yürüttüğümüz çalışmada da ilk 5 gün kontrolde hızlı bir azalma kaydedilirken, uygulama yapılmış olanlarda başlangıca göre artış görülmüş ancak 10.günden itibaren bu uygulamalarda da azalma gerçekleşmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar UV-C (Costa ve ark., 2006) ve kitosan (Fang ve ark., 2022) uygulamalarının brokkolide antioksidan kapasitenin korunmasında etkili olduğunu belirten çalışmalarda da desteklenmektedir. Uygulamaların metabolik yaşlanmayı geciktirerek ve parçalanma reaksiyonlarını yavaşlatarak antioksidan değeri koruduğu düşünülmektedir.

Brokkoli taçları ile gövde özelliklerinin göz önüne alındığı görsel kalite muhafaza başlangıcında 9.0 puan olarak değerlendirilirken, muhafazanın 5. gününde de tüm uygulamalarda başlangıç değerini koruduğu belirlenmiştir. 10. günden itibaren kontrol ve kitosan uygulanan brokkolilerde görsel kalitede azalmanın meydana geldiği belirlenirken, UV-C ve UV-C+kitosan uygulamalarındaki değişimin daha yavaş azaldığı tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük görsel değerlendirme kontrol grubuna (2.33) verilirken kitosan uygulaması (3.00) kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Her iki uygulama pazarlanabilir sınır olan 5'in altında bir puan almıştır. Muhafaza süresi sonunda görsel kalitenin korunmasında en etkili uygulama UV-C+kitosan (6.33) olarak belirlenirken bu uygulamanın pazarlanabilir sınır değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Panelistler tarafından muhafaza başlangıcından itibaren yapılan değerlendirmelerde muhafaza süresinin 10.gününden itibaren özellikle kontrol ve kitosan uygulamalarında çiçeklerde açılma, yeşil renkte bozulma ve gövde sapında yumuşama şeklinde değişimlerin olduğunu belirtmişlerdir. Ancak özellikle kombinasyon uygulamasında kalite özelliklerinin daha iyi korunduğu özellikle yeşil renkte ve taç yapısında bütünlüğün bozulmadığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarda da hasat sonrası uygulamaların solunumu yavaşlatarak metabolik aktiviteyi yavaşlattığı ve sonucunda görünüm özelliklerini koruduğu ifade edilmektedir (Ansorena ve ark., 2011; Sabir, 2012; Navarro-Rico ve ark., 2015; Fang ve ark., 2022).



Şekil 1. Hasat sonrası UV-C uygulamalarının brokkolilerde görünüm üzerine etkileri

Sonuç

Çalışma sonucunda kitosan ve UV-C uygulamalarının birlikte kullanımının bu uygulamaların tek başına kullanımı veya kontrol ile karşılaştırıldığında gövde sertliği ile taç yeşil renginin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulamanın titre edilebilir asitlik, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan kapasite ve görsel kalite değerlerindeki azalışın geciktirilmesinde de etkili olduğu saptanmıştır. Hasat sonrası taze kesilmiş olarak değerlendirilen brokkolilerde 15 günlük muhafaza süresi sonunda UV-C+kitosan uygulamasının soğukta depolama süresince kalite özelliklerini koruyarak depolama ömrünü uzatmada etkili bir uygulama olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Ansorena, M.R., Marcovich, N.E., Roura, S.I., 2011. Impact of Edible Coatings and Mild Heat Shocks on Quality of Minimally Processed Broccoli (*Brassica oleracea* L.) during Refrigerated Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1): 53-63.

Bahorun, T., Luximon-Ramma, A., Crozier, A., Aruoma, O.I., 2004. Total Phenol, Flavonoid, Proanthocyanidin and Vitamin C Levels and Antioxidant Activities of Mauritian Vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 1553-1561.

Ben-Fadhel, Y., Ziane, N., Salmieri, S., Lacroix, M., 2018. Combined Post-Harvest Treatments For Improving Quality and Extending Shelf-Life of Minimally Processed Broccoli Florets (*Brassica*

oleracea var. *italica*). *Food and Bioprocess Technology*, 11(1): 84-95.

Benzie, I.F., Strain, J.J., 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1): 70-76.

Cano, A., Giraldo-Acosta, M., García-Sánchez, S., Hernández-Ruiz, J., B. Arnao, M., 2022. Effect of Melatonin in Broccoli Postharvest and Possible Melatonin Ingestion Level. *Plants*, 11(15): 2000.

Costa, L., Vicente, A.R., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martínez, G.A., 2006. UV-C Treatment Delays Postharvest Senescence in Broccoli Florets. *Postharvest Biology and Technology*, 39(2): 204-210.

Dogan, A., Topcu, Y., Erkan, M., 2018. UV-C Illumination Maintains Postharvest Quality of Minimally Processed Broccoli Florets under Modified Atmosphere Packaging. *Acta Horticulturae*, 1194: 537-544.

Fang, H., Zhou, Q., Yang, Q., Zhou, X., Cheng, S., Wei, B., Li, J., Ji, S., 2022. Influence of Combined Edible Coating with Chitosan and Tea Polyphenol on the Quality Deterioration and Health-promoting Compounds in Harvested Broccoli. *Food and Bioprocess Technology*, 15(2): 407-420.

Kaewsuksaeng, S., 2011. Chlorophyll Degradation in Horticultural Crops. *Walailak Journal of Science and Technology*, 8: 9-19.

Lemoine, M.L., Civello, P.M., Martínez, G.A., Chaves, A. R., 2007. Influence of Postharvest UV-C Treatment on

- Refrigerated Storage of Minimally Processed Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(6): 1132-1139.
- Lemoine, M.L., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martinez, G.A. 2010. Influence of a Combined Hot Air and UV-C Treatment on Quality Parameters of Fresh-Cut Broccoli Florets at 0°C. International Journal of Food Science and Technology, 45: 1212-1218.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27 (12): 1254-1255.
- Navarro-Rico, J., Martínez-Hernández, G. B., Artés, F., Artés-Hernández, F., Gómez, P. A. 2015. Effect of Edible Coatings and Electrolyzed Water Sanitation on Fresh-Cut 'Bimi' Broccoli Quality. Acta Horticulturae, 1071: 463-469.
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E.M., Silva, C. L., 2015. Use of UV-C Postharvest Treatment for Extending Fresh Whole Tomato (*Solanum Lycopersicum*, cv. Zinac) Shelf-Life. Journal of Food Science Technology, 52 (8): 5066-5074.
- Polat, S., Bal, E., 2017. Soğukta Muhafaza Edilen Brokoli Çeşitlerinin (*Brassica oleracea* L., var. *italica* cvs. Belstar ve Beaumont) Depolama Süresi ve Kalite Özellikleri Üzerine Modifiye Atmosfer Paketlemenin Etkisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(2): 103-108.
- Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2010. Use of Edible Coatings for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing (O. Martín-Belloso ve R. Soliva-Fortuny, eds) CRC Press. 299-326.
- Sabir, F., 2012. Postharvest Quality Response of Broccoli Florets to Combined Application of 1-Methylcyclopropene and Modified Atmosphere. Agricultural and Food Science, 21: 421-429.
- Sakaldaş, M., 2012. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen California Wonder Biber Tipinde Farklı Hasat Sonrası Uygulamaların Kaliteye Etkileri. Çanakkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora tezi 144 s.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. 2006. Maintenance of Broccoli Quality and Functional Properties during Cold Storage as Affected by Modified Atmosphere Packaging. Postharvest Biology and Technology, 39: 61-68.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M., 1999. Analysis of Total Phenols and other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent, Methods in Enzymology, Elsevier, 299:152-178.
- Şahin Özalp, G., 2017. Derim Sonrası Farklı Uygulamaların Brokkolinin (*Brassica oleracea* L.var. *italica*) Antioksidan Özellikleri Ve Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 165 s
- Şen, F., Karaçalı, İ., 2005. Hasat Sonrası UV-C Işığı ve Diğer Bazı Koruyucu Uygulamaların Satsuma Mandarinin Kalite ve Dayanım Gücüne Etkileri. Derim, 22 (1): 10-19.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros, Z.L., Byrne, D.H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity from Guava Fruit Extracts. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 669-675.
- Wang, L., Zhang, Y., Chen, Y., Liu, S., Yun, L., Guo, Y., 2019. Investigating the Relationship Between Volatile Components and Differentially Expressed Proteins in Broccoli Heads During Storage in High CO₂ Atmospheres. Postharvest Biology and Technology 153: 43-51.
- Yan, Z., Shi, J., Gao, L., Wang, Q., Zuo, J., 2020. The Combined Treatment of Broccoli Florets with Kojic Acid and Calcium Chloride Maintains Post-Harvest Quality and Inhibits Off-Odor Production. Scientia Horticulturae, 262: 109019.
- Yuan, G., Sun, B., Yuan, J., Wang, Q. 2010. Effect of 1-Methylcyclopropene on Shelf Life, Visual Quality, Antioxidant Enzymes and Health-Promoting Compounds in broccoli Florets. Food Chemistry, 118: 774-781.

Kitosan ve Mum Uygulamalarının ‘Owari Satsuma’ Mandarininin Doğal Soğutmalı ve Soğuk Hava Depolarında Muhafazasına Etkisi

Rubin ZAN 

Ahmet Erhan ÖZDEMİR 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hatay Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidinin doğal soğutmalı depo ve soğukta muhafazasına kitosan uygulamasının etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmada materyal olarak, Samandağ (Hatay)’da yetiştirilen ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi kullanılmıştır. Meyveler kontrol, su, kitosan, mum, kitosan+mum ve ticari uygulama yapıldıktan sonra doğal soğutmalı depo ve soğuk hava deposunda 5 °C ve %85-90 oransal nemde 90 gün süreyle depolanmış, 15 günde bir analizlenmiş ve ayrıca raf ömrü için 7 gün 20 °C’de %70-75 oransal nem içeren depoda bekletilmiştir. Bulgularımıza göre, doğal depoda depolanan meyvelerde ağırlık kayıpları, fungal ve fizyolojik bozulmalar soğukta depolananlardan daha yüksek ve görünüş puanları daha düşük olmuştur. Uygulamalar arasında ağırlık kayıpları bakımından mumlama en başarılı uygulama olurken, kitosan uygulaması fizyolojik bozulmaları önlemede başarılı bulunmuştur. Meyvede yeşil kapsülün korunmasında kitosan ve kitosan+mum uygulamaları başarılı olmuştur. Doğal depoda depolanan meyvelerde meyve parlaklığı soğukta depolananlardan daha düşük olmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı artışlar göstermiştir. SÇKM miktarındaki artış kitosan uygulamasında daha yavaş olmuştur. Muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça tat puanlarında azalışlar olmuş, ancak 90 gün ve 90+7 gün sonunda bile tat puanları kabul edilebilir sınırın üzerinde olmuştur. Uygulamalar arasında tat puanları kitosan+mum, kitosan ve mumlama uygulamalarında tat puanları yüksek olmuştur. Doğal depoda ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi kontrol meyvelerinin 15 gün, diğer uygulamaların meyvelerinin ise 30 gün başarıyla depolanabileceği belirlenmiştir. Soğukta depolanan ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi meyvelerinin 5 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde kontrol, su ve kitosan uygulananları 45 güne, ticari, mumlama ve kitosan + mum uygulamaları yapılanların ise 75 güne kadar kalite özelliklerini kaybetmeden muhafaza edilebileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ‘Owari satsuma’, doğal soğutmalı depo, soğuk depo, kitosan, mum, kalite.

Effect of Chitosan and Wax Treatments on Storage of ‘Owari Satsuma’ Mandarin in Common and Cold Store

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of the treatment of chitosan in the common store and cold storage of ‘Owari satsuma’ mandarin variety. Variety of ‘Owari satsuma’ mandarins grown in Samandağ (Hatay) province was used as the material in the study. After the control, water, chitosan, wax, chitosan+wax and commercial application, the fruits were stored in the common store and cold storage at 5 °C and 85-0% relative humidity for 90 days and analyzed every 15 days. For the shelf life, the analyzes were repeated by keeping at 20 °C and 70-75% relative humidity for 7 days. According to our findings, weight losses, fungal and physiological deterioration in fruit stored in common store were higher and appearance scores were lower than cold stored. Among the treatments, while the wax treatment was the most successful application in terms of weight loss, chitosan application was found successful in preventing physiological deterioration. The treatment of wax and chitosan+wax was successful in preserving the green bottom. In fruit stored in common store, fruit brightness was lower than in cold storage. Total soluble solid (TSS) content increased during storage. The increase in the TSS content was slower in the chitosan treatment. As storage and shelf life increases, there is a decrease in taste scores, but even after 90 days and 90 + 7 days, taste scores are above the acceptable limit. Among the treatments the taste scores were high in the taste scores in the chitosan+wax, chitosan and wax treatments. It has been determined that the common store ‘Owari satsuma’ mandarin variety control fruits can be successfully stored for 15 days and the other application fruits can be stored for 30 days successfully. The cold-stored ‘Owari satsuma’ mandarin varieties have 45 days of control, water and chitosan application for 5 °C temperature and 85-90% relative humidity conditions, and up to 75 days for commercial, wax and chitosan+wax applications it can be preserved without losing.

Keywords: ‘Owari satsuma’, common store, cold store, chitosan, wax, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: A.E. Özdemir; erhan@mku.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 12.12.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 22.12.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Rubin ZAN  <https://orcid.org/0000-0003-0058-3616>

Ahmet Erhan ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0001-7114-5715>

Giriş

Turunçgil meyvelerinin insan sağlığı ve beslenmesindeki yeri ve öneminin gün geçtikçe geniş kitleler tarafından daha iyi anlaşılması bu meyvelere olan istemin artmasına neden olmuş ve bunun sonucu olarak da Dünya ve ülkemizde geçmişten günümüze önemli bir ticari boyut kazanmıştır. Turunçgil üretiminin en yoğun olduğu iller Akdeniz Bölgesinde özellikle bölgenin doğu kısımlarında yer almaktadır. Bu bölge içerisinde Adana ili ilk sırada yer alırken, bu ili Mersin ve Hatay illeri izlemektedir. Hatay ilinde yetiştirilen ‘Satsuma’ mandarinlerinin aynı dönemde olgunlaşması sonucu üreticiler fiyat oluşumu ve seyrinde ekonomik yönden olumsuz etkilenmektedirler. Bu nedenle günümüzde dış pazarlar ve tüketici istekleri doğrultusunda ‘Satsuma’ mandarinlerinde daha erkenci ve daha geçici olan çeşitlere doğru yönelim olması gerektiği bildirilmiştir (Demirkeser ve ark., 2003; Kaplankıran ve ark., 2005).

Doğal soğutmalı depolarda muhafaza; adi depolarda, ambarlarda depolama olup, sıcaklık ve nemin kontrol edilemediğinden muhafaza süresi mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Hatay’da portakallar ve mandarinler başta olmak üzere turunçgiller, halk arasında “mağaza” olarak tabir edilen kiler ve ambarlarda muhafaza edilmekte olup, soğukta muhafazada son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Ülkemizde muhafaza konusunda önemli ilerlemelerin olduğu ve bunun neticesinde elde edilen sonuçların pratiğe aktarılmasıyla derim sonrası kayıpların azaltılmasında önemli başarılar elde edilmiştir (Özdemir ve ark., 2008). Hatay ili Samandağ ilçesinde yetiştirilen mandarinlerin %81.34’ünün ‘Satsuma’ çeşidi olduğu ve bunun %16’sının depolandığı bildirilmiş olup, depolanan mandarinin %81’inin doğal soğutmalı depolarda geri kalanı ise soğuk hava depolarında olduğu belirlenmiştir (Nural ve ark., 2016). ‘Owari satsuma’ mandarinin 5 °C ve %85-90 oransal nemde 60 gün muhafaza edilebileceği bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2020).

Turunçgil meyveleri klimakterik özellik göstermezler, dolayısıyla solunum hızı ve etilen üretimi, klimakterik meyvelerdeki gibi olgunluk ve olgunlaşma ile ilgili değişikliklerle birlikte dikkate değer bir artış göstermez. Bununla birlikte, diğer tropik ve subtropik meyvelerle

karşılaştırıldığında, nispeten daha uzun bir raf ömrüne sahiptirler. Diğer bahçe ürünlerinde olduğu gibi, turunçgillerde de hasat sonrası önemli kayıplar ağırlık kayıpları ve fizyolojik bozulmalardan kaynaklanmaktadır (Palou ve ark., 2015). Mumlama, ürünlerde parlak dış görünümü sağlamak, su kaybını dolayısıyla buruşma ve solmayı azaltmak, yüzeyin gaz geçirgenliğini azaltarak yaşlanmayı geciktirmek için yapılmaktadır. Yenilebilir bir kaplama materyali olan kitosan; yengeç, karides, istakoz gibi eklem bacaklıların kabuklarında, bazı bakteri ve mantarların hücre duvarlarında bulunan ve doğada selülozdan sonra en yaygın bir polimer olan kitinin deasetilasyonu sonucu elde edilmektedir. Doğada bulunan kaynaklardan elde edilebilen bir biyopolimer olan kitosan, canlılara karşı toksik özelliğinin olmaması, biyolojik olarak parçalanabilirliği, biyoyoumluluğu, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından diğer biyopolimerlere göre üstün özellikler göstermesi nedeniyle meyve-sebze endüstrisi için geniş kullanım alanına sahiptir (Taştan ve Baysal, 2013).

Bu çalışmada Hatay ili Samandağ ilçesinde yetiştirilen ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depolarda ve soğukta muhafazasına kitosan ve mum uygulamalarının etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Hatay ili Samandağ ilçesinde yetiştirilen ve bir üretici bahçesinden sağlanan turunç anacı üzerine aşılı 7x7 m aralıklarla tesis edilmiş 23 yaşlı ‘Owari satsuma’ (*Citrus unshiu* Marcovitch) mandarin çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Bahçenin bulunduğu Samandağ ilçesinin iklim özellikleri tipik Akdeniz iklimi özelliklerine sahip, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bahçenin bulunduğu Samandağ ilçesinin ortalama sıcaklık, nem ve yağış miktarları yıllara göre bazı farklılıklar gösterse de genelde yıllık ortalama sıcaklık 18.0 °C ve yıllık yağış miktarı ise yaklaşık 900-950 mm’dir.

Meyveler Arpaia ve Kader (1999) ve Özdemir ve ark. (2010) tarafından belirtilen kriterlere göre; meyve usaresi >%33, suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) içeriği >%10, SÇKM/Titre edilebilir asit (TEA) oranı >6.5 ve çeşide özgü

meyve kabuk rengini 2/3 oranında aldığı dönemde derilmiştir. 3 yinelemeli ve her yinelemede 10 adet meyve olacak şekilde kontrol, su uygulaması (çeşme suyuna 3 dakika daldırma), ticari uygulama (5 ml/l'lik dozlarda potasyum fosfat (Deccophotos K® konsantrasyonuna 3 dakika daldırma), mumlama (Citrashine® wax), kitosan (%1'lik kitosana 3 dakika daldırma) ve kitosan + mumlama uygulamaları yapıldıktan sonra plastik kasalara yerleştirilmiş ve bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda ve soğuk hava deposunda 5 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 90 gün süreyle depolanmıştır. Analizlenmek için 15 günde bir depodan çıkarılan meyveler 20 °C'de %70-75 oransal nemde raf ömrü için 7 gün bekletilmiştir.

Ağırlık kaybı, depolama başlangıcında numaralandırılarak 0.01 g hassasiyetli hassas terazide (Ohaus Adventurer, ABD) meyveler her analizde tartılarak % olarak hesaplanmıştır. Görünüş (1-5), 10 kişilik bir panelist grubuyla 1-5 değerlendirmesi (1: En kötü. 5: En iyi) yapılmıştır. Fungal bozulmalar, her analizde tüm meyveler incelenmiş, fungal bozulma durumları ve miktarları % olarak belirlenmiştir. Fizyolojik bozulmalar ve fizyolojik bozulma şiddeti (1-5), tüm analizlerde meyveler incelenmiş, fizyolojik bozulma durumları % olarak ve fizyolojik bozulma şiddeti (1-5) de 1-5 skalasına göre (1: Yok. 2: Hafif. 3: Orta. 4: Şiddetli ve 5: Çok şiddetli) değerlendirilmiştir. Meyve kabuk rengi, ağırlık kaybı için depodan çıkarılan meyvelerde C.I.E. L*a*b*'ye göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı (Konica Minolta Sensing Inc.. Osaka. Japonya) ile meyvenin ekvator bölgesinde her iki yanaktan L* ve h° değerleri okunmuştur. Yeşil kapsüllü meyve miktarı, her analizde yeşil kapsüllü meyveler sayılarak yeşil kapsüllü meyve oranı % olarak hesaplanmıştır. Usare miktarı, meyve sıkacağı ile meyve suları çıkarılıp, posa ağırlığı bulunduktan sonra usare miktarı % olarak hesaplanmıştır. SÇKM miktarı, el refraktometresi (Atago ATC-1E Model. Atago Co. Ltd., Tokyo. Japonya) ile ölçülerek % olarak bulunmuştur. Meyve suyu pH'sı, pH metre (Hanna Instruments, HI 2211 pH/ORP meter, ABD) ile okunmuştur. TEA miktarı, potansiyometrik metod ile ölçülmüş olup, hazırlanan meyve suyu pH metrede 8.1 değeri okunana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre

edilmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden yüzde olarak hesaplanmıştır. Tat (1-9) puanı, 10 kişiden oluşan bir panelist grup tarafından 1-9 hedonik skalaya göre değerlendirilmiştir. Bu skalada 9 en iyi ve 1 en düşük değer olmuştur. Skalada pazarlanabilir kalitede olma sınırı ≥5 olmuştur.

Çalışma "Faktöriyel Düzenle Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre kurulmuştur. Verilerin istatistiksel analizi SAS programı (SAS Version V.9.4. SAS Institute Cary. N.C.) kullanılarak yapılmıştır. Tukey testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları

'Owari satsuma' mandarin meyvelerinde doğal depoda (%14.84) soğuk hava deposundan (%7.58) yaklaşık iki kat daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ağırlık kayıplarında artışlar olmuş ve kayıplar 90. günde ortalama %17.75'e ulaşmıştır. Kitosan uygulamasında (%12.84) en yüksek ağırlık kaybı saptanırken, mumlama (%9.34) ve ticari uygulamada (%9.90) en düşük kayıplar saptanmıştır. Raf ömründe de doğal depodaki meyvelerde ağırlık kayıpları daha yüksek olmuştur. Raf ömrü sırasında başlangıçta en yüksek kayıplar olurken, ilerleyen günlerde depo sıcaklığıyla meyve iç sıcaklıklarının da dengelenmesiyle kayıplarda düşüşler olmuştur (Çizelge 1).

Raf ömründe depolamanın tersine ticari uygulamada en yüksek ağırlık kaybı olurken, kitosan+mum uygulamasında en düşük olmuştur (Çizelge 1). Turuncgillerde %2-3 oranında aylık ağırlık kaybı olabileceği bildirilmiştir (Pekmezci, 1984; Gürgeç ve ark., 1995; Dündar ve Göçer, 2001; D'Aquino ve ark., 2005; Karasahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2016; 2019). Özdemir ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada farklı uygulamalar yapılan 'Owari satsuma' mandarin meyvelerinin 90 günlük muhafazası sonunda ağırlık kayıpları %14.95 olmuştur. Bulgularımıza göre, elde ettiğimiz ağırlık kaybı değerleri bu sınırlar üzerindedir. Bulgularımızın paralelinde, 'Fortune' mandarinlerinin muhafazasında mumlamanın ağırlık kayıplarını önlemede başarılı olduğu Rojas-Argudo ve ark. (2009) tarafından bildirilmiştir. 'Fortune'

mandarinleriyle yapılan bir başka çalışmada arasındaki farkların önemsiz olduğunu ise Galed ve ark. (2004), 4 °C'de depolama bildirmişlerdir.

sonunda kontrol ve ticari kitosan uygulamaları

Çizelge 1. 'Owari satsuma' mandarin çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında uygulamaların ağırlık kaybı, görünüş (1-5), fungal (%) ve fizyolojik bozulmalar (%) ile fizyolojik bozulma şiddeti (1-5) ve yeşil kapsüllü meyve oranı (%) üzerine etkileri

Kalite Parametreleri		Ağırlık Kaybı (%)	Görünüş (1-5)	Fungal (%)	Fizyolojik bozulma		Yeşil kapsüllü meyve oranı (%)
					Oran (%)	Şiddet (1-5)	
Muhafaza	Doğal	14.84 a ^x	3.46 b	5.11 a	3.17 a	1.11 a	90.11 b
	Soğuk	7.58 b	4.28 a	2.46 b	0.96 b	1.01 b	93.57 a
D%5 (muhafaza)		0.23	0.09	0.30	0.30	0.01	1.12
Muhafaza Süresi (gün)	0	---	5.00 a	---	---	1.00 c	100.00 a
	15	4.61 f	5.00 a	1.39 d	0.00 c	1.00 c	100.00 a
	30	7.83 e	4.53 b	2.56 c	0.44 c	1.01 c	97.59 a
	45	10.21 d	4.11 c	3.33 b	0.28 c	1.12 b	92.87 b
	60	12.23 c	3.25 d	6.22 a	0.74 c	1.01 c	87.04 c
	75	14.62 b	2.89 e	5.95 a	1.20 b	1.02 c	83.52 d
	90	17.75 a	2.33 f	3.28 bc	9.72 a	1.26 a	81.85 d
D%5 (muhafaza süresi)		0.59	0.26	0.76	0.77	0.04	3.17
Uygulamalar	Kontrol	12.07 b	3.64 d	4.50 a	3.89 a	1.09 b	91.19 b
	Su uygulaması	11.51 b	3.76 cd	4.73 a	0.83 c	1.00 d	92.86 ab
	Ticari uygulama	9.90 c	4.04 ab	2.22 d	2.11 b	1.13 a	94.04 a
	Mumlama	9.34 c	4.22 a	3.34 c	2.32 b	1.05 c	85.56 c
	Kitosan	12.84 a	3.64 d	4.28 ab	1.11 c	1.03 cd	92.70 ab
	Kitosan+mum	11.61 b	3.94 bc	3.67 bc	2.13 b	1.03 cd	94.68 a
D%5 (muhafaza uygulama)		0.59	0.23	0.76	0.77	0.04	2.83
Raf ömrü	Doğal	2.51 a	3.27 b	0.79	4.66 a	1.09 a	96.24 b
	Soğuk	2.36 b	4.08 a	0.95	1.33 b	1.03 b	98.25 a
D%5 (raf ömrü)		0.09	0.09	Ö.D. ^y	0.61	0.01	0.91
Raf Ömrü Süresi (gün)	0+7	4.54 a	5.00 a	0.00 b	0.00 b	1.00 c	100.00 a
	15+7	3.18 b	5.00 a	0.56 ab	0.00 b	1.00 c	100.00 a
	30+7	2.41 c	4.08 b	1.33 ab	0.00 b	1.00 c	94.63 cd
	45+7	1.53 e	3.78 c	0.89 ab	0.00 b	1.00 c	97.04 bc
	60+7	1.43 e	3.00 d	1.00 ab	7.78 a	1.13 b	97.04 b
	75+7	2.07 d	2.69 e	0.56 ab	6.32 a	1.11 b	97.59 ab
	90+7	1.87 d	2.18 f	1.78 a	6.85 a	1.19 a	94.44 d
D%5 (raf ömrü süre)		0.26	0.24	1.36	1.72	0.04	2.58
Uygulamalar	Kontrol	2.51 b	3.58 cd	0.86	2.86 bc	1.05 ab	97.62
	Su uygulaması	2.37 bc	3.50 d	1.14	3.02 bc	1.07 ab	96.19
	Ticari uygulama	2.79 a	3.81 ab	0.38	1.77 c	1.04 b	97.78
	Mumlama	2.33 bc	3.98 a	0.95	2.06 bc	1.05 ab	96.19
	Kitosan	2.45 b	3.45 d	1.05	4.92 a	1.09 a	97.78
	Kitosan+mum	2.15 c	3.74 bc	0.86	3.33 b	1.06 ab	97.94
D%5 (raf uygulama)		0.23	0.22	Ö.D. ^y	1.54	0.04	Ö.D. ^y

^xAynı harfle gösterilenler istatistiksel olarak P < 0.05 önem seviyesinde farklı değildirler. Ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. ^yÖ.D.: Önemli değil.

10 kişilik panelist grubu tarafında yapılan meyve dış görünüş puanları (1-5) doğal depoda (3.46) soğuk hava deposundan (4.28) daha düşük olmuştur. Muhafaza süresince azalmalar olmuş, 60. günde 3.25'e düşmüş ve bundan sonraki günlerde kabul edilebilir sınır olan 3.00'ün altına düşmüştür. Uygulamalar arasında ortalama en yüksek puanlar mumlama (4.22) ve ticari uygulamada (4.04) saptanırken, en düşük 3.64 ile kontrol ve kitosan uygulamasında saptanmıştır. Doğal depoda uygulamalar arasında mumlama ve ticari uygulama haricindeki uygulamalarda görünüş puanları 45. günden sonra ve 90. günde ise tüm uygulamaların puanları >3.00 olmuştur. Soğuk hava deposunda ise tüm uygulamalarda 90. güne kadar puanlar >3.00 olurken, 90. günde kontrol ve su uygulaması haricindeki uygulamaların görünüş puanları ≥ 3.00 olmuştur. Raf ömrü sırasında da benzer sonuçlar alınmıştır (Çizelge 1). Turuncgillerin muhafazasında görünüş puanlarında azalmalar olduğu bildirilmiştir (Borazan, 2019; Özdemir ve ark., 2020). Bulgularımızdan farklı olarak, 'Ortanique tangor' çeşidinin soğukta muhafazasına sıcak su ve mumlama uygulamalarının etkisinin araştırıldığı çalışmada görünüş üzerine muhafaza ve raf ömrü süresince uygulamaların etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir (Demiraslan ve Arın, 2018).

Saptanan fungal bozulmalara neden olan en önemli patojenler *Penicillium italicum* ve *P. digitatum* olmuştur. Az da olsa *Geothrichum candidum* ve *Diplodia natalensis* görülürken, *Alternaria citri*'ye hiç rastlanmamıştır. Fungal bozulmalar doğal depoda (%5.11) soğuk hava deposundakilerden (%2.46) daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça fungal bozulmalarda artışlar görülmüş, 60 gün sonunda ortalama %6.22 ile en yüksek değere ulaşmış ve 90. günde %3.28 olmuştur. Uygulamalar arasında fungal bozulmalar en fazla su (%4.73) ve kontrol (%4.50) uygulamalarında olmakla birlikte, kitosan (%4.28) uygulamasında da istatistiksel olarak su ve kontrol uygulamalarıyla benzer olmuş ve en az bozulma ise ticari uygulamada (%2.22) olmuştur. Raf ömrü sırasında 90+7. günde ortalama %1.78 ile en yüksek fungal bozulma saptanmıştır. Raf ömründe muhafaza ortamları ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza sonunda

doğal depoda muhafaza edilen meyvelerde depodaki oransal nemin düşük olmasından dolayı görülen fungal bozulmalar meyvelerin mumyalaştığı görülmüştür (Şekil 1). Porat ve ark. (2000) tarafından turuncgillerde *P. digitatum*'un derim sonrası en çok soruna neden olan patojen olduğu belirtilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, 'Fortune' mandarinini muhafazasında kitosanın olgunluğu geciktirdiği ve fungal bozulmaları azalttığı bildirilmiştir (Galed ve ark., 2004). Farklı uygulamalar yapılan 'Owari satsuma' mandarinlerinde bulgularımızdaki gibi en fazla fungal bozulmanın su kontrol ve kontrol uygulamalarında olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2020). Mandarinlerin muhafazasında fungal bozulmaların depolama süresi uzadıkça artışlar gösterdiği bildirilmiştir (Şen ve Karaçalı, 2005; Hong ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2005; 2008; Karasahin ve ark., 2014). Bulgularımızdan farklı olarak, 'Ortanique tangor' meyvelerinin muhafazasında fungal bozulmalar üzerine uygulamaların (kontrol, su, sıcak su, kitosan ve sıcak su + kitosan) etkilerinin istatistiksel olarak benzer olduğu Borazan (2019) tarafından bildirilmiştir.

Muhafaza sırasında meyve kabuk yüzeyinde kararmalar ve hafif çöküntüler şeklinde görülen fizyolojik bozulmalar, muhafaza süresi uzadıkça 75. güne kadar çok az artmış ve muhafaza sonunda ortalama %9.20 olmuştur. Doğal depoda (%3.17) soğuk hava deposundan (%0.96) daha fazla bozulma görülmüştür. Kontrolde (%3.89) en yüksek fizyolojik bozulma görülürken, su (%0.83) ve kitosan uygulamalarında (%1.11) en düşük oranda görülmüştür. Raf ömründe de doğal depodaki meyvelerde fizyolojik bozulma daha yüksek olmuştur. Raf ömrü süresince görülen fizyolojik bozulmaların sınırlandırılmasında uygulamaların birbirine yakın etki gösterdiği belirlenmiştir. 45+7. güne kadar fizyolojik bozulma görülmezken, 60+7. günde en yüksek %7.78 olmuş ve 90+7. günde ise %6.85 olmuş ve istatistiksel olarak 60+7. gün ile aynı grupta yer almıştır. Muhafaza ve raf ömrü süresince meyve kabuğunda saptanan fizyolojik bozulma şiddetinde (1-5) saptanan değerler 90 gün ve 90+7. günde tüm uygulamalarda, doğal ve soğukta muhafaza edilen 'Owari satsuma' mandarin meyvelerinde kabul edilebilir sınırlar (≤ 3) içinde kalmıştır (Çizelge 1). Bulgularımızın

paralelinde, depolama sırasında mandarinlerde fizyolojik bozulma oranının arttığı Gürge ve ark. (1995), Salvador ve ark. (2006), Karaşahin

ve ark. (2014), Didin ve ark. (2018), Borazan (2019) ve Özdemir ve ark. (2005; 2008; 2019; 2020) tarafından bildirilmiştir.



Şekil 1. ‘Owari satsuma’ mandarinlerinde doğal depoda muhafaza edilen solda kitosan ve sağda mum uygulanan meyvelerde görülen fungal bozulmalar

Yeşil kapsüllü meyve oranı doğal depoda (%90.11) soğuk hava deposundan (%93.57) daha düşük olmuştur. Muhafaza süresince yeşil kapsüllü meyve oranında azalma olmuş ve 90 gün sonunda ortalama %81.85’e düşmüştür. Uygulamalar arasında en düşük yeşil kapsüllü meyve oranı mumlanan meyvelerde (%85.56) saptanırken, en yüksek kitosan+mum (%94.68) uygulamasında saptanmış ve kontrol ve mumlama hariç diğer uygulamalarla birbirine yakın etki göstermiştir. Raf ömrü sırasında yeşil kapsüllü meyve oranı üzerine uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunurken, depolama ortamı ve raf ömrü süresi bakımından benzer sonuçlar alınmıştır (Çizelge 1). Elde ettiğimiz değerlerle uyumlu olarak, mandarinlerle yeşil kapsüllü meyve oranının depolama süresine bağlı olarak azaldığı yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir (Karaşahin ve ark., 2014; Didin ve ark., 2018; Özdemir ve ark., 2005; 2008; 2016; 2019; 2020).

Muhafaza süresince başlangıçta ortalama %47.19 olan usare miktarında artış ve azalma olmuş, 15. günde %55.53 ile en yüksek değere ulaşırken ve 90 günün sonunda %49.68 olmuş ve bu değer başlangıç değeriyle benzer olmuştur. Usare miktarı üzerine muhafaza ortamları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Usare miktarı en düşük mumlanan meyvelerde (%49.19) olurken kitosan (%52.24) ve ticari uygulama (%51.96) en yüksek ve istatistiksek olarak birbirine benzer etki göstermiştir (Çizelge 2).

Raf ömründe usare miktarı doğal depoda (%50.60) soğuk hava deposundan (%51.40) daha düşük olmuştur. 0+7. günde ortalama %51.64 olan usare miktarında artış ve azalışlar olmuş ve 90+7 gün sonunda %46.48’e düşmüştür. Raf ömrü sırasında usare miktarı üzerine uygulamaların etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Usarede kabuğun fiziksel ve kimyasal olaylar sonucu nem kaybetmesi ile artışlar olmamakta ve karbonhidrat/şekerler dışındaki bileşiklerin çözünürlüğünden dolayı da usare miktarında dalgalanmalar olabileceği belirtilmiştir (Echeverria ve Ismail, 1990). Bulgularımızdan farklı olarak usare miktarında mandarin muhafazası sırasında azalışlar olduğu daha önce yapılmış birçok çalışmanın ortaya konulmuştur (Pekmezci, 1984; Şen ve Karaçalı, 2005; Ladaniya, 2011; Çandır ve ark., 2012; Karaşahin ve ark., 2014; Didin ve ark., 2018; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008; 2019). Bulgularımıza benzer olarak, Özdemir ve ark. (2016) tarafından farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen ve farklı sıcaklıklarda depolanan ‘Fremont’ mandarinlerinde çalışmanın birinci yılında usare miktarı üzerine muhafaza süresinin etkisinin istatistiksel olarak farksız bulurken, ikinci yılda muhafaza süresi uzadıkça artış ve azalmalar olmakla birlikte, usare miktarının başlangıca göre 120 gün sonunda artış gösterdiği bildirilmiştir.

Çizelge 2. ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidinde soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında uygulamaların usare miktarı (%), suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) miktarları, pH değeri, tat (1-9) ve meyve kabuk rengi (L* ve h°) değerleri üzerine etkileri

Kalite parametreleri		Usare (%)	SÇKM (%)	TEA (%)	pH değeri	Tat (1-9)	Meyve Kabuk Rengi	
							L* değeri	h° değeri
Muhafaza	Doğal	51.20	10.48 a ^x	1.15 b	3.36 a	8.05 b	67.30 b	75.34 b
	Soğuk	50.74	10.27 b	1.21 a	3.30 b	8.17 a	69.43 a	81.12 a
D%5 (muhafaza)		Ö.D. ^y	0.06	0.02	0.02	0.10	0.38	0.64
Muhafaza Süresi (gün)	0	47.19 c	10.07 d	1.35 a	3.09 e	9.00 a	68.55 b	92.34 a
	15	55.53 a	10.23 c	1.16 bc	3.24 d	8.68 b	70.46 a	76.75 c
	30	51.32 b	10.15 cd	1.18 b	3.27 d	8.56 bc	69.73 a	79.82 b
	45	51.16 b	10.52 b	1.16 bc	3.37 c	8.36 c	68.54 b	77.12 c
	60	50.34 b	10.19 cd	1.16 bc	3.47 b	7.71 d	67.64 bc	75.98 c
	75	51.55 b	10.59 b	1.12 bc	3.33 c	7.57 d	67.17 cd	73.75 d
	90	49.68 bc	10.90 a	1.10 c	3.56 a	6.88 e	66.47 d	71.85 e
D%5 (muhafaza süresi)		3.03	0.16	0.07	0.05	0.29	1.07	1.81
Uygulamalar	Kontrol	50.82 ab	10.22 b	1.17 bc	3.32 ab	8.00 b	68.89 a	79.08 a
	Su uygulaması	50.76 ab	10.49 a	1.22 ab	3.32 ab	7.95 b	68.91 a	79.01 a
	Ticari uygulama	51.96 a	10.31 b	1.07 d	3.35 ab	8.30 a	68.88 ab	78.37 a
	Mumlama	49.19 b	10.48 a	1.19 bc	3.34 ab	8.10 ab	67.93 b	76.29 b
	Kitosan	52.24 a	10.18 b	1.15 c	3.36 a	8.15 ab	68.60 ab	77.98 a
	Kitosan+mum	50.82 ab	10.57 a	1.26 a	3.31 b	8.20 ab	66.97 c	78.68 a
D%5 (muhafaza uygulama)		3.03	0.15	0.06	0.04	0.26	0.96	1.62
Raf Ömrü	Doğal	50.60 b	10.71 a	1.01 b	3.48 a	7.63 b	66.87 b	72.30 b
	Soğuk	51.40 a	10.46 b	1.09 a	3.39 b	7.81 a	69.61 a	78.28 a
D%5 (raf ömrü)		0.71	0.06	0.02	0.01	0.15	0.16	0.35
Raf Ömrü Süresi (gün)	0+7	51.64 b	9.93 e	1.05 b	3.22 d	9.00 a	71.36 a	82.54 a
	15+7	52.69 b	10.66 bc	1.09 ab	3.41 b	7.88 b	69.57 b	79.07 b
	30+7	55.16 a	10.39 d	1.10 a	3.54 a	7.96 b	68.78 c	76.07 c
	45+7	52.63 b	10.71 b	1.05 b	3.44 b	7.94 b	68.51 c	75.49 c
	60+7	47.31 c	10.81 b	1.09 ab	3.36 c	7.42 c	66.81 d	73.29 d
	75+7	51.11 b	10.52 cd	1.06 ab	3.53 a	7.19 c	66.84 d	72.40 d
	90+7	46.48 c	11.06 a	0.92 c	3.54 a	6.67 d	65.82 e	68.17 e
D%5 (raf ömrü süre)		2.01	0.16	0.05	0.04	0.41	0.44	1.00
Uygulamalar	Kontrol	49.94	10.50 b	1.07 ab	3.43 b	7.60	68.69 a	76.03 a
	Su uygulaması	51.53	10.71 a	1.10 a	3.42 b	7.74	68.70 a	76.06 a
	Ticari uygulama	50.38	10.43 b	0.98 c	3.48 a	7.71	68.37 ab	75.40 ab
	Mumlama	51.50	10.68 a	1.06 b	3.42 b	7.83	68.16 bc	74.72 cb
	Kitosan	51.31	10.45 b	1.05 b	3.43 b	7.71	67.79 cd	74.28 c
	Kitosan+mum	51.35	10.74 a	1.06 b	3.42 b	7.74	67.74 d	75.24 ab
D%5 (raf uygulama)		Ö.D. ^y	0.14	0.04	0.04	Ö.D. ^y	0.39	0.90

^xAynı harfle gösterilenler istatistiksel olarak P < 0.05 önem seviyesinde farklı değildirler. Ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. ^yÖ.D.: Önemli değil.

SÇKM miktarı doğal depoda (%10.48) soğuk hava deposundan (%10.27) daha yüksek olmuştur. Muhafaza süresince başlangıçta ortalama %10.07 olan SÇKM içeriğinde artışlar olmuş ve 90 gün sonunda %10.90 olmuştur. SÇKM içeriği en yüksek mumlama (%10.48), su (%10.49) ve kitosan+mum (%10.57) uygulamalarında olurken, diğerleri birbirine benzer ve en düşük olmuştur. Raf ömründe de doğal depoda (%10.71) soğuk hava deposundan (%10.46) daha yüksek olmuştur. 0+7. günde % 9.93 olan SÇKM miktarı artışlar göstermiş ve 90+7 gün sonra %11.06'ya ulaşmıştır. Raf ömrü sırasında da uygulamalar arasında benzer şekilde en yüksek mumlama, su ve kitosan+mum uygulamalarında olurken, diğerleri birbirine benzer ve en düşük olmuştur (Çizelge 2). Mandarinlerde muhafaza süresi uzadıkça SÇKM içeriğinde dalgalanmalar olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Didin ve ark., 2018; Özdemir ve ark. 2016; 2019). Burns (1990), SÇKM içeriğinin artışına hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizinin de katkıda bulunabileceği bildirilmiştir. Benzer şekilde, muhafaza süresi uzadıkça SÇKM içeriğinde artışlar olduğu bildirilmiştir (Obenland ve ark., 2011; Demiraslan ve Arın, 2018; Borazan, 2019; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008; 2020). Bulgularımızdan farklı olarak, muhafaza sırasında SÇKM içeriğinin azaldığı yönünde bulgular mevcuttur (Pekmezci ve ark., 1997; Şen ve Karaçalı, 2005; Salvador ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2008; Ladaniya, 2011; Karaşahin ve ark., 2014; Didin ve ark., 2018).

'Owari satsuma' mandarin çeşidinde TEA miktarı doğal depoda (%1.15) soğuk hava deposundan (%1.21) daha düşük olmuştur. Muhafaza süresince başlangıçta ortalama %1.35 olan TEA içeriğinde azalmalar olmuş ve 90 gün sonunda %1.10'a düşmüştür. Kitosan+mum (%1.26) ve su (%1.26) uygulamalarında asit kaybı en az olurken, en fazla ticari uygulamada (%1.07) olmuştur. Raf ömründe de doğal depoda (%1.01) soğuk hava deposundan (%1.09) daha düşük olmuştur. TEA içeriği 0+7. günde %1.05 iken, 90+7 gün sonra %0.92'ye düşmüştür. Raf ömrü sırasında kontrol ve su uygulamalarında asitlik korunurken, en fazla asitlik kaybı ticari uygulamada saptanmıştır (Çizelge 2). Mandarinlerde depolama uzadıkça TEA miktarında azalmalar olduğu yönündeki sonuçlarımız birçok çalışmayla benzerlik

göstermiştir (D'Aquino ve ark., 2005; Şen ve Karaçalı, 2005; Salvador ve ark., 2006; Obenland ve ark., 2011; Tietel ve ark., 2012; Karaşahin ve ark., 2014; Didin ve ark., 2018; Özdemir ve ark. 2016; 2019; 2020).

Meyve suyu pH değeri muhafaza ve raf ömrü sırasında doğal depoda (3.36) soğuk hava deposundan (3.30) daha yüksek olmuştur. Muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça pH değerinde artışlar olmuştur. Muhafaza sırasında en yüksek pH değeri kitosan uygulamasında (3.36) saptanırken, en düşük kitosan+mum uygulamasında (3.31) saptanmış ve diğer uygulamalar bu iki uygulamayla istatistiksel olarak benzer olmuşlardır. Raf ömrü sırasında en yüksek pH değeri ticari uygulamada (3.48) olurken, diğer uygulamalar en düşük ve birbirine yakın etki göstermiştir (Çizelge 2). Muhafaza sırasında mandarinlerin pH değerlerindeki artışlar birçok çalışmada bildirilmiştir (Karaşahin ve ark., 2014; Demiraslan ve Arın, 2018; Didin ve ark., 2018; Borazan, 2019; Özdemir ve ark., 2005; 2008; 2016; 2019; 2020).

Panelist grubu tarafından verilen tat (1-9) puanları muhafaza ve raf ömrü sırasında doğal depoda soğuk hava deposundan daha düşük olmuştur. Muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça tat puanlarında düşüşler olmakla birlikte, depolama ortamları ve uygulamalar dahil tüketici kabulü açısından sınır değer (≥5) üzerinde olmuştur. Muhafazada ticari uygulama (8.30) en yüksek puanları alırken, kontrol (8.00) ve su uygulamaları (7.95) en düşük puanları almış ve diğer uygulamalar bu uygulamalarla istatistiksel olarak benzer etki göstermişlerdir. Raf ömründe tat üzerine uygulamaların etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Kaplamaların meyvelerin lezzetini değiştirebileceği bildirilmiştir (Baldwin ve ark., 1995). Benzer şekilde muhafaza sırasında tat puanlarında düşüşler olduğu Demiraslan ve Arın (2018) ve Borazan (2019) tarafından da bildirilmiştir.

Meyve kabuk rengi L* ve h° değerleri muhafaza ve raf ömrü sırasında doğal depoda soğuk hava deposundan daha düşük olmuştur. Muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça L* ve h° değerlerinde düşüşler olmuş, meyve parlaklığı biraz azalırken çeşide özgü sarı renk daha belirginleşmiştir. Muhafaza sırasında L* değerinde en fazla

azalma 66.97 ile kitosan+mum uygulamasında olurken, h° değerinde 76.29° ile mumlanan meyvelerde olmuştur (Çizelge 2). Sonuçlarımızla uyumlu olarak, daha önce yapılan çalışmalarda mandarinlerin muhafazasında meyve kabuk rengi L^* ve h° değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Şen ve Karaçalı, 2005; Tietel ve ark., 2012; Karaşahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2007; 2008; 2020) Ancak, Demiraslan ve Arın (2018) ve Borazan (2019) meyve kabuk rengi h° değeri üzerine muhafaza süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu saptamışlardır.

Sonuç

Doğal depoda depolanan meyvelerde ağırlık kayıpları, soğukta depolananlardan daha yüksek olmuştur. Uygulamalar arasında ağırlık kayıpları bakımından mumlama en başarılı uygulama olmuştur. Görünüş ve tat puanları depolama ortamları, süre ve uygulamalar dikkate alındığında kabul edilebilir sınırın üzerinde olmuştur. Uygulamalar arasında görünüş puanları bakımından mumlama en başarılı uygulama olmuştur. Tat puanları en düşük su ve kontrol uygulamaları olurken, kitosan+mum, kitosan ve mumlama uygulamalarında tat puanları yüksek olmuştur. Doğal depoda depolanan meyvelerde fungal bozulma soğukta depolananlardan daha yüksek bulunmuştur.

Uygulamalar arasında fungal bozulma en fazla su uygulaması ve kontrolde olurken, fizyolojik bozulma en fazla kontrolde olmuştur. Kitosan uygulaması fizyolojik bozulmaları önlemede başarılı bulunmuştur. SÇKM miktarı artışlar doğal depoda depolanan meyvelerde soğukta depolananlardan daha fazla olmuştur. SÇKM miktarındaki artış kitosan uygulamasında daha yavaş olmuştur. Meyvede yeşil kapsülün korunmasında kitosan ve kitosan+mum uygulamaları başarılı olmuştur. Doğal depoda depolanan meyvelerde meyve parlaklığı soğukta depolananlardan daha düşük olmuştur. Kitosan+mum uygulaması TEA miktarı en az azalan olmuştur. Sonuç olarak, doğal depoda ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi kontrol meyvelerinin 15 gün, su, ticari, mumlama, kitosan ve kitosan + mum uygulanan meyvelerinin ise 30 gün depolanabileceği saptanmıştır. Mumlanan meyvelerin 45 güne kadar depolanabileceği belirlenmiştir. Soğukta depolanan ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi meyvelerinin 5 °C sıcaklık ve %90±5 oransal nemde kontrol, su ve kitosan uygulananları 45 güne, ticari, mumlama ve kitosan + mum uygulamaları yapılanları ise 75 güne kadar kaliteli olarak depolanacağı saptanmıştır (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. ‘Owari satsuma’ mandarin çeşidi meyvelerine yapılan uygulamaların 90 gün doğal soğutmalı depoda muhafaza sonundaki görünüşleri



Şekil 3. 'Owari satsuma' mandarin çeşidi meyvelerine yapılan uygulamaların 90 gün soğukta muhafaza sonundaki görünüşleri

Teşekkür

Bu çalışma, Rubin ZAN'ın Yüksek Lisans Tezinden oluşturmuş olup, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 16565) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, katkılarından dolayı emekli hocamız Prof. Dr. Elif ÇANDIR, Doç. Dr. Müge KAMILOĞLU, Zir. Yük. Müh. Nesip NURAL ve Kitosan içeren ChitoPlant® isimli kimyasalın sağlanmasındaki katkılarından dolayı Evren BULAY'a (Boyut Dış Ticaret Ltd., İstanbul) teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Arpaia, M.L., Kader, A.A., 1999. Mandarin/tangerine. recommendations for maintaining postharvest quality. https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=36&ds=798 (Erişim tarihi: 12.09.2022).
- Baldwin, E.A., Nisperos, M.O., Shaw, P.E., Burns, J.K., 1995. Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles degrees brix and ascorbic acid levels. *J Agri Food Chem* 43: 1321–1331.
- Borazan, S., 2019. Sıcak su ve kitosan uygulamalarının 'Ortanique tangor' çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 78 s.
- Burns, J.K., 1990. α - and β -Galactosidase activity in juice of Valencia orange. *Phytochemistry* 29: 2425–2429.

Çandır, E., Yıldız, A.O., Soylu, E.M., 2012. 'Nova' çeşidi mandarinlerde derim sonrası uygulamaların depolama sırasında kaliteye etkisi. V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 227–233.

D'Aquino, S., Palma, A., Fronteddu, F., 2005. Effect of preharvest and postharvest calcium treatment on chilling injury and decay of cold stored 'Fortune' mandarins. *Acta Hort.* 682: 631–637.

Demiraslan, B., Arın, Y.E., 2018. Sıcak su ve mumlama uygulamalarının 'Ortanique tangor' çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkileri (Mezuniyet Tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay, 41.

Demirkeser, T.H., Kaplankıran, M., Toplu, C., Yıldız, E., Temiz, S., 2003. Dört yıl koşullarında farklı anaçların Satsuma çeşitlerinin verim ve kalite parametrelerine etkileri. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Antalya, 1: 174–177.

Didin, Ö., Özdemir, A.E., Çandır, E., Kaplankıran, M., Yıldız, E., 2018. Anaçların 'Robinson' mandarinlerinin soğukta muhafazasına etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 33 (2): 1–16.

Dündar, Ö., Göçer, S., 2001. Control of storage rots of Washington Navel oranges and

- Minneola by a combination of yeast antagonist and Thiabendazole. *Acta Hort. (ISHS)* 553: 399-402.
- Echeverria, E., Ismail, M., 1990. Sugars unrelated to brix changes in stored citrus fruits. *HortScience* 25: 710.
- Galed, G., Fernández-Valle, M.E., Martínez, A., Heras, A., 2004. Application of MRI to monitor the process of ripening and decay in citrus treated with chitosan solutions. *J. Magn. Reson. Im.* 22: 127-137.
- Gürgen, M., Kaşka, N., Dündar, Ö., 1995. Değişik turuncgil anaçları üzerine aşıli Marsh Seedless altıntopu meyvelerinin muhafazası üzerinde araştırmalar. *Tr. J. Agric. For.* 19 (6): 423-427.
- Hong, S.I., Lee, H.E., Kim, D., 2007. Effects of hot water treatment on the storage stability of Satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biology and Technology* 41: 271-279.
- Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Toplu, C., Yıldız, E., 2005. Dünya turuncgil yetiştiriciliğindeki eğilimler ve Türkiye için öneriler. AB Yolunda Türk Narenciye Sektörü Zirvesi 20-21 Mayıs 2005, Mersin, 7 s.
- Karaşahin, Z., Ünlü, M., Oluk, C.A., Yazıcı, E., Canan, İ., Eroğlu, E.Ç., Özdemir, A.E., 2014. Farklı dozda 1-Metilsiklopropan uygulamalarının 'Nova' mandarin çeşidinin soğukta muhafazası üzerine etkisi. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Bursa, 53-59.
- Ladaniya, M.S., 2011. Physico-chemical, respiratory and fungicide residue changes in wax coated mandarin fruit stored at chilling temperature with intermittent warming. *J Food Sci Technol.* 48 (2): 150-158.
- Nural, N., Özdemir, A.E., Çandır, E., 2016. Samandağ (Hatay) yöresinde doğal ve soğutmalı depoculuğun mevcut durumu ve sorunları. *Meyve Bilimi Özel sayı 1*: 62-66.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Arpaia, M.L., 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biol. Technol.* 59: 187-193.
- Özdemir, A.E., Ertürk, E., Şahinler, N., Kaplankıran, M., Gül, A., 2005. Propolis uygulamalarının 'Fremont' mandarinlerinin muhafazasına etkileri. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Antakya-Hatay, 204-211.
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Toplu, C., Yıldız, E., 2007. Dörtüol koşullarında yetiştirilen 'Minneola' Tanjelo'ların soğukta muhafazası. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Erzurum, 180-184.
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Toplu, C., Yıldız, E., 2008. Dörtüol koşullarında yetiştirilen Fremont, Nova ve Robinson mandarinlerinin soğukta muhafazası. IV. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 08-11 Ekim, Antalya, 276-283.
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Toplu, C., Yıldız, E., 2010. Changes in quality parameters of 'Satsuma' mandarin during fruit development and their relationship with optimum harvest maturity., *Acta Hort.* 877: 723-729.
- Özdemir, A.E., Toplu, C., Çandır, E., Kaplankıran, M., Yıldız, E., Kamiloğlu, M., Yücel, F., Kıvrak, M., Demirkese, Ö., Ünlü, M., 2016. Carrizo sitranjı ve turunc anaçları üzerinde yetiştirilen 'Fremont' mandarinlerinin soğukta muhafazası. *Bahçe* 45: 384-389.
- Özdemir, A.E., Didin, Ö., Çandır, E., Kaplankıran, M., Yıldız, E., 2019. Effects of rootstocks on storage performance of 'Nova' mandarins. *Turk J Agric For.* 43: 307-317.
- Özdemir, A.E., Didin, M., Bayazit, S., Alakraa, N., Gürses, H.K., Akı, M.K., 2020. 'Owari satsuma' mandarin çeşidinin soğukta muhafazasına sodyum metabisülfid uygulamalarının etkileri. *Bahçe Dergisi.* 49 (1) Özel sayı 173-183.
- Palou, L., Valencia-Chamorro, S.A., Pérez-Gago M.B., 2015. Antifungal edible coatings for fresh citrus fruit: A review. *Coatings*, 5 (4): 962-986, doi:10.3390/coatings5040962.
- Pekmezci, M., 1984. Satsuma ve Klemantin mandarinlerinin soğukta muhafazası

- üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Yayınları 587 (118): 99-116.
- Pekmezci, M., Demirkol, A., Gübbük, H., 1997. 'Klemantin' mandarinin dedeğişik sıcaklık ve kimyasal uygulamalarının soğukta muhafaza üzerine etkileri. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Yalova, 317-322
- Porat, R., Daus, A., Weiss, B., Cohen, L., Fallik, E., Droby, S., 2000. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short water brushing treatment. Postharvest Biol. Technol. 18: 151-157.
- Rojas-Argudo, C., del Río, M.A., Pérez-Gago, M.B., 2009. Development and optimization of locust bean gum (LBG)-based edible coatings for postharvest storage of 'Fortune' mandarins. Postharvest Biology and Technology 52: 227-234.
- Salvador, A., Carvalho, C.P., Monterde, A., Martínez-Jávega, J.M., 2006. 1-MCP effect on chilling injury development in 'Nova' and 'Ortanique' mandarins. Food Sci Tech Int. 12: 165-170.
- Şen, F., Karaçalı, İ., 2005. Hasat sonrası farklı sıcaklık uygulamalarının satsuma mandarininin kalite ve dayanım gücüne etkileri. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 06-09 Eylül, Antakya-Hatay, 212-219.
- Taştan, Ö., Baysal, T., 2013. Meyve ve sebze işleme endüstrisinde kitosan kullanımı. Gıda dergisi 38: 175-182.
- Tietel, Z., Lewinsohn, E., Fallik, E., Porat, R., 2012. Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins. Postharvest Biol. Technol. 64: 175-182.

Bazı Organik Gübrelerin Topraksız Kültür Ortamında Kalsiyum Stresinde Yetiştirilen Aşılı ve Aşısız ‘Michele Palieri’ Asmalarının Stoma Özelliklerine Etkileri

Yasin GAYRETLİ¹ 

Ali SABİR² 

¹Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya

Öz

Toprakta bulunan yüksek kireç içeriği, tarımda sürdürülebilirliği sınırlandıran başlıca stres faktörlerindendir. Stoma özelliklerine ait analizler, bitkilerin stres faktörlerine tepkilerinin saptanmasında kullanılan pratik yöntemlerdendir. 2020 ve 2021 yıllarında cam serada topraksız kültürde gerçekleştirilen bu çalışmada, çiftlik gübresi ile katı ve sıvı solucan gübrelerinin kalsiyum stresinde yetiştirilen aşılı (1103 P) ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarının stoma özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi, araştırma başlangıcında yetiştirme ortamına %20 oranında eklenmiştir. Sıvı solucan gübresi (%1) ise her yıl yaprakdan 20 gün arayla 4 defa uygulanmıştır. Her iki yılda da CaCO₃ stresinin oluşturulacağı ortamlara yılda 4 defa kalsiyum karbonat (100g L⁻¹ 1 N CaCO₃) eklenmiştir. Bir yaşında fidanlarla başlatılan araştırmanın her iki yılında da kalsiyum uygulamaları, stoma yoğunluğu ile stoma eni, boyu ve alanını önemli derecede olumsuz etkilemiş olup, bu etkiler ikinci yılda daha düşük gerçekleşmiştir. Birinci yılda tüm uygulamalarda en yüksek stoma yoğunluğu, kalsiyum uygulanmayan aşılı ve aşısız asmalarda katı ve sıvı solucan gübrelerinin birlikte kullanımından saptanmış (sırasıyla 319.15 ve 339.55 adet/mm²), en düşük stoma yoğunluğu ise kalsiyum uygulanan aşılı kontrol (147.25 adet/mm²) asmalarında kaydedilmiştir. İkinci yılda da katı solucan gübresinin yalnız ya da sıvı solucan gübresiyle kullanımının, özellikle kalsiyum stresi ortamında stoma yoğunluğunu belirgin bir şekilde artırdığı saptanmıştır. Stoma boyutları ve alanı bakımından da organik gübre uygulamalarının her iki yılda da genel olumlu etkileri belirlenmiştir. Bu nedenle, ülkemizde tarımsal verimliliği sınırlandıran başlıca faktörlerden olan kalsiyum stresinin bitki fizyolojisine olumsuz etkilerinin azaltılmasında, yurt içi üretim faaliyetleri neticesinde yaygın bulunabilen organik kaynaklardan olan çiftlik gübresi, katı ve sıvı solucan gübrelerinin kullanımı önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir tarım, kalsiyum stresi, organik tarım, bitki fizyolojisi.

Effects of Certain Organic Fertilizers on Stomata Features of Grafted and Own-rooted ‘Michele Palieri’ Grapevines Cultivated under Calcium Stress in Soilless Culture

Abstract

High calcium in soil is among stress factors limiting the sustainability in agriculture. Stomata analyses are among the practical methods to understand plant response to stresses. In this study, performed in glasshouse soilless culture during 2020 and 2021, effects of farmyard manure with solid and liquid worm manures in combination or alone on stomata of grafted (1103 P) and own-rooted ‘Michele Palieri’ grapevines under calcium stress were investigated. Farmyard manure and solid worm manure were applied at the beginning of study at 20%. Liquid worm manure (1%) was applied to leaf 4 times per year with 20 d intervals. For both years, calcium CaCO₃ (100 g L⁻¹ 1 N CaCO₃) was supplemented to medium of stressed group four times per year. Calcium adversely affected density, width, length and area of the stoma with a decreasing magnitude at the second year. In the first year, the greatest stomata densities were obtained from combined application in no stressed media (319.15 and 339.55 adet/mm², respectively), while the lowest value was determined in grafted control vines under stress (147.25 adet/mm²). In the second year, solid vermicompost or in combination with vermicompost increased the stomata density particularly in stress medium. Sizes and area of the stoma were positively affected by organic manure. Farmyard manure or solid or worm manure alone or combined with vermicompost, as can be available abundantly as remaining of production facilities, can be recommended for mitigating the adverse effects of calcium on plant, one of the main factors restricting the agricultural productivity in our country.

Keywords: Sustainable agriculture, calcium stress, organic agriculture, plant physiology.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Y. Gayretli; yasingayretli89@gmail.com
Geliş Tarihi/Received: 15.06.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Yasin GAYRETLİ  <https://orcid.org/0000-0001-7459-6685>

Ali SABİR  <https://orcid.org/0000-0003-1596-9327>

Giriş

Tarımsal üretimde kültür bitkileri çok sayıda çevresel stres faktörlerinin olumsuz etkileri

altındadır. Stres faktörleri, bitkilerin sahip olduğu genetik özelliklere ulaşmasını sınırlamakta ve verimliliği azaltmaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Dünya genelinde

yetiştirilen ürünlerdeki kayıpların çoğunlukla abiyotik stres kaynaklı olduğu ve bu sebeple bazı tarımsal ürünlerin üretiminde yaklaşık %50 oranında ürün azalışının meydana geldiği bildirilmiştir (Kacar ve ark., 2009). Dünya topraklarının yaklaşık %30'u, yüksek kalsiyum karbonat içeren kireçli topraklardan oluşmaktadır (Sánchez-Rodríguez ve ark., 2014). Türkiye'de ise jeolojik yapı ve coğrafi konum sebebiyle tarım topraklarının bir kısmı kireçli ve yüksek pH'ya sahiptir (Daler ve ark., 2018). Topraktaki yüksek karbonat içeriği ve reaktivitesi yaprakların besin içeriğini olumsuz etkilemektedir (Bavaresco ve Poni, 2003). Ayrıca kirecin etkisiyle rizosferde artan pH, Fe metabolizmasının bozulmasına ve dolayısı ile kloroza neden olmaktadır (Sabır ve ark., 2010). Bitkilerde besin elementi eksikliği, kireçli topraklarda yetiştirilen birçok ürünü etkilemektedir (Karaca ve Sabır, 2018). Bitkilerin besin elementlerinden yararlanamaması ise doğrudan veya dolaylı olarak fotosentez aktivitesini sınırlandırmaktadır. Flore (2011)'nin de bildirdiği gibi bahçe bitkilerinde mineral beslenme fotosentez olayını etkilemektedir. Asma yaprakları fotosentez, terleme, C:N dengesinin sağlanması, taç mikro iklimasının dengelenmesi ve bitkiyle toprak arasındaki su dengesinin kurulmasında fizyolojik açıdan önemli görevler üstlenmektedir. Yaprakların bu görevlerinde stomalar hayati rol oynamaktadır (Sümbül, 2022). Yapraklardaki stomaların yoğunluğu, boyutları ve bunların fotosentez ile transpirasyona etkileri genotiplere ve çevre şartlarına göre değişmektedir (Lawson ve Blatt, 2014). Stres faktörlerine karşı adaptasyonun sağlanması genotipe, yaşa, adaptasyon seviyesine, toprak şartlarına ve iklimsel olaylara göre farklılık göstermektedir. Fotosentezi etkileyen parametrelerdeki değişimler, bitkilerin fizyolojisi hakkında bilgi verebilmektedir. Asma yapraklarının çevresel etmenlere fizyolojik tepkilerinde stomalar (Montoro ve ark., 2014) ve klorofiller önemli rol oynamaktadır (Arslan ve ark., 2022). Bu nedenle, asmaların adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla yapraklardaki stoma yoğunluğu ve stoma boyutları incelenmektedir. Bunun yanı sıra asmalarda stoma yoğunluğu ve boyutları ile fotosentez, verim ve kalite arasındaki ilişkilerin tespit edilmesinin yetiştiricilik bakımından da önemli olduğu bildirilmiştir (Doğan ve ark.,

2020). Asma yapraklarında stoma özellikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Stoma özelliklerinin farklı üzüm çeşitlerine (Arslan ve ark., 2022), anaçlara (Bekişli ve Gürsöz, 2016), asmaların ploidi seviyelerine (Kara ve ark., 2018a; Kara ve Doğan, 2022), yaprak yüzeyindeki stomaların konumlarına (İşçi ve ark., 2015; Odabaşoğlu ve Gürsöz, 2019), yaprakların güneşte bulunma durumlarına (Doğan ve ark., 2020), stoma iletkenliğine (Franks ve Beerling, 2009), yetiştirme ortamının nem durumuna (Costa ve ark., 2012; Kara ve ark., 2018b; Candar ve ark., 2021), toprak sıcaklığına (Rogiers ve ark., 2011), taç yönetimi uygulamalarına (Atik ve Dardeniz, 2018), bağın rüzgâr şartlarına (Gökbayrak ve ark., 2008), farklı radyasyon seviyelerine (Ekbiç, 2010; Kunter ve ark., 2013) ve stoma özelliklerinin incelenme yöntemlerine (Durmaz, 2014) göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Son yıllarda asmaların çevre şartlarına adaptasyonunun stoma özellikleri ile ilişkilendirildiği çalışmalar da dikkati çekmektedir. Ancak organik uygulamaların, yüksek pH ve kireç stresinin stoma özelliklerine etkileri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, organik kökenli sürdürülebilir uygulamalardan olan çiftlik gübresi, katı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının kireç stresi ortamında topraksız kültür şartlarında yetiştirilen aşılı ve aşısız 'Michele Palieri' asmalarının stoma özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma Planı

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma serasında gerçekleştirilen bu çalışmada, 90 cm uzunluğunda, 40 cm genişlik ve derinliğe sahip plastik konteynırlar kullanılarak topraksız kültür ortamı oluşturulmuştur. Topraksız kültürde yetiştirme ortamı olarak eşit hacimdeki steril perlit (yaklaşık 3 mm çapında) ve torf (Klasmann®) karışımı kullanılmıştır (Şekil 1). İki yıl süreyle (2020-2021) gerçekleştirilen çalışma, aşılı (1103 P anacı) ve aşısız asmaları (kendi kökü üzerinde 'Michele Palieri') kapsayan ikişer ana parselden oluşturulmuştur. Her ana parsel de kalsiyum stresi (Ca+) uygulanan ve uygulanmayan (Ca-) olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Alt gruplar da beşer adet alt parsel bölünerek, çiftlik gübresi, katı solucan gübresi, sıvı solucan gübresi, katı ve sıvı

solucan gübrelerinin birlikte uygulamaları ile kontrol grubu olarak gruplandırılmıştır. Uygulamalar, her konteynırda üçer asmadan oluşan üç tekerrürlü deneme deseni şeklinde planlanmıştır. Çiftlik gübresi ve katı solucan gübresi uygulamaları yetiştirme ortamına %20 oranında eklenmiştir. Sıvı solucan gübresi ise %1 oranında yapraktan 20 gün arayla 4 defa uygulanmıştır. Birinci yılda alt gruplardan birine CaCO_3 stresinin oluşturulabilmesi için birer hafta arayla dört defa kalsiyum karbonat (her asmaya 1 N CaCO_3 çözeltisinden her uygulamada 50 mL) çözeltisi ilave edilirken diğer gruba ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. İkinci yılda da kalsiyum stresi

uygulamaları ve yapraktan sıvı solucan gübresi birinci yılda olduğu şekilde gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 20-30 cm sürgün uzunluğuna sahip olan ve homojen gelişme gösteren köklü çelikler, yarı kontrollü cam serada yetiştirme ortamlarına doğu-batı yönünde dikilmiştir. Sulama uygulaması damla sulama yöntemiyle yapılmış olup, sulama aralıkları ve miktarları iklim şartları ile tansiyometrelere göre düzenlenmiştir. İlk yıl tek sürgün halinde geliştirilen asmaların, ikinci yıl ikişer sürgünlü gelişmesi sağlanmıştır. Her iki yılda da sürgünler yerden 3.5 m yükseklikteki tellere iplerle askıya alınarak asmaların dikey büyümesi sağlanmıştır.



Şekil 1. Cam sera içerisinde topraksız kültür ortamında araştırma planından görünüm.

Ölçüm ve Analizler

Stoma özellikleri sürgünler üzerindeki yaprakların pozisyonlarına (Düzenli ve Ağaoğlu, 1992; Yıldırım ve Dardeniz, 2017) ve yaprak yüzeyindeki stomaların konumlarına (İşçi ve ark., 2015; Odabaşoğlu ve Gürsöz, 2019) göre değişiklik gösterdiği için, örneklemede homojenitenin sağlanması amacıyla tüm yaprak örnekleri asmalar üzerindeki yazlık sürgünlerin 5. ve 8. Boğumları arasından alınmıştır. Alınan yaprakların aynı bölgelerindeki stomalar incelenmiştir. Yaprak örnekleri, asma fizyolojisinin en aktif olduğu vejetasyon periyodu içerisinde 1 Temmuz tarihinde saat 09:00-10:30 arasında toplanmıştır (Bekişli ve Gürsöz, 2016). Yaprakların alt yüzeyinde 3 farklı bölgede 1 x 2 cm'lik alanlara fırça ile ince bir

tabaka halinde şeffaf tırnak cilası (Pastel marka şeffaf oje) uygulanmış ve yaprak epidermal izlerinin cilaya geçmesi sağlanmıştır. Tırnak cilası kuruduktan sonra (5-10 dk) üzeri yapışkan asetat kağıdı ile kapatılmıştır. Daha sonra kurumuş haldeki tırnak cilası asetat kağıdı ile birlikte yaprak yüzeyinden kaldırılmış ve böylece alt epidermis yapraktan sıyrılmıştır. Elde edilen örnekler lam üzerine yerleştirilerek stoma en ve boy ölçüleri (μm) ışık mikroskopuyla incelenmiştir. Ölçümler $\times 40$ büyütme objektif ve $\times 10$ büyütme oküler mikro metre ile yapılmıştır (Kara ve ark., 2018a). Mikroskopla yapılan incelemeler neticesinde stoma yoğunluğu (adet/ mm^2), stoma eni (μm), stoma boyu (μm) ve stoma alanı (μm^2) belirlenmiştir.



Şekil 2. Yapraklardan stoma kalıplarının alınması (solda) ve mikroskop görüntüsü (sağda).

İstatistik analiz

Elde edilen rakamsal verilerin analizinde JMP ver. 5.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) istatistik paket programı kullanılmış ve ortalamalar arasındaki gerçek önemli farklılıkları belirlemek için LSD testinden yararlanılmıştır.

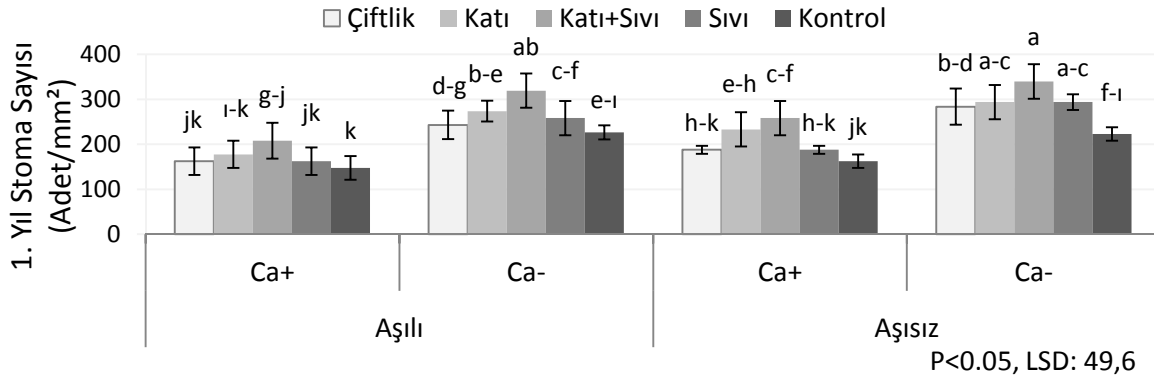
Bulgular

Araştırmadan elde edilen bulgular anaç x kalsiyum stresi x organik gübre uygulamaları interaksyonuna göre değerlendirilmiştir.

Stoma Yoğunluğu (adet/mm²)

1103P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Michele Palieri’ asmalarının

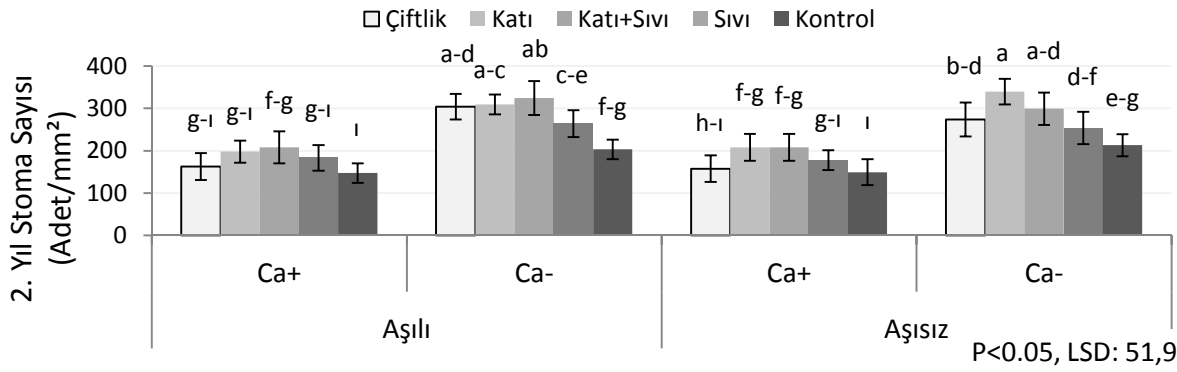
kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına göre stoma yoğunluğundaki değişimler Şekil 3 (2020 yılı) ve Şekil 4 (2021 yılı)’de sunulmuştur. Şekil 3’de sunulduğu üzere, uygulamaların 1. Yıl stoma yoğunluğu (sayıları) üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek stoma yoğunluğu aşısız asmalarda Ca- ortamdaki katı+sıvı solucan gübresi uygulamasında (339.55adet/mm²) tespit edilmiş olup, bunu aşılı asmaların Ca- ortamdaki katı+sıvı solucan gübresi uygulaması (319.15 adet/mm²) takip etmiştir. En düşük stoma sayısı ise aşılı asmalarda Ca+ ortamdaki kontrol uygulamasında (147.25 adet/mm²) kaydedilmiştir.



Şekil 3. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma sayılarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Uygulamaların 2. yıl stoma sayıları üzerine etkileri istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Şekil 4). Uygulamalar arasında en yüksek stoma sayısı aşısız asmalarda Ca- ortamdaki katı solucan gübresi uygulamasında (339.80 adet/mm²) belirlenmiş olup, bunu aşılı

asmaların Ca- ortamdaki katı + sıvı solucan gübresi uygulaması (324.65 adet/mm²) izlemiştir. En düşük stoma yoğunluğu ise Ca+ ortamdaki kontrol uygulamasında sırasıyla aşılı (147.35 adet/mm²) ve aşısız asmalarda (149.17 adet/mm²) belirlenmiştir.



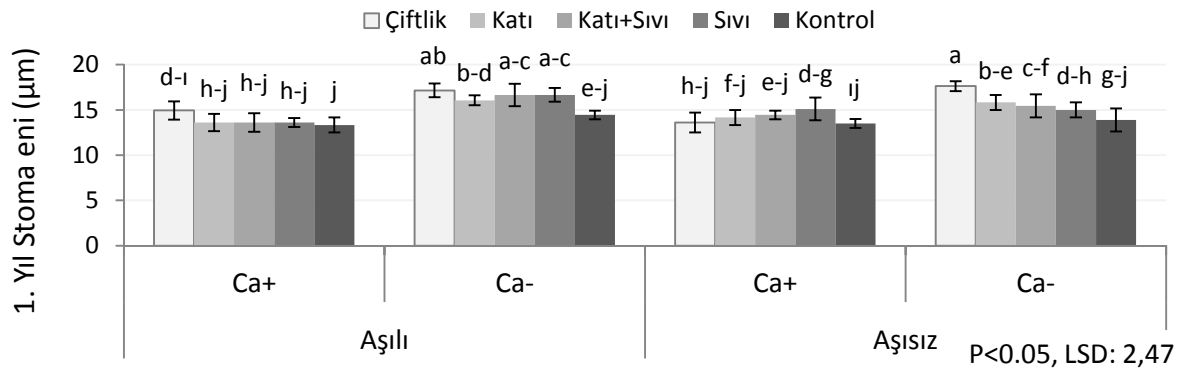
Şekil 4. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma sayılarına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Birinci yılda elde edilen veriler uygulanan stres faktörüne göre değerlendirildiğinde, tüm uygulamalarına şılı ve aşısız asmalarda stoma sayılarını artırdığı tespit edilmiştir. Ancak en yüksek değerler katı + sıvı solucan gübresi uygulamasından elde edilmiştir.

İkinci yılda ise tüm uygulamalar aşılı ve aşısız asmalarda stoma sayılarını kontrole göre artırmıştır. Ancak Ca+ stresinin uygulandığı asmalarda en yüksek değerler K, K+S ve S uygulamalarında kaydedilirken, Ç ile kontrol uygulamalarında bu uygulamalardan daha düşük sonuçlar elde edilmiştir.

Stoma Eni (µm)

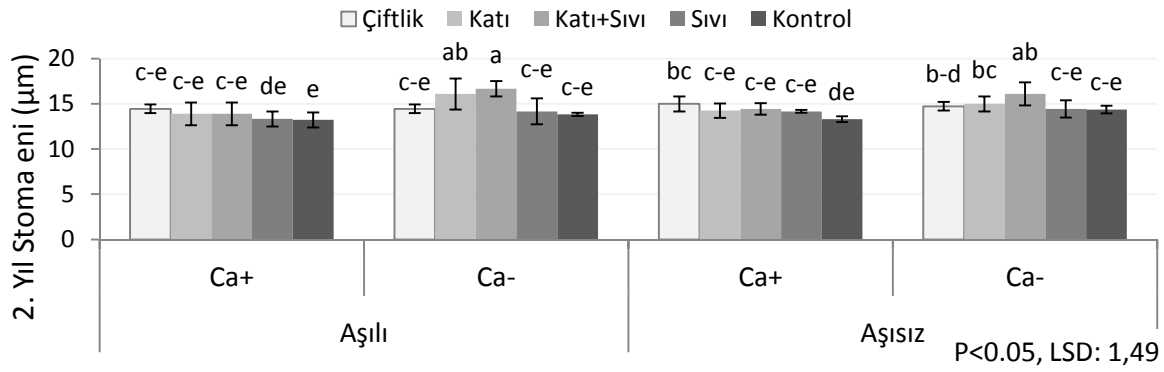
1103P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen ‘Michele Palieri’ asmalarının kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına göre stoma eni değişimleri Şekil 5 (2020 yılı) ve Şekil 6 (2021 yılı)’da sunulmuştur. En yüksek stoma eni Ca- ortamda sırasıyla aşısız ve aşılı asmalarda Ç uygulamasından elde edilmiştir (sırasıyla 17.63µm ve 17.17 µm). En düşük stoma eni ise Ca+ ortamda aşılı asmalarda kontrol (13.33µm) uygulamasında belirlenmiş olup, bunu yakın değerle aşısız asmalarda kontrol (13.50µm) uygulaması takip etmiştir.



Şekil 5. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma enine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Uygulamaların 2. yıl stoma eni değerleri üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 6). Elde edilen verilere göre, en yüksek stoma eni Ca- ortamda aşılı asmalarda katı + sıvı solucan gübresi (16.67µm) uygulamasında kaydedilmiş olup, bunu aşısız asmalarda katı +

sıvı solucan gübresi (16.11µm) uygulaması izlemiştir. En düşük stoma eni Ca+ ortamda kontrol uygulamasında sırasıyla aşısız (13.31µm) ve aşılı (13.22µm) asmalarda belirlenmiştir.



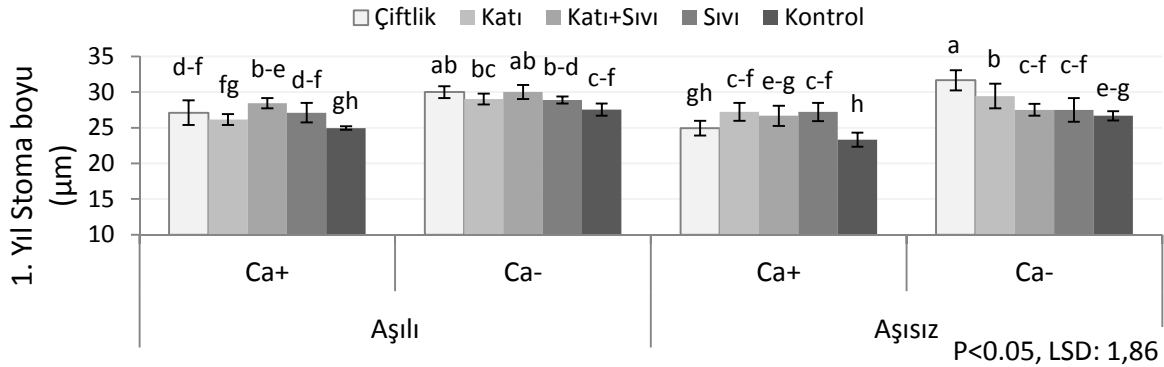
Şekil 6. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma enine etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Birinci yılda elde edilen sonuçlara göre, en yüksek stoma eni değerleri Ca+ ortamda aşılı asmalarda S uygulamasında tespit edilirken, diğer tüm şartlarda aşılı ve aşısız asmalarda en yüksek değerler çiftlik gübresi uygulamasından elde edilmiştir. İkinci yıl verileri uygulanan stres faktörlerine göre değerlendirildiğinde, Ca- ortamda en yüksek stoma eni genel olarak katı + sıvı ve katı solucan gübresi uygulamalarında belirlenirken, Ca+ ortamda çiftlik gübresi uygulamasında tespit edilmiştir.

Stoma Boyu (µm)

1103P anacına aşılı ve kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının

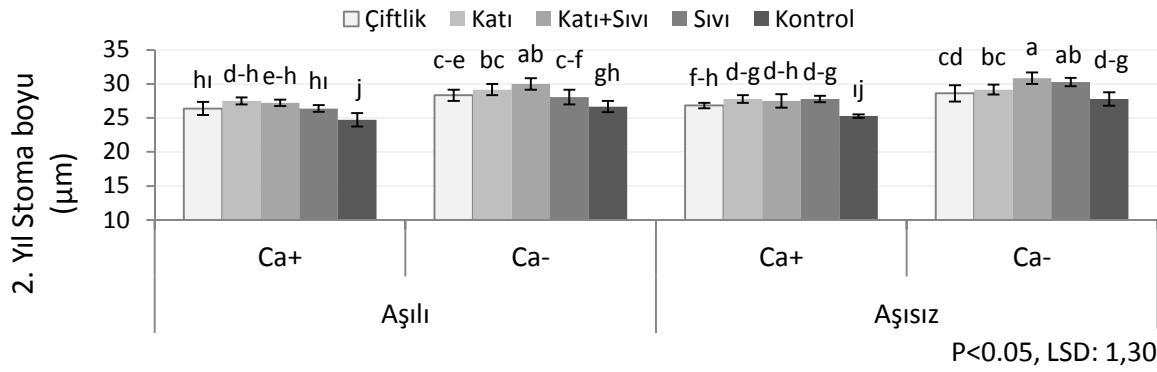
kalsiyum stresi ortamına ve organik gübre uygulamalarına göre stoma boyu değişimleri Şekil 7 (2020 yılı) ve Şekil 8 (2021 yılı)'de sunulmuştur. En yüksek stoma boyu aşısız asmalarda Ca- ortamda Ç (31.67µm) uygulamasında ölçülmüştür. En düşük stoma boyu Ca+ ortamda aşısız asmalarda kontrol (23.32µm) uygulamasında tespit edilmiştir. Genel olarak tüm uygulamaların stoma boyunu artırdığı belirlenmiş, ancak aşısız asmalarda Ca- ortamda katı+sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında kontrole göre belirgin bir artış olmadığı dikkati çekmiştir.



Şekil 7. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma boyuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Uygulamaların 2. yıl stoma boyu üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 8). En yüksek stoma boyu aşısız asmalarda Ca- ortamda sırasıyla katı + sıvı solucan gübresi (30.83µm) ve sıvı solucan gübresi (30.28µm)

uygulamalarında elde edilmiştir. En düşük stoma boyu Ca+ ortamda aşılı ve aşısız asmalarda kontrol (sırasıyla 24.73µm ve 25.28µm) uygulamalarında kaydedilmiştir.



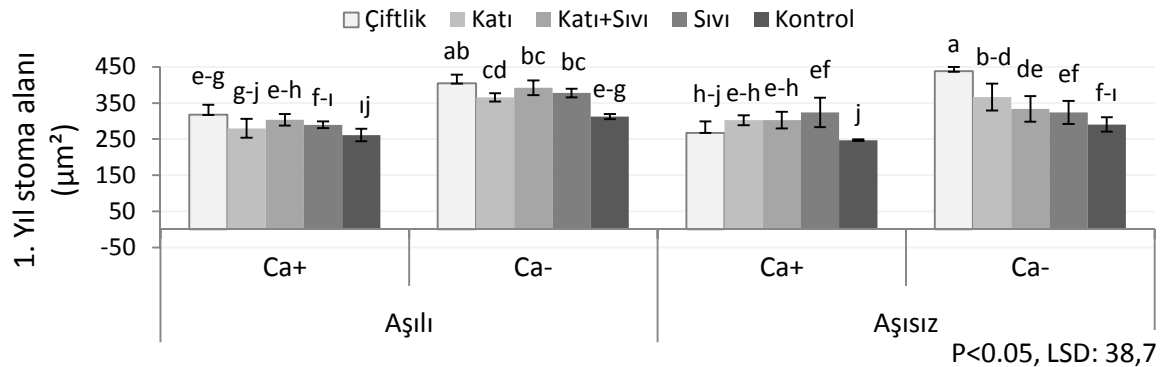
Şekil 8. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma boyuna etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Her iki yılda da tüm uygulamaların stoma boyunu artırdığı belirlenmiş, ancak birinci yılda aşısız asmalarda Ca- ortamda katı + sıvı solucan gübresi ve sıvı solucan gübresi uygulamalarında kontrole göre çok fazla artış olmadığı dikkati çekmiştir. İkinci yılda ise katı solucan gübresi, katı + sıvı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının stoma boyunu çiftlik gübresi uygulamasına göre daha fazla artırdığı tespit edilmiştir.

Stoma Alanı (µm²)

Uygulamaların 1. ve 2. yılda aşılı ve aşısız asmaların yapraklarında stoma alanı üzerine etkileri Şekil 9 ve Şekil 10'da sunulmuştur

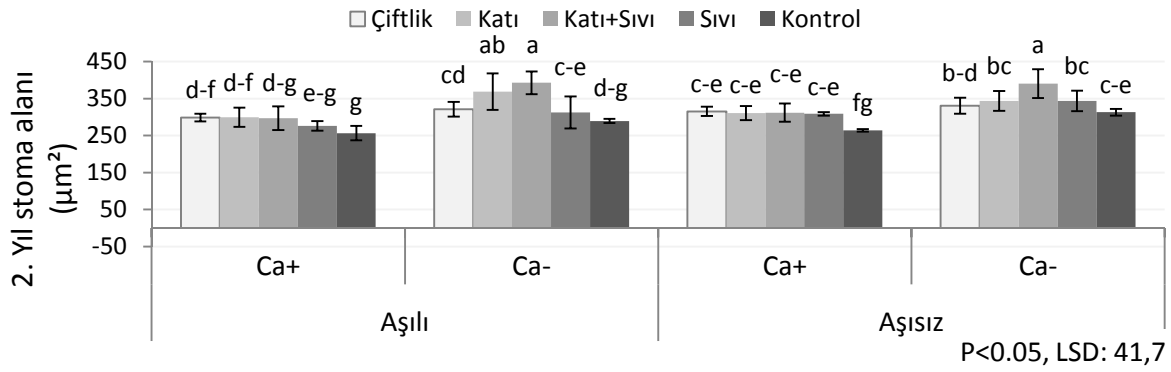
Şekil 9'da sunulduğu üzere, 1. yıl stoma alanı üzerine uygulamaların etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Uygulamalar arasında en yüksek stoma alanı Ca- ortamdaki Ç çiftlik uygulamasında sırasıyla aşısız ve aşılı asmalardan elde edilmiştir (438.00µm² ve 404.38 µm²). En düşük stoma alanı ise aşısız asmalarda Ca+ ortamdaki kontrol uygulamasında (246.90 µm²) kaydedilmiştir.



Şekil 9. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 1. yıl stoma alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Uygulamaların 2. yıl stoma alanı üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 10). En yüksek stoma alanı Ca- ortamda aşılı (392.86 µm²) ve aşısız (390.32 µm²) asmalarda katı +

sıvı solucan gübresi uygulamasında saptanmıştır. En düşük stoma alanı ise Ca+ ortamda aşısız asmalarda kontrol (259.69µm²) uygulamasında tespit edilmiştir.



Şekil 10. Organik uygulamaların kalsiyumlu (Ca+) ve kalsiyumsuz (Ca-) yetiştirme ortamlarında aşılı ve aşısız asmaların 2. yıl stoma alanına etkileri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05).

Tartışma

Stomalar çevresel stres faktörlerinin etkisi altında bitkilerde fotosentez ve solunum başta olmak üzere önemli fizyolojik reaksiyonların sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesinde rol alan en önemli yapılarıdır (Montoro ve ark., 2014; Franks ve Farquhar, 2007). Bu nedenle stomaların özellikleri çeşitli bitkilerin içinde bulunduğu koşullara fizyolojik tepkilerinin belirlenmesi amacıyla pratikte yaygın olarak araştırmalara konu olmaktadır (Rogiers ve ark., 2011; İşçi ve ark., 2015; Yıldırım ve Dardeniz, 2017). Bazı organik gübrelerin topraksız kültür ortamında kalsiyum stresinde yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarının stoma özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, yaprakların stoma yoğunluğu 147.25 ile 339.80 adet/mm² arasında değişmiş olup, bu değerler farklı asma genotiplerinin kullanıldığı birçok çalışmaya ait bulgularla benzerlik içerisindedir (Eriş ve Soylu, 1992; Maraslı ve Aytekin, 2002). Organik gübrelerin topraklarda fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirerek (Kaçar ve Katkat, 2007) bitkilerde stoma yoğunluğunda artışlar sağladığı kaydedilmiştir (Rogiers ve ark., 2011). Stoma yoğunluğunun, çevresel faktörler tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiği bilinmektedir (Montoro ve ark., 2014). Abiyotik stres faktörlerine tolerans seviyeleri genellikle yüksek bitkiler arasında değerlendirilen asmalar, özellikle kuraklık stresinde fizyolojik aktivitelerini sürdürebilmek amacıyla stoma yoğunluğunu azaltmak suretiyle kurağa tolerans göstermeye çalışırlar (Çelik, 2011). Topraksız kültür ortamında ‘Michele Palieri’ çeşidine ait asmaların kullanıldığı bu çalışmada uygulanan

kalsiyum stresine tepki olarak yapraklarda stoma yoğunluğunun önemli derecede azaldığı saptanmıştır. Kültür ortamında uygulanan organik gübreler, asma yapraklarının stoma yoğunluğunu arttırmıştır. Stres faktörüne ve şiddetine bağlı olarak bitkiler, stoma yoğunluğunun regülasyonuna ek olarak stoma boyutlarını küçülterek de etkili bir adaptasyon mekanizması geliştirebilmektedirler (Franks ve Farquhar, 2007). Bu çalışmanın her iki yılında da kalsiyumlu ortamlarda stoma en ve boylarında belirgin azalmaların olduğu, buna karşılık çiftlik ya da solucan gübresi uygulamalarının stoma boyutlarında genel artışlar sağladığı belirlenmiştir.

Sonuç

Topraksız kültür ortamında bazı organik gübrelerin kalsiyum stresinde yetiştirilen aşılı ve aşısız ‘Michele Palieri’ asmalarının stoma özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, stoma yoğunluk ve boyutlarının anaç x kalsiyum stresi x organik gübre uygulamaları intraksiyonunda önemli farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Organik gübreler stoma yoğunluğu ve boyutlarında genel artışlar sağlamıştır. Özellikle birinci yılda katı ve sıvı solucan gübresinin birlikte kullanımının tüm koşullarda stoma yoğunluğunu önemli derecede arttırdığı belirlenmiştir. Ülkemizde bağcılık yapılan tarım alanlarının önemli bir kısmında yoğun kalsiyum içeriğine bağlı stres şartlarının mevcut olduğu düşünüldüğünde çiftlik gübresi ve solucan gübresi uygulamalarının asma stresini azaltarak fotosentezi destekleyebileceği kanaati oluşmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Yasin Gayretli'nin doktora tezinden üretilmiştir. Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: 22211011).

Kaynaklar

- Arslan, T., Doğan, A., Cüneyt, U. ve Güzel, D. U., 2022. Bazı Yerel Üzüm Çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) Stoma Özellikleri ile Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 25(2):243-252.
- Atik, F., Dardeniz, A., 2018. Yalova İncisi Üzüm Çeşidinde Farklı Taç Yönetimi Uygulamalarının Yaprakların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 6:33-37.
- Bavaresco, L., Poni, S., 2003. Effect of Calcareous Soil on Photosynthesis Rate, Mineral Nutrition, and Source- Sink Ratio of Table Grape. Journal of Plant Nutrition. 26(10-11):2123-2135.
- Bekişli, M.İ., Gürsöz, S., 2016. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Yaprak ve Stoma Özelliklerinin İncelenmesi. Bahçe. 45(2):857-861.
- Candar, S., Açıkbaz, B., Korkutal, İ., Bahar, E., 2021. Trakya Bölgesi Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Yaprak ve Stoma Morfolojik Özelliklerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 24(4):766-776.
- Costa, J.M., Ortuño, M.F., Lopes, C.M., Chaves, M.M., 2012. Grapevine Varieties Exhibiting Differences in Stomatal Response to Water Deficit. Functional Plant Biology. 39(3):179-189.
- Çelik, S., 2011. Asmanın Fizyolojisi. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Tekirdağ. 1:138-166.
- Daler, S., Çetin, E.S., Bayoğlu, B., 2018. Bazı Amerikan Asma Anaçlarında Farklı Kireç Konsantrasyonlarında PGPR Uygulamalarının Etkileri. Bahçe. 47 (Özel Sayı 1):525-536.
- Doğan, A., Uyak, C., Akçay, A., Keskin, N., Şensoy, R.İ.G., Çelik, F., Kunter, B., Çavuşoğlu, Ş., Özrenk, K., 2020. Hizan (Bitlis) Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Klorofil Miktarları ve Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 30(4):652-665.
- Durmaz, N.E., 2014. Asma Yapraklarında Stoma Yoğunluğunun Saptanmasında Saydamlaştırma ve Kalıp Alma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ. 43.
- Düzenli, S., Ağaoğlu, Y., 1992. *Vitis vinifera* L.'nin Bazı Çeşitlerinde Stoma Yoğunluğu Üzerine Yaprak Yaşının ve Yaprak Pozisyonlarının Etkisi. Doğa-Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 16:63-72.
- Ekbiç, H.B., 2010. Trakya İlkeren ve Flame Seedles Üzüm Çeşitlerinde Co60 ve Kolhisin Kullanılarak Mutasyon ve Poliploidi Oluşturma Olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana. 131.
- Eriş, A., Soylu, A., 1992. Stomatal Density in Various Turkish Grape Cultivars. *Vitis* – Special Issue. 382-389.
- Flore, J., 2011. Environmental and Physiological Regulation of Photosynthesis in Fruit. Horticultural Reviews. 11(11):111-157.
- Franks, P.J., Farquhar, G.D., 2007. The Mechanical Diversity of Stomata and Its Significance in Gas-Exchange Control. Plant physiology. 143(1):78-87.
- Franks, P.J., Beerling, D.J., 2009. Maximum Leaf Conductance Driven by Co2 Effects on Stomatal Size and Density over Geologic Time. Proceedings of the National Academy of Sciences. 106(25):10343-10347.
- Gökbayrak, Z., Dardeniz, A. ve Bal, M., 2008. Stomatal Density Adaptation of Grapevine to Windy Conditions. Trakia Journal of Sciences. 6(1):18-22.
- İşçi, B., Altındişli, A., Kacar, E., 2015. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Farklı Üzüm Çeşitlerinde Stoma Dağılımı Üzerine Araştırmalar. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(1):35-39.
- Kacar, B. Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2010. Bitki Fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. Ankara, 556.

- Kaçar, M.M., 2007. Farklı Su ve Gübre Sistemlerinin Pamuk Bitkisinde Su Stres İndeksinin Değişiminin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Adana. 54.
- Kara, Z., Yazar, K., Doğan, O., Sabır, A., Özer, A., 2018a. Induction of Ploidy in Some Grapevine Genotypes by N2O Treatments. XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing 1276. 12-16 Ağustos 2018. İstanbul-Türkiye. 239-246.
- Kara, Z., Yazar, K., Doğan, O., Sabır, A., Özer, A., Koç, F., 2018b. İtalya (*Vitis vinifera* L.) Sofralık Üzüm Çeşidinde Kısıtlı Sulamanın Yaprak ve Stoma Özelliklerine Etkileri. Bahçe. 47(Özel Sayı 1):677-682.
- Kara, Z., Doğan, O., 2022. Reactions of Some Grapevine Rootstock Cuttings to Mutagenic Applications. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. 36(2):238-246.
- Karaca, U., Sabır, A., 2018. Sustainable Mitigation of Alkaline Stress in Grapevine Rootstocks (*Vitis* spp.) by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Erwerbs-Obstbau. 60(3):211-220.
- Kunter, B., Çakmak, G., Keskin, N., Karataş, D. D., Kunter, B., 2013. İyonize Radyasyon Uygulamalarıyla Elde Edilmiş Üzüm Genotiplerinde Stoma Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences. 27.
- Lawson, T., Blatt, M. R., 2014. Stomatal Size, Speed, and Responsiveness İmpact on Photosynthesis and Water Use Efficiency. Plant Physiology. 164(4):1556-1570.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stresses: An Overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444(2):139-158.
- Marasalı, B., Aytekin, A., 2002. Sulanan ve Sulanmayan Bağ Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Stoma Sayısının Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi. 9(3):370- 372.
- Montoro, A., López-Urrea, R., Fereres, E., 2014. Role of Stomata Density in the Water Use of Grapevines, XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): IV 1115. 17 Ağustos 2014. Brisbane-Australia. 41-48.
- Odabaşıoğlu, M.I., Gürsöz, S., 2019. Leaf and Stomatal Characteristics of Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) Cultivated under Semi Arid Climate Conditions. Fresenius Environmental Bulletin. 28(11A):8501-8510.
- Rogiers, S.Y., Hardie, W.J., Smith, J. P., 2011. Stomatal Density of Grapevine Leaves (*Vitis vinifera* L.) Responds to Soil Temperature and Atmospheric Carbon Dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research. 17(2):147-152.
- Sabır, A., Ekbiç, H., Erdem, H., Tangolar, S., 2010. Response of Four Grapevine (*Vitis* spp.) Genotypes to Direct or Bicarbonate-İnduced İron Deficiency. Spanish Journal of Agricultural Research. 8(3):823-829.
- Sánchez-Rodríguez, A., Del Campillo, M., Torrent, J., Jones, D., 2014. Organic Acids Alleviate İron Chlorosis in Chickpea Grown on Two P-Fertilized Soils. Journal of soil science and plant nutrition. 14(2):292-303.
- Sümbül, A., 2022. Determination of Stoma Characteristics and Spad Values of Some Local And Commercial Grape Varieties Cultivated in Kayseri Ecological Conditions. Erzincan University Journal of Science and Technology. 15(2):556-565.
- Yıldırım, E., Dardeniz, A., 2017. Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidanların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 5(1):125-130.

Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz Çeşitlerinin Adana (Balcalı) Lokasyonundaki Fenolojik Özellikleri

Ayşegül BURĞUT 

Mesut ADA 

Çukurova üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

Öz

Bu araştırma 2018 ve 2019 yılları arasında yürütülmüş ve Adana (Balcalı) lokasyonunda yetiştirilen bazı yerli ve yabancı ceviz çeşitlerinde çiçeklenme tarihleri belirlenerek, ileride Adana ilinde kurulacak olan kapama ceviz bahçeleri için olası uygun çeşit ve tozlayıcı profillerinin tespiti amaçlanmıştır. Çalışmada, iki adet yerli (Bilecik ve Şen-1) ve beş adet yabancı ceviz çeşitlerinin (Chandler, Hartley, Howard, Pedro ve Serr) 2018 ve 2019 yıllarında fenolojik gözlemleri yapılmıştır. Denemede yer alan tüm çeşitlerde her iki yılda da erkek çiçeklerin önce açtığı gözlenirken, 2019 yılında Chandler çeşidinin erkek ve dişi çiçeklerinin aynı anda reseptif olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, denemenin her iki yılında da Bilecik çeşidinin dişi çiçekleri ile erkek çiçeklerinin çakıştığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ceviz, fenoloji, tozlayıcı çeşit.

Evaluation of Phenotypic Characteristics in Some Foreign and Turkish Walnut Cultivars Grown in Adana (Balcalı) Location

Abstract

This research was carried out between 2018 and 2019 and the flowering dates in some domestic and foreign walnut types grown in the Adana (Balcalı) location were determined and it was aimed to determine the possible variety and duster profiles for the closing walnut gardens to be established in Adana in the future. In the study, two domestic (Bilecik and Şen-1) and five foreign walnuts (Chandler, Hartley, Howard, Pedro and Serr) were made in 2018 and 2019. In all two varieties in the experiment, it was observed that male flowers were opened before both years, while the Chandler variety was found to be receptive at the same time. In addition, in both years of the trial, it is seen that the female flowers and male flowers of the Bilecik variety overlap.

Keywords: Walnut, phenology, pollinators.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: A. Burğut; aburgut@gmail.com
Geliş Tarihi/Received: 03.11.2020 Kabul Tarihi/Accepted: 26.12.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Ayşegül BURĞUT  <https://orcid.org/0000-0001-5708-9227>

Mesut ADA  <https://orcid.org/0000-0003-1495-9311>

Giriş

Ceviz *Juglandales* takımının, *Juglandaceae* familyasının, *Juglans* cinsine ait olup; bu cins içinde günümüzde özellikleri tespit edilen 18 türden en önemlisi *Juglans regia* L.'dir. Ceviz, Karpat Dağlarından güneyden itibaren Doğu Avrupa ve Türkiye, Irak, İran'ın doğusundan ve Himalaya Dağlarına kadar geniş bir alanın tabi bitkisidir (Şen, 1986; Akça, 2001).

Dünyada ceviz yetiştiriciliği yapılan toplam alan 2020 yılında, 1.021.391 ha ve toplam üretim miktarı 3.323.964 ton' dur. Ülkeler bazında 2020 yılı ceviz üretimi incelendiğinde, en fazla üretim sırasıyla; Çin (1.100.000 ton), ABD. (707604 ton), İran (356.666 ton) ve Türkiye (286.706 ton)'de yapılmaktadır. Ceviz üretim alanları bakımından incelendiğinde ise yine Çin (284.375 ha), A.B.D. (153.781 ha), Türkiye (141.790 ha) ve Meksika (108.771 ha)'nın ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir (Anonim,

2022a). 2021 yılında Türkiye'de meyve veren ceviz ağacı sayısı 13.899.362 adet, meyve vermeyen ceviz ağacı sayısı 12.719.106 adet, üretim miktarı ise 325.000 ton'dur. Adana ili 2021 yılı meyve veren ceviz ağacı sayısı 161.200 adet, meyve vermeyen ceviz ağacı sayısı 93.587 adet ve üretim miktarı 3.719 ton'dur (Anonim, 2022b).

Ceviz, besin değeri bakımından oldukça zengin bir meyve türüdür. 100 g yenilebilir ceviz meyvesi, yaklaşık 14 g protein içermektedir. Thiamin, B₆ vitamini ve folacin içeren birçok vitamin yönünden zengindir. Ceviz, gümüş içeren tek meyve türü olmasının yanında, selenyum içeren nadir gıdalar arasında yer almaktadır (Akça, 2009).

Ceviz ağacı tek evciklidir, yani erkek ve dişi çiçekleri aynı ağaç üzerinde fakat farklı yerlerdedir. Bir önceki gelişme döneminin sürgünleri üzerinde bulunan yan tomurcuklardan

oluşan püsküller erkek çiçekler, o yılki gelişme dönemine ait ilkbahar sürgünlerinin ucunda meydana gelen çiçekler ise dişi çiçeklerdir. Aynı ağaç üzerinde bulunan erkek ve dişi çiçeklerin farklı zamanlarda açması dikogami olarak tanımlanır (Petrosyan,1965; Kornienko,1974; Şen,1986).

Kapama ceviz bahçesi oluşturulmasında bir çeşidin yetiştiriciliğine karar vermek için çeşitlerin ağaç ve meyve özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Ağaç ve meyve özelliklerinden en önemlileri; gelişme durumu, çiçeklenme, soğuktan zararlanma durumu, verim, meyve iç rengi, iç dolgunluğu, kabuk rengi, kabuk kalınlığı, yağ ve protein içeriği gibi kriterlerdir (Celep,1996; Özkan ve Celep, 1999).

Bu çalışmanın amacı, Adana lokasyonunda yetiştirilen bazı yerli ve yabancı ceviz çeşitlerinde çiçeklenme tarihlerini belirleyerek ileride Adana ilinde kurulacak olan kapama ceviz bahçeleri için uygun çeşit ve tozlayıcı profillerini ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2018 ve 2019 yıllarında 01 Mart ile 31 Mayıs tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür.

Çalışmada bitkisel materyal olarak, 2008 yılında 7x7 m aralıklarla dikilen Bilecik ve Şen-1 yerli ceviz çeşitleri ile Chandler, Hartley, Howard, Pedro ve Serr yabancı ceviz çeşitleri kullanılmıştır. Deneme, her çeşitten 5 ağaç ve her ağaç bir yineleme olacak şekilde kurulmuştur.

Denemede her iki yılda da bitkilerde; tomurcuk patlama (kahverengi ucun yeşil uca döndüğü tarih)(Şekil 1), yapraklanma (ilk yaprak oluşumları 3-5 cm olduğu tarih) (Şekil 1), dişi çiçek (iki lob arasındaki açının 45° olduğu ve dişi çiçeklerin üst kısmında yapışkan sıvının bulunduğu dönem reseptif dönem olarak kabul edilmiştir) (Şekil 2) ve erkek çiçek (anterlerin %5'inin patlaması tozlanma başlangıcı, %90'ının saçımı ise tozlanma sonu olarak kabul edilmiştir) (Şekil 3) oluşum tarihleri belirlenmiştir (Akça, 1999).



Şekil 1. Tomurcuk patlama ve yapraklanma (Anonim, 2022c)



Şekil 2. Dişi çiçeklere ait bir görünüm (Anonim, 2022d)



Şekil 3. Erkek çiçeklere ait bir görünüm (Anonim, 2022e)

Bulgular ve Tartışma

Denemede yer alan 7 farklı ceviz çeşidine (Bilecik, Chandler, Hartley, Howard, Pedro, Serr ve Şen-1) ait fenolojik gözlemler 2018 ve 2019 yıllarında 01 Mart-31 Mayıs tarihleri arasında yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1 incelendiğinde, tomurcuk patlama tarihleri 2018 yılında en erken Chandler (19.03), Serr (19.03) ve Şen-1 (21.03) çeşitlerinde, en geç Howard (02.04) ve Pedro (02.04) çeşitlerinde gözlenmiştir. 2019 yılında en erken tomurcuk patlama Serr (19.03) ve Şen-1 (21.03) çeşitlerinde, en geç ise Hartley (11.04) ve Howard (11.04) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Ünal (2011), Niksar/Tokat koşullarında yaptığı çalışmada, 2010 yılı tomurcuk patlama tarihlerini 31.03 (Maraş-12 çeşidi) ile 23.04 (Fernor çeşidi) arasında tespit etmiştir. Türemiş ve ark (2017)'nin yaptığı çalışmada Adana koşullarında tomurcuk patlaması ilk olarak 25.03.2015 tarihinde Pedro çeşidinde, en son

tomurcuk patlaması ise 13.04.2015 tarihinde Şen-1 çeşidinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Hassankhah ve ark. (2017), Karaj/İran'da yapmış oldukları çalışmada, Chandler çeşidinin tomurcuk patlama tarihini 02.04.2017 olarak belirlemişlerdir.

Çeşitlerin yapraklanma tarihleri incelendiğinde, 2018 yılında en erken yapraklanan çeşitler sırasıyla; Serr (24.03), Şen-1 (26.03) ve Chandler (26.03) olmuştur. En geç yapraklanan çeşitler ise 05.04 tarihinde Howard ve Pedro olmuştur. 2019 yılı fenolojik gözlemlerine göre, en erken yapraklanan çeşitler Serr ve Şen-1 (25.03), en geç yapraklanan çeşitler ise Hartley ve Howard (15.04) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Sütyemez ve Kaşka (2002), Kahramanmaraş koşullarında yaptıkları çalışmada ilk yapraklanmanın 08 Mart tarihinde Serr, KR-2, Şen-1 ve Maraş-10 çeşitlerinde olduğunu bildirmişlerdir. Ünal (2011), Niksar/Tokat koşullarında ilk yapraklanmanın 03.04.2010 tarihinde Maraş-12 çeşidinde, en son

yapraklanmanın ise 26.04.2010 tarihinde Fernor ve Fernette çeşitlerinde olduğunu bildirmiştir. Adana koşullarında yapılan çalışmada, ilk yapraklanma Pedro, Maraş-18 ve Maraş-12 çeşitlerinde 31.03.2015 tarihinde meydana gelmiştir (Türemiş ve ark, 2017).

Denemede yer alan çeşitler dişi çiçeklerinin reseptif olma durumlarına göre incelenmişlerdir. 2018 yılında dişi çiçeklerin reseptif olma tarihleri 02.04-28.05 tarihleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 4). En erken reseptif olan çeşitler 02.04 tarihinde Serr ve Şen-1, en geç reseptif olan çeşitler 16.04 tarihinde Hartley, Howard ve Pedro olmuştur. 2019 yılı verileri incelendiğinde, ilk reseptif dişi çiçekler Serr ve Şen-1 (08.04) çeşitlerinde gözlenmiştir. En geç dişi çiçekler ise 29.04 tarihinde Hartley ve Howard çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 1). Sütyemez ve Kaşka (2002), yaptıkları çalışmada Chandler çeşidinin dişi çiçeklerinin nisan ayının son haftası ile mayıs ayının ilk haftası arasında reseptif olduğunu bildirmişlerdir. Tosun ve Akçay (2005), Yalova koşullarında yapmış oldukları çalışmada dişi çiçeklerin Serr çeşidinde Nisan ayının ikinci haftasında, Hartley ile Pedro çeşitlerinde Nisan ayı sonunda, Bilecik ile Şen-1 çeşitlerinde ise mayıs ayı başında reseptif olduğunu bildirmektedirler. Bayazit (2011), Yayladağı/Hatay yöresinde Bilecik çeşidinin dişi çiçeklerinin nisan ayının ikinci yarısında, Şen-1 çeşidinin dişi çiçeklerinin ise ikinci ve üçüncü haftası arasında reseptif olduğunu bildirmiştir. Ünal (2011), Niksar/Tokat'ta yürüttüğü çalışmada dişi çiçeklerin 16.04.2010 (Şen-2) ile 30.04.2010 (Fernette ve Fernor) tarihleri aralığında reseptif olduğunu belirtmiştir. Hassankhah ve ark (2017), Karaj/İran koşullarında Chanler çeşidinin dişi çiçeklerinin 20.04.2017 tarihinde reseptif olduklarını bildirmişlerdir. Türemiş ve ark (2017), yaptıkları çalışmada 2015 yılı dişi çiçeklerin reseptif olduğu dönem Chandler (05-15.05) çeşidi dışında diğer çeşitlerde 29 Nisan - 15 Mayıs tarihleri arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitlere ait çiçek tozu salım tarihleri Çizelge 1'de görülmektedir. 2018 yılı çiçek tozu

salımları 21.03 ile 28.05 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. İlk çiçek tozu salınımı 21.03 tarihinde Şen-1 çeşidinde gerçekleşirken, son çiçek tozu salınımı 09.04 tarihinde Howard çeşidinde gerçekleşmiştir. 2019 yılı fenolojik gözlemleri incelendiğinde, Şen-1 çeşidinde (21.03) ilk çiçek tozu salımı gözlenmiştir. En son çiçek tozu salımları ise 15.04 tarihinde Bilecik ve Hartley çeşitlerinde gözlenmiştir (Şekil 4). Yayladağı/Hatay koşullarında yapılan bir çalışmada, çiçek tozu salımı ilk olarak 04.04.2008 tarihinde Şebin çeşidinde, en son ise 13.04.2008 tarihinde 77H/1, 65/4 ve Bilecik çeşidinde tespit edilmiştir (Bayazit, 2011). Ünal (2011), Niksar/Tokat koşullarında 2010 yılı çiçek tozu salım tarihlerinin 15.04.2010 (Şen-2) ile 22.04.2010 (Chandler, Maraş-18, Midland, Pedro ve Şebin) arasında olduğunu bildirmiştir. Hassankhah ve ark (2017), Karaj/İran'da yaptıkları çalışmada, Chandler çeşidinin çiçek tozu salınımına 15.04.2017 tarihinde başladığını tespit etmişlerdir. Türemiş ve ark (2017), ilk çiçek tozu salınımının Maraş-12 çeşidinde (31.03.2015), en geç çiçek tozu salınımının ise Bilecik çeşidinde (05.05.2015) olduğunu bildirmişlerdir.

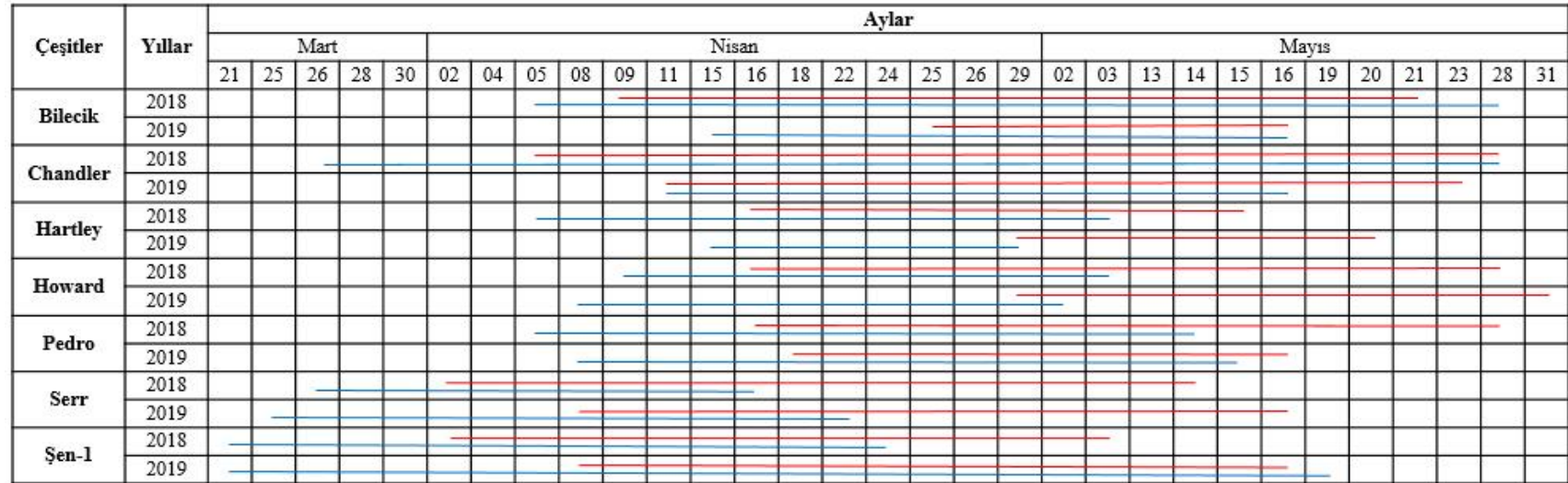
Sonuç

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Adana ilinin ikliminden dolayı ceviz bitkilerinin vejetasyon süresinde farklılıklar görülmektedir. Özellikle ilkbahar döneminde sıcaklıklarda yaşanan iniş çıkışlar nedeniyle bitkilerin çiçeklenme döneminde de farklılıklar meydana gelmektedir. Denemede yer alan tüm çeşitlerde her iki yılda da erkek çiçeklerin önce açtığı gözlenirken, 2019 yılında Chandler çeşidinin erkek ve dişi çiçeklerinin aynı anda reseptif olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, denemenin her iki yılında da Bilecik çeşidinin dişi çiçekleri ile erkek çiçeklerinin çakıştığı görülmektedir.

Elde edilen veriler ışığında, Adana ilinde kapama ceviz bahçesi tesisinde Bilecik, Chandler ve Şen-1 çeşitleri diğer çeşitlere uygun tozlayıcı olarak kullanılabilir.

Çizelge 1. 2018-2019 Yılı denemede yer alan çeşitlere ait fenolojik gözlemler

Çeşitler	Tomurcuk Patlama		Yapraklanma		Dişi Çiçek Reseptif Olma		Çiçek Tozu Salımı	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Bilecik	28-30.03	01-11.04	30.03-24.04	08-15.04	09.04-21.05	25.04-16.05	05.04-28.05	15.04-16.05
Chandler	19-26.03	25.03-15.04	26.03-24.04	28.03-22.04	05.04-28.05	11.04-23.05	26.03-28.05	11.04-16.05
Hartley	30.03-02.04	11-15.04	02-18.04	15-25.04	16.04-14.05	29.04-20.05	05.04-03.05	15-29.04
Howard	02-05.04	11-15.04	05-24.04	15-29.04	16.04-28.05	29.04-31.05	09.04-03.05	08.04-02.05
Pedro	02-05.04	28.03-11.04	05-24.04	08-15.04	16.04-28.05	18.04-16.05	05.04-14.05	08.04-15.05
Serr	19-24.03	19-25.03	24.03-09.04	25.03-01.04	02.04-14.05	08.04-16.05	26.03-16.04	25.03-22.04
Şen-1	21-26.03	21-25.03	26.03-09.04	25-28.03	02.04-03.05	08.04-16.05	21.03-24.04	21.03-19.05

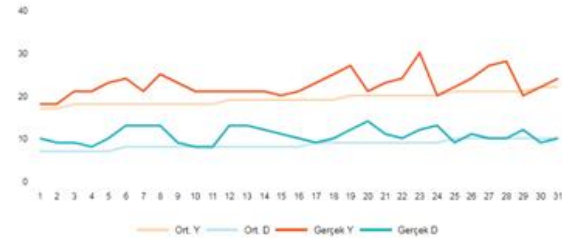


— Dişi çiçek reseptif olma — Erkek çiçeklerde çiçek tozu salınımı

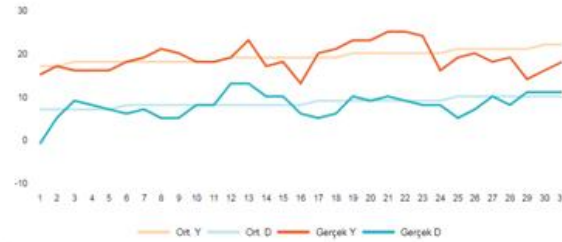
Şekil 4. 2018-2019 Yıllarında denemde yer alan çeşitlere ait dişi ve erkek çiçek reseptif olma durumları

Ekler

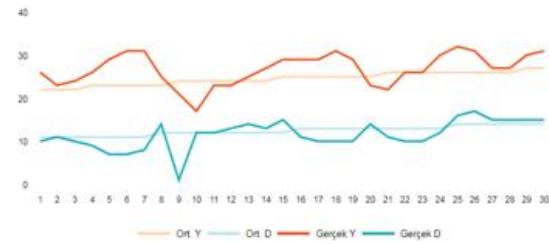
Sıcaklık Grafiği Mart 2018



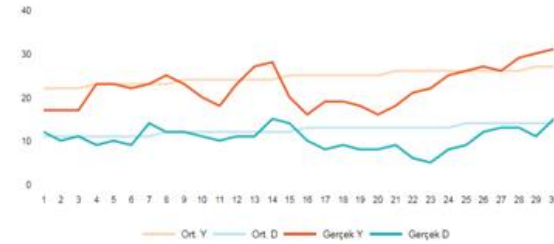
Sıcaklık Grafiği Mart 2019



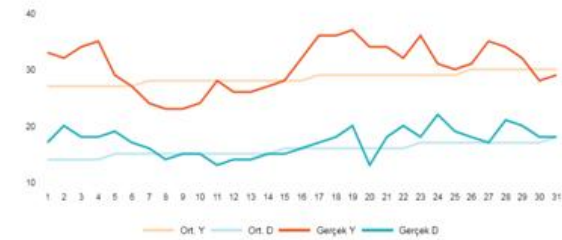
Sıcaklık Grafiği Nisan 2018



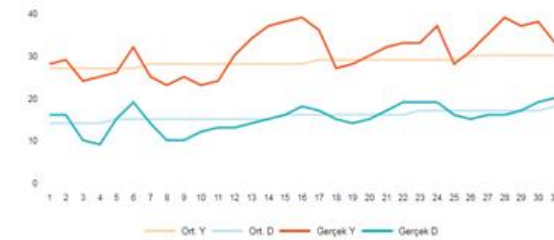
Sıcaklık Grafiği Nisan 2019



Sıcaklık Grafiği Mayıs 2018



Sıcaklık Grafiği Mayıs 2019



Ort. Y_y : Ortalama En Yüksek Sıcaklık Ort. D_y : Ortalama En Düşük Sıcaklık Gerçek Y_y : Gerçek En Yüksek Sıcaklık Gerçek D_y : Gerçek En Düşük Sıcaklık

Kaynaklar

- Akça, Y., 1999. Tokat Ekolojik Koşullarında Bazı Standart Ceviz Çeşitlerinin Performanslarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.
- Akça, Y., 2001. Ceviz Yetiştiriciliği. Anı Ofset Matbaası. S.108-126
- Akça, Y., 2009. Ceviz Yetiştiriciliği. Anıt Matbaa. 371 sayfa.
- Anonim, 2022a. Walnut Production. www.fao.org
- Anonim, 2022b. Ceviz Üretim. www.tuik.gov.tr.
- Anonim, 2022c. Walnut phenology. www.google.com.tr.
- Anonim, 2022d. Walnut female flower phenology. www.google.com.tr.
- Anonim, 2022e. Walnut male flower phenology. www.google.com.tr.
- Bayazit, S., 2011. Bazı Ceviz (*Juglans regia* L.) Genotiplerinin Yayladağı (Hatay) Koşullarındaki Fenolojik Özellikleri ve Yan Dal Verimliliği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42 (2): 95-102, 2011.
- Celep, C., 1996. Tokat Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı Ceviz Çeşitlerinin Verim Yönünden Muhtelif Özelliklerinin İncelenmesi Üzerinde Bir Araştırma. GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Y.L. Tezi) s.58.Tokat, Türkiye.
- Hassankhah, A., Vahdati, K., Rahemi, M., Hassani, D., Khorami, S.S., 2017. Persian Walnut Phenology: Effect of Chilling and Heat Requirements on Budbreak and Flowering Date. International Journal of Horticultural Science and Technology, Vol.4, No. 2, pp 259-271.
- Kormienko, N.A., 1974. Type of Dichogamie in Walnut.PI. Br.Ab.44(8):452.
- Petrosyan, A.A., 1965. Brief Notes on The Biology of The Walnut H.Abst:35(2): 331.
- Özkan, Y., Celep, C., 1999. Investigation of Some Characteristic Related to Yield of Some Walnut Cultivars and Types (*Juglans regia* L.) Groven in Tokat Ecological Conditions, 4. International Walnut Symposium, September 12-16 , 1999, Bordeaux, France.
- Sütyemez, M., Kaşka, N., 2002. Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz (*Juglans regia* L.) Çeşitlerinin Kahramanmaraş Ekolojisine Adaptasyonu. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(1): 148-158 2002, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Şen, S. M., 1986. Ceviz Yetiştiriciliği. Eser Matbaası. Samsun: 169 s.
- Tosun, İ., Akçay M. E., 2005. Yerli ve Yabancı Bazı Ceviz Çeşitlerinin Yalova Ekolojisindeki Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri. Bahçe Ceviz 34(1):35–39.
- Türemiş, N., Burğut, A., Kafkas, S., Köymen, M.T., 2017. Bazı Ceviz Çeşitlerinin Adana Koşullarına Adaptasyonu. Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi Bahçe 46 (Özel Sayı 2): 41-46, 2017, Yalova, Türkiye.
- Ünal, B., 2011. Niksar Ekoojik Koşullarında Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz Çeşitlerinin Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 48 sayfa.

Endemik *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth. (Akbaşlı Çalpa)'nın Tohumla Üretimi, Süs Bitkisi Olarak Kullanım Potansiyelinin Araştırılması ve *Ex situ* Korumaya Alınması

Gül YÜCEL¹ 

Kamil ERKEN² 

¹Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksekokulu, Yalova

²Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa

Öz

Bu çalışmada endemik *Phlomis russeliana* türünün tohumdan üretimi, kültür ortamına uyum yeteneği ve süs bitkisi olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğal ortam ve kültür şartlarında yapılan ölçüm ve gözlemler sonucunda *P. russeliana*'nın kültür ortamına kolaylıkla uyum sağlayan ve 35 günlük çiçek ömrü ve sarı renkli çiçekleri, büyük koyu yeşil yaprakları ile potansiyel süs bitkisi özellikleri taşıyan bir endemik tür olduğu belirlenmiştir. Türün tohumlarına uygulanan değişik ön işlemler arasında çimlenme oranı açısından en iyi sonuç %61.50 çimlenme oranı ile 24 saat 600 ppm GA₃ uygulamasından alınmıştır. En hızlı çimlenme sağlayan uygulama ise 8 gün ile nemli soğuk katlamayla kombine edilen 200 ve 400 ppm GA₃ uygulamaları (T₅₀=8 gün) olmuştur. Çalışma ile elde edilen endemik bitkiler *ex-situ* koruma bahçesine dikilerek tür için kültür ortamında koruma popülasyonu oluşturulmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda doğadan tohum toplamadan bu bahçeden elde edilen tohumlarla süs bitkisi kullanımı ile ilgili çalışmalar sürdürülecektir

Anahtar Kelimeler: *Phlomis russeliana*, generatif üretim, gibberellik asit, katlama, kültüre alma.

Production of Endemic *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth. By Seed, Investigation of Potential for Use as an Ornamental Plant and *Ex situ* Conservation

Abstract

In this study, it was aimed to determine the production of endemic *Phlomis russeliana* from seed, its ability to adapt to the culture environment and its use as an ornamental plant. As a result of measurements and observations made under natural and cultural conditions, it was determined that *P. russeliana* is an endemic species that easily adapts to the culture environment and has a 35 day flower life, yellow flowers, large dark green leaves and potential ornamental plant. Among the different pretreatments applied to the seeds of the species, the best result in terms of germination rate was obtained from 600 ppm GA₃ application for 24 hours with a germination rate of 61.50%. The best germination speed was obtain from 200 and 400 ppm GA₃ applications (T₅₀=8 days) combined with moist cold stratification. The plants obtained by the study were planted in the *ex-situ* conservation garden, and a conservation population was created for the species in the cultural condition. In future, studies on the use of ornamental plants with seeds obtained from this garden without collecting seeds from nature will be continued.

Keywords: *Phlomis russeliana*, generative production, gibberellic acid, stratification, cultivation.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: K. Erken; kamil.erken@btu.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 16.09.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 08.11.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Gül YÜCEL  <https://orcid.org/0000-0003-1235-4482>

Kamil ERKEN  <https://orcid.org/0000-0003-3492-7683>

Giriş

Biyoçeşitlilik, genel tanımıyla bir alanın içinde barındırdığı yaşam çeşitliliğini anlatmaktadır (López-Pujol ve ark., 2006) ve günümüzde yoğun biçimde yaşanan insan faaliyetleri sonucunda, doğal ekosistemlerin kademeli olarak ortadan kalkması söz konusudur. Bu olumsuz durum, dünya üzerindeki biyoçeşitliliğin devamlılığını da tehdit etmektedir (Reed ve ark., 2011). Belirli dönemlerde bu tehdidin boyutları genişlemiş ve pek çok türün daha tanımlanması yapılamadan kaybolması söz konusu olmuştur (Oliveira ve

ark., 2015). Bir türün *in-situ* veya *ex-situ* korunması, bitkinin doğal yaşam alanı, yaşam döngüsü ve biyolojik özelliklerinin bilinmesini de gerekli kılmaktadır (Martínez-García ve ark., 2012; Schnadelbach ve ark., 2016). Endemik türlerde *ex situ* korumanın sağlanması (Kırmızı ve ark., 2011), gen bankalarındaki tohumların yenilenebilmesi ve doğal yaşam alanlarının restore edilebilmesi (Baskin ve Baskin, 2020), yabani ve endemik türlerin kültüre alma çalışmalarının yapılabilmesi gibi pek çok nedenden dolayı, türlere özgü çimlendirme çalışmalarının yapılması ve üretimlerin

devamlılığının sağlanması gereklidir (León-Lobos ve ark., 2020; Baskin ve Baskin, 2020). Geniş çaplı üretimlerin gerçekleştirilmesi için ise; uygun çimlendirme yöntemlerinin belirlenmesi ve mevcut çimlenme oranlarının artırılması gerekmektedir (Kadis ve Georghiou 2010; Hiloğlu ve ark., 2016; Kırmızı ve ark., 2019; Mavi ve ark., 2020). Tohum çimlendirme çalışmalarının yapılabilmesi için gerekli olan materyalin temininde sürekli olarak doğal popülasyonları kullanmak akılcı bir yaklaşım değildir (Pérez ve Chumana, 2020). Bu nedenle çalışmalara materyal sağlayacak bitkilerle bir yandan koruma ve genetik bahçeleri oluşturulurken, diğer yandan *ex-situ* koruma alanları kurulmalıdır.

Peyzaj tasarımlarında floradaki doğal türlerden faydalanmak peyzaj alanlarının sürdürülebilir olmasına katkıda bulunmaktadır (Russo ve Cirella, 2018). Yaşadıkları bölgedeki ekolojik koşullara uyum sağlamış olan doğal bitki taksonları, ekolojik peyzaj uygulamaları için en uygun seçenekler olmasının yanında, kısıtlı su ihtiyaçları, bakım ihtiyaçlarının az olması ve bakım giderlerinin düşük olması nedeniyle de büyük avantajlara sahiptirler (Alam ve ark., 2017). Hopkins ve Al-Yahyai (2015), Karimian ve ark., (2017), çevreye uyumlu tasarımlar için mutlaka tasarımlarda olumsuz ekolojik koşullara adapte olmuş doğal taksonların kullanılması gerektiğini belirtmektedirler (Anderson ve ark., 2021). Bu nedenle yeni ve doğal süs bitkilerinin ticari üretime ilave edilmesi ve üretim teknolojilerine hakim olunması, ticari süs bitkileri üretiminin gelişimi için temel bir gerekliliktir (Karlović, 2009). Bu alandaki tür zenginliği peyzaj tasarımları için de çok uygun bir alt yapı oluşturmaktadır. Tasarımlarda kullanılacak bitki türlerinin endemik olması ise konuya çok daha büyük önem ve hassasiyet kazandırmaktadır. Noroozi ve ark., (2019) biyoçeşitliliğin korunmasında ve sürdürülebilir olmasında, endemizmin küresel, ulusal ve bölgesel ölçeklerde çok ciddi bir değer olduğunu belirtmişlerdir.

Dünya üzerinde Lamiaceae familyasından olan *Phlomis* cinsine ait 100'den fazla tür vardır. "Flora of Turkey" ve son yapılan çalışmalardaki

sonuçlara göre, Türkiye'de *Phlomis* cinsi, 6 varyete, 20 doğal hibrit ve 34 endemik taksonu içeren 52 takson ile temsil edilmektedir (Karadağ ve ark., 2020). Harput ve ark. (2006)'larına göre *P. russeliana*'nın yaprakları ve çiçekleri bitki çayı ve tonik olarak kullanılmaktadır. Pehlivan Karakas ve Ucar Turker (2016) ise *Phlomis* türlerinin, farklı amaçlarla geleneksel tıpta kullanımının olduğunu belirtmiştir. Seyidoğlu Akdeniz ve Zencirkıran (2016) *P. russeliana*'nın süs bitkisi potansiyelinin olduğunu belirtirken, Hawke (2005) *P. russeliana* ve *P. tuberosa*'nın süs bitkisi olarak kullanımının çok uygun olacağını ifade etmektedir.

Bu çalışmada IUCN (2014) verilerine göre tehlikeye yakın (NT) kategoride yer alan, endemik ve süs bitkisi olarak kullanım olanağı bulunan *P. russeliana* türünün süs bitkisi olarak kullanımına yönelik özelliklerinin tanımlanması, generatif üretim yönteminin başarısının belirlenmesi, türün *ex situ* korunması, tohum için kaynak ve koleksiyon bahçesinin kurulması amaçlanmıştır. Doğal bitki örtümüzde yer alan ve endemik olan *P. russeliana*'nın *ex-situ* korunması, sürdürülebilir kullanımının sağlanması, ekonomik açıdan da katma değer oluşturacaktır. Bundan sonra bu türle ilgili yapılacak bilimsel çalışmalarda gerekli olan tohum ve bitkisel materyalin sağlanması tesis edilen bahçeden gerçekleştirilebilecektir. Böylelikle türe ait doğal habitatın sürdürülebilirliği sağlanarak, baskılara maruz kalması da önlenmiş olacaktır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın temel materyalini *Phlomis russeliana* (Sims) Lag. Ex Benth. (Akbaşı Çalba) türünün tohumları oluşturmuştur. Araştırmada kullanılacak tohumlar, 2019 yılı Eylül ayının ilk haftasında, Yalova ili Altınova İlçesi Karadere baraj havzasındaki doğal popülasyondan (40° 37'42" N, 29°28'22" E, 101 m) toplanmıştır. Doğal popülasyonla ilgili çalışmalar da bu alanda yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü 2019-2021 yıllarına ait Yalova İklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmaların yürütüldüğü Yalova'nın 2019-2021 yılları iklim verileri

	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	8.0	8.1	9.2	11.9	18.1	22.0	24.2	24.5	21.4	17.4	13.6	10.7
Aylık Toplam Yağış (kg/m ²)	110.1	66.3	66.4	39.9	44.0	79.9	18.3	25.4	20.4	59.6	52.3	93.3

Tohum çimlendirme ve fide büyütme işlemleri Yalova Üniversitesi Yalova Meslek Yüksek Okulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma laboratuvar ve seralarda, kültür koşullarında yetiştiricilik çalışmaları ve *ex-situ* koruma alanı oluşturulması çalışmaları ise

Yalova Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü'nün Çınarcık Şefliğine ait araştırma ve koleksiyon bahçesinde yürütülmüştür. Doğal popülasyon alanından ve Çınarcık Araştırma Bahçesinden alınan toprak örneklerinin içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Karadere doğal alan ve Çınarcık araştırma bahçesi toprak özellikleri

Toprak Özellikleri	Lokasyon	
	Karadere Doğal Alan	Çınarcık Araştırma Bahçesi
Saturasyon %	57.00	46.00
pH	5.75	7.63
EC ₂₅ (µmhos/cm)	117.00	547.00
CaCO ₃ (%)	0.20	4.11
Organik Madde (%)	7.40	2.69
Alınabilir Fosfor (ppm)	6.00	20.00
Değişebilir Potasyum (ppm)	160.00	190.00
Kil (%)	34.00	36.00
Kum (%)	33.00	47.00
Silt (%)	33.00	17.00

Tohumlar doğal popülasyondan endemik bitki popülasyonuna zarar verilmemesine özen gösterilerek, Bacchetta ve ark., (2006)'nın belirttiği şekilde, rastlantısal olarak ve asgari miktarda toplanmıştır. Toplanan tohumlar, temizlenmiş, serin ve havadar bir yerde kurutulmuşlardır. Yaklaşık 10 günlük kurutma işlemi sonrası 10.09.2019 tarihinde çalışma başlatılmıştır. Tohumlar bekleme süresinde 4 °C'lik depo koşullarında tutulmuştur.

Çimlendirme testleri Termostatik bitki yetiştirme kabini (SWGC-450) 100 x 20 mm'lik cam petri kapları kullanılarak yapılmıştır. Sterilizasyon uygulaması için tohumlar, %70'lik etanol içerisinde 1 dakika süreyle tutulmuşlar, ardından %20 oranında %5.25'lik sodyumhipoklorit içeren çözeltide 10 dakika bekletilmişlerdir. İşlem sonrası tohumlar 2 kez distile su ile yıkanmışlardır. Cam petri kapları ve kurutma kâğıtları 30 dk 100 °C'de sterilize edildikten sonra kullanılmıştır. Tohumlar, petri kapları içerisindeki nemli kurutma kâğıtları üzerine yerleştirilmiş ve petriler kapatılarak, parafilmle sarılmıştır. Hastalık etmenlerinin eliminasyonu amacıyla, petri kaplarındaki tohumlara 25 g/l Fludioxonil

+ 10 g/l Metalaxyl-M etkin madde içeren ticari fungusitten 2.5 ml/l dozunda çözelti hazırlanarak püskürtülmüştür. Çimlenme çalışmalarında toplam çimlenme yüzdesi (TÇY) dikkate alınmıştır. Çimlenme hızı için uygulamadaki toplam çimlenen tohum sayısının %50'sinin çimlenmeyi tamamladığı gün (T₅₀-gün) olarak hesaplanmıştır. Denemeler 12/12 saatlik aydınlık /karanlık fotoperiyot ve 20±0.5 °C sıcaklık koşullarında yürütülmüştür. Çıkış testlerinde çimlenme kabulü için kökçüğün kabuk dışındaki kısmının 2 mm'ye ulaşmış olması yeterli görülmüştür. Her iki günde bir sayımlar yapılarak 30 gün boyunca çıkışlar izlenmiştir (Eser ve ark., 2005; ISTA, 2013). 50 tohum içeren her petri bir tekrerrül kabul edilmiş ve denemeler 3 tekrerrürlü kurulmuştur.

Tohumların çimlenme oranının artırılması için 5 saniye sıcak suya daldırma, 3 ay 4 °C'de depolamadan sonra 24 saat 200, 400, 600 ppm'lik GA₃ çözeltisinde bekletme, 3 ay 4 °C'de depolamadan sonra 3 ay 4 °C'de nemli soğuk katlama işlemi takiben 24 saat 200, 400, 600 ppm'lik GA₃ çözeltisinde bekletme uygulamaları yapılmıştır. Kontrol 1 uygulamasında tohumlar sadece depoda

bekletilmiş, kontrol 2 uygulamasında ise depodan çıkarıldıktan sonra 3 ay nemli soğuk katlamaya tabi tutulmuştur. Çimlenme ortamı sıcaklığının etkisini belirlemek amacıyla 2 ay 4 °C’de nemli soğuk katlama işlemi uygulanmış tohumlar 20 ve 25 °C çimlenme ortamında denemeye alınmıştır. Tohumlar küçük bez torbalar içerisine konularak uygulamalara tabi tutulmuştur. Nemli soğuk katlama için poşetler nemlendirilmiş perlit içerisinde 3 ay süreyle 4 °C’de tutulmuştur. GA₃ uygulamaları ise 300 cc’lik kavanozlarda 100 cc’lik çözeltinin içerisinde istenilen dozdaki GA₃ çözeltisinde bekletme şeklinde yapılmıştır.

Tohumların morfolojik (tohum eni ve boyu, 1000 tane ağırlığı, 1 gramdaki tohum sayısı) ve fenolojik (tohum olgunlaşma tarihi, kapsül çatlama tarihi ve tohum dökülme tarihi) özelliklerinin belirlenmesi için ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Tohum canlılık testleri 20’şerli 3 grup tohumda yapılmıştır. 24 saat oda koşullarında su içerisinde bekleyen tohumlar, kabuklarının 1/3’ü kesildikten sonra %1’lik tetrazolyum (2,3,5 Triphenyl tetrazolium cholorid) çözeltisinde 24 saat 30 °C’de bekletilerek su alımları ve kabukların yumuşaması sağlanmıştır. Daha sonra tohumların kabukları soyulmuştur. Fiziki gözlemlerle renklenme durumlarına göre canlı (tamamen renklenmiş), yarı canlı (tohumda renklenme miktarı az veya renklenmeyen kısımlar kalmış) ve cansız (bariz bir renklenme olmamış) şeklinde derecelendirme yapılmıştır (Peters, 2000).

Gelişim performansı çalışmalarında kullanılmak üzere bitkiler yetiştirilmiştir. Bunun için çimlendirme testleri sırasında sayımı yapılan çimlenmiş tohumlar, içerisinde torf bulunan 104’lük viyollere ekilmiş, 2-3 yapraklı olduklarında saksılara aktarılmışlardır. Saksıda gelişen fideler mart ayı sonunda 5-6 yapraklı olduklarında 50x50 cm arayla analiz sonuçları Çizelge 2’de belirtilen özelliklerdeki toprağa sahip araştırma bahçesine dikilmiş ve burada izlemeye alınmışlardır.

Kültür ortamında dikimi yapılan ve doğal popülasyondaki bitkiler Nisan-Eylül ayları arasında eş zamanlı olarak 15 günde bir izlenmiş, ölçüm ve gözlemleri yapılmıştır.

Doğal popülasyonda ve araştırma bahçesine dikilen bitkilerde yapılan gözlem ve ölçümler türün potansiyel süs bitkisi değeri taşıyıp taşımadığını belirlemek ve kültür koşullarındaki gelişim performansını ortaya koymak için yapılmıştır. Gözlemler için popülasyonda tesadüfi olarak 10’arlı üç gruptan oluşan toplam 30 adet bitki belirlenmiş aşağıda verilen parametreler araştırılmıştır. Tabla sayısı; bitkideki çiçek tablalarının sayısı (adet), Tabla genişliği; bitkideki çiçek tablalarının en geniş yerinin cm cinsinden değeri, Çiçek sapı uzunluğu; sürgünlerin topraktan çiçek tablasına kadar olan uzunluğu (cm), Çiçek eksen uzunluğu; ilk çiçek tablasından son çiçek tablasının bittiği yere kadar olan uzunluk (cm), İlk çiçek açma tarihi; bitki üzerindeki ilk çiçeğin görüldüğü tarih, Son çiçek ölüm tarihi; bitki üzerindeki son çiçeğin tamamen deforme olduğu tarihtir.

Çimlendirme denemeleri 3 tekrarlamalı ve tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak kurulmuştur. Verilerin analizinde SPSS (22) istatistik paket programı kullanılmıştır. Tek faktörlü verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Aralarında istatistiki olarak fark bulunan veriler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile sınıflandırılmıştır. Verilerden oransal olarak değerlendirilenler % arc-sin veri transformasyonu uygulandıktan sonra analiz edilmiştir.

Bulgular

P. russeliana Tohumlarına Yapılan Uygulamaların Çimlenme Üzerine Etkileri

Farklı sıcaklık uygulamalarının *P. russeliana* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri Çizelge 3’te verilmiştir. Sıcaklık uygulamasının çimlenme yüzdesi ve hızı üzerinde etkili olduğu görülmektedir. 25 °C çimlenme ortamından 20 °C’ye göre daha iyi sonuç alınmıştır. 20 °C sıcaklıkta çimlenme yüzdesi %1.67 iken 25 °C’de %6.67 olmuştur. Ortalama çimlenme hızı yönünden sonuçlar değerlendirildiğinde ise 20 °C’lik sıcaklıkta T₅₀ ortalama çimlenme hızında 11.33 gün ile daha etkili olurken, 25 °C’lik sıcaklıkta 23.33 gün olmuştur.

Çizelge 3. Farklı sıcaklık uygulamalarının *P. russeliana* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri

Uygulamalar	Ortalama Çimlenme Oranı (%) $\pm$ se	Ortalama Çimlenme Hızı (T ₅₀ -gün) $\pm$ se
2 ay nemli soğuk katlama + 20 °C’de çimlenme.	1.67 $\pm$ 2.8 b*	11.33 $\pm$ 3.34 a
2 ay nemli soğuk katlama + 25 °C’de çimlenme	6.67 $\pm$ 2.8 a	23.33 $\pm$ 3.34 b

*Aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında ($p \leq 0.05$) istatistiki anlamda önemli farklılık yoktur.

Nemli katlama, GA₃ çözeltisinde bekletme ve sıcak suya daldırma uygulamalarının *P. russeliana* tohumlarının çimlenmesine etkileri incelendiğinde ortalama çimlenme yüzdesi açısından en iyi sonucu %61.50 ile 24 saat 600 ppm’lik GA₃ uygulaması vermiş ve ilk grubu

oluşturmuştur. Sırasıyla %53.50, %52.50 ve %51.00 değerleri ile 200 ve 400 ppm’lik GA₃ uygulamaları ile nemli soğuk katlama + 200 ppm GA₃ uygulamaları istatistiki olarak ikinci grubu oluşturmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sıcak suya daldırma, nemli soğuk katlama ve GA₃ uygulamalarının *P. russeliana* tohumlarının çimlenme yüzdesine ve çimlenme hızına etkisi

Uyg. No	Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%) $\pm$ se	Çimlenme Hızı (T ₅₀ -gün) $\pm$ se
1	Kontrol 1	4.00 $\pm$ 0.60 e*	34.00 $\pm$ 1.08 d
2	24 saat 200 ppm GA ₃	52.50 $\pm$ 1.06 b	22.00 $\pm$ 0.58 c
3	24 saat 400 ppm GA ₃	53.50 $\pm$ 0.37 b	18.75 $\pm$ 0.75 b
4	24 saat 600 ppm GA ₃	61.50 $\pm$ 0.78 a	18.75 $\pm$ 0.75 b
5	3 ay 4 °C’de nemli soğuk katlama (Kontrol 2)	2.25 $\pm$ 0.46 f	9.25 $\pm$ 1.31 a
6	3 ay 4 °C’de nemli soğuk katlama + 24 saat 200 ppm GA ₃	51.00 $\pm$ 0.96 b	8.00 $\pm$ 0.58 a
7	3 ay 4 °C’de nemli soğuk katlama + 24 saat 400 ppm GA ₃	29.00 $\pm$ 0.82 c	8.00 $\pm$ 0.58 a
8	3 ay 4 °C’de nemli soğuk katlama + 24 saat 600 ppm GA ₃	18.50 $\pm$ 0.47 d	9.75 $\pm$ 0.47 a
9	5 saniye sıcak suya daldırma	0.00 $\pm$ 0.00 g	0.00 $\pm$ 0.00 e
		$p \leq 0.001$	$p \leq 0.001$

*Aynı sütunda aynı harfle ifade edilen değerler arasında ($p \leq 0.05$) istatistiki anlamda önemli farklılık yoktur.

Çimlenme hızı dikkate alındığında ise, en hızlı çimlenme kontrol grubu da dahil olmak üzere nemli soğuk katlama yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Bunlar nemli soğuk katlama işleminden sonra, sırasıyla 8 gün ile 200 ve 400 ppm’lik GA₃ uygulamaları, 9.25 gün ile 3 ay 4 °C nemli soğuk katlama uygulaması (Kontrol 2) ve 9.75 gün ile nemli soğuk katlama işleminden sonra 600 ppm GA₃ uygulaması olmuştur. Bu uygulamaların hepsi istatistiki olarak aynı ve ilk grupta yer almış ve aralarında istatistiki yönden fark bulunmamıştır. Katlama yapılmayan GA₃ uygulamalarında ise süre iki katına çıkarak en az 18 gün olarak belirlenmiştir. Çimlenme hızı açısından en uzun sürede çimlenme ise 34 gün ile hiçbir işlemin yapılmadığı Kontrol 1 uygulamasından elde edilmiştir.

P. russeliana’nın Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi:

P. russeliana türünün tohumlarıyla ilgili yapılan ölçüm, sayım ve tartımlardan elde edilen veriler Çizelge 5’de verilmiştir. Tohum koyu kahve renkli parlak olmayan yüzeye sahip, orta kısmı uçlara göre biraz daha şişkince 5.66 $\times$ 3.13 mm ebatlarındadır. Bir gramda ortalama 62.23 adet tohum bulunmaktadır. 2019 yılında Yalova Karadere köyü çevresindeki popülasyonlardan toplanan tohumlarda yapılan testlerde net canlılık oranının %63.33 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran yıllara ve tohumların toplanma zamanına göre çok farklılık gösterebilecek bir veri olmasına rağmen çalışmanın yapıldığı dönem tohumların canlılık durumuyla ilgili fikir vermekte ve projenin yapıldığı yıl *P. russeliana*’da tohum canlılık oranının düşük olduğu görülmektedir. Yarı canlı tohum oranının yüksek olması tohumlarda böcek zararı, fiziksel zararlanma veya tohumun olgunlaşması ile ilgili problemlerin olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5. *P. russeliana* tohumlarının morfolojik yapısıyla ilgili ölçüm ve canlılık testi sonuçları

Tohum Özellikleri	Ölçü/Adet/Yüzde
Tohum boyu (mm)	5.66
Tohum eni (mm)	3.13
1000 tane ağırlığı (g)	16.07
Tohum sayısı (adet /1 g)	62.23
Cansız tohum (%)	10.00
Yarı canlı tohum (%)	26.67
Canlı tohum (%)	63.33

P. russeliana'nın bitkisel özellikleriyle ilgili yapılan ölçümlerde elde edilen veriler Çizelge 6'da verilmiştir. Bu verilere göre, kültür ortamında 1. yılında çiçek sapı uzunluğu hariç gelişim olarak doğal alandaki çok yaşlı bitkilerden daha iyi duruma geldiği görülmektedir. İkinci yılında ise tüm özellikler açısından doğal alandaki bitkilere göre daha gelişmiş formlara ulaşmaktadır. Çiçeklenme açısından incelendiğinde dikkat çeken nokta kültür ortamında 15-20 günlük erkencilik olduğu

görülmektedir. Bu durumun yükseklik ve buna bağlı ekolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kültür ortamında çiçeklenme Mayıs ayı ortaları itibarıyla başlayıp, 30-35 gün kadar devam etmektedir. Ancak bu gözleme ait tarihlerin yıllar itibarıyla değişime uğrayacağı unutulmamalıdır. Çiçekler gövdenin üzerinde katmanlar halinde bulunmakta ve alt katmandan başlayarak üst katmanlara doğru çiçek açmaktadırlar.

Çizelge 6. *P. russeliana*'nın doğal popülasyon ve kültür ortamı toprak koşullarında bulunan bitkilerinin bitki ve çiçek yapısı, meyve olgunlaşma, kapsül çatlama ve tohum dökme özellikleri

Ölçümler	Doğal Alan (Karadere)	Kültür Ortamı (Çınarcık Araştırma Bahçesi)	
	Çok Yıllık Bitki	1 Yıllık Bitki	2 Yıllık Bitki
Tabla sayısı (adet)	4.50	8.80	19.50
Tabla genişliği (cm)	3.81	4.97	6.21
Çiçek sapı uzunluğu (cm)	54.50	38.25	67.99
Çiçek eksen uzunluğu (cm)	24.25	33.11	33.51
İlk çiçek açma tarihi	8.06.2020	15.05.2020	21.05.2021
Son çiçek ölüm tarihi	9.07.2020	21.06.2020	26.06.2021
Meyve olgunlaşma tarihi	Ağustos ayı 4. hafta	Ağustos ayı 1. hafta	
Kapsül çatlama tarihi	Eylül ayı 1. hafta	Ağustos ayı 2. hafta	
Tohum dökülme tarihi	Eylül ayı 2. hafta	Ağustos ayı 3. hafta	

Tohum toplama zamanı olarak doğal popülasyonlarda Ağustos ayının son haftası kültür ortamlarında ise Ağustos ayının 2. ve 3. haftalarının uygun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Deneme süresince yapılan gözlemlere göre *P. russeliana* için bitkinin daha düşük rakımlarda kentsel mekânlardaki kültür ortamına adaptasyonda sorun yaşamadığı görülmüştür. Tür, gövdesi üzerindeki sarı renkli ve gösterişli çiçek katmanları, yıllar içinde genişleyerek dallanan gövdesi, çok yıllık olması nedeniyle her yıl yenilenme zorunluluğunun olmaması ve geniş yeşil yapraklarıyla potansiyel süs bitkisi özelliği taşımaktadır.

Tartışma

Luna ve ark. (2012), *P. italica*'nın farklı inkubasyon sıcaklıklarına duyarlı olduğunu belirtirken, Kadis ve Georgiou (2010), *P.*

brevibracteata ve *P. cypria* subsp. *occidentalis* için uygun çimlenme sıcaklığının 10-20 °C'ler arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kadis ve Georgiou (2010)'ya göre bu iki türde sıcaklık 25 °C'ye ulaştığında çimlenme oranının daha da düştüğü *P. brevibracteata* için %34, *P. cypria* subsp. *occidentalis* için %19 olduğu gözlemlenmiştir. Ramadan ve ark. (2009) ile Serag ve ark. (2018) ise *P. aurea* tohumları için en uygun çimlenme oranının herhangi bir ön uygulamaya gerek kalmaksızın karanlık inkubatörde 15 °C'de gerçekleştiğini belirtmektedirler (%66). Benzer şekilde Pérez-García ve ark. (2008)'da uzun yıllar soğuk şartlarda ve özel koşullarda saklanan *P. lychnitis* türünde hiçbir ön işlem uygulamasına gerek kalmadan 15 °C'de %90 oranında çimlenme elde edildiğini belirtmektedir. Papafotiou ve ark. (2000) ise yılın değişik dönemlerinde *P. fruticosa* türünün tohumlarını 1:1 perlit+torf

karışımına ekmişler ve en iyi sonucu %80 çimlenmeyle Aralık ayında yapılan ekimlerden aldıklarının rapor etmişlerdir. Luna ve ark. (2008) *P. lychnitis* türünde yaptıkları bir çalışmada 4 hafta 5 °C’de katlama sonrası 15 °C çimlenme ortamında 6 haftalık süre sonunda, *P. lychnitis* türünde katlama uygulamasının katlama yapılmayan tohumlara göre çimlenme üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığını belirlemişlerdir. Mirzadeh Vaghefi ve ark. (2014) ise *P. elliptica*’da katlamanın etkili olduğunu belirtmektedir. Bizim sonuçlarımızda ise bu bildirişlerin aksine, çimlenme oranı çok düşük düzeyde kalmış ve sıcaklığın 25 °C’ye çıkması sınırlı da olsa çimlenmede bir artışa neden olmuştur. Bu farklı sonuç, Luna ve ark. (2008)’nın belirttiği gibi etkisiz kalmanın ötesinde katlama süresinin uzun sürmesi ve çimlenme oranına olumsuz etki yapmasına bağlı olabileceği gibi, asıl nedenin bizim çalışmamızda kullanılan tohumlardaki canlılık oranlarının düşük seviyelerde olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bitki türlerinin çimlenme özelliklerinde genetik ve çevresel faktörlere ve hatta çimlenme testi için kullanılan ortamlara bağlı olarak büyük farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Elias ve ark., 2012; Baskin ve Baskin, 2014). Benzer çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesinin bir başka sebebi de tohumların hasat ile çimlenme aşaması arasındaki bekleme sürecinde çimlenmeyi etkileyecek koşullarda depolanması süreçlerinden kaynaklı olabilmektedir (Probert, 2000). Bazı araştırmacılar tarafından, tohumlarda çimlenme yüzdelерinin, tohumun alındığı meyvenin bitkinin hangi yönünde bulunduğundan bile etkilenebileceği aktarılmaktadır (Copeland ve McDonald, 2001). Sonuç olarak çimlenme çok kompleks bir fizyolojik süreçtir ve çok sayıdaki faktörden etkilenebilmektedir (Gresta ve ark., 2010). Bu nedenle sonuçların değerlendirilmesinde yukarıda sayılan görüşlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Ramadan ve ark. (2009) *P. aurea*’da tohum boyutlarını 8x4 mm olarak, ortalama tohum ağırlığını 3.15 mg olarak belirlemişlerdir. Kadis ve Georghiou (2010) ise ortalama tohum ağırlığını *P. brevibracteata* için 5.58 mg, *P. cypria* subsp. *occidentalis* için ise 6.14 mg olarak ifade etmektedir. Tavşanoğlu ve ark. (2015) ise *P. pungens* için 1 mg’daki tohum

sayısını 8.13 adet olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlardan tür bazında tohum iriliğinin değiştiğini göstermektedir. Ramadan ve ark. (2009) yaptıkları canlılık testleri sonucunda popülasyonlarda iki ayrı tohum tipi belirlemişlerdir. Araştırmacılar göre, bir grup tohum iri, olgunlaşmış ve içi dolu diğer grup ise ince, içi boş ve olgunlaşmamış tohumlardan oluşmuş ve bazı popülasyonlarda olgun olmayan tohum oranı toplam tohumların içinde %98’ler düzeyine ulaşmıştır. Bizim bulgularımız Ramadan ve ark. (2009) ile Serag ve ark. (2018)’nın *P. aurea* tohumları için elde ettikleri %66’lık çimlenme oranıyla benzerlik göstermiştir.

Sonuçlarımıza göre, *P. russeliana* türünün tohumlarının çimlenme oranının artmasında GA₃ uygulamalarının etkili olduğu söylenebilir. Nemli katlamanın ise GA₃ ile birlikte uygulandığında yalnızca 200 ppm’lik dozda olumlu etkisinin olduğu, GA₃’ün dozu arttıkça nemli katlamanın çimlenme oranı üzerinde negatif etki yaptığı gözlemlenmiştir. GA₃ uygulanmayan tüm gruplarda ise çimlenme oranı açısından dramatik düşüşler gözlemlenmiştir. Bu durumda bizim *P. russeliana* tohumlarında çimlenme oranı ile ilgili bulgularımız Ramadan ve ark. (2009); Serag ve ark. (2018) ile *P. aurea* tohumları için ve Pérez-García ve ark. (2008)’nın *P. lychnitis* türünün tohumlarının çimlenme oranlarıyla ilgili ileri sürdükleri katlamaya gerek olmadığı yönündeki görüşleriyle bir ölçüde uyum gösterirken, katlamanın çimlenme süresinin kılalmasında etkili olduğunu da açıkça göstermiştir. Ayrıca bulgularımız Thompson (1969)’un GA₃’ün *P. umbrosa* türünün tohumlarının çimlenmesinde önemli derecede etkili olduğu bildirimini ile de uyumludur.

Pottorff (2006)’a göre bitki sarı, turuncu çiçekli ve çok yıllıktır. Hawke (2005) ise *P. russeliana*’yı ağırlıklı olarak Haziran ayında açan, sarı renkli çiçekleri olan, 72 cm’e kadar uzayabilen boya sahip, her ilkbaharda sürgünlerin yenilediği bir bitki olarak tanımlamaktadır. Bizim ölçüm ve gözlemlerimiz de her iki araştırmacının bu görüşleriyle uyumludur. Kuraklığa karşı toleransı ile ön plana çıkan *P. russeliana* türünün enerji etkin peyzaj tasarımlarında tercih edilebileceği belirtilmiştir (Anonim). Hawke (2005) *P. russeliana*’yı bahçelerde sınır bitkisi olarak,

kaya bahçelerinde veya yer örtücü olarak kullanılabileceğinin altını çizmektedir. Aynı araştırmacı *P. russeliana*'nın enfes sarı renkli çiçeklerinin mavi-mor iekli mevsimlik bitkilerle kombin yapabileceğini de belirtmektedir. Seyidoğlu Akdeniz ve Zencirkıran (2016) ise *P. russeliana*'nın kaya bahçeleri, bordürler için uygun olduğunu belirtirken kesme iek olarak da kullanılabileceğini ileri sürmektedirler.

Sonuç

Sonuç olarak, *P. russeliana* için ilkbahar – yaz aylarında aan gösterişli iri sarı çiçekleri, geniş yeşil yaprakları, zamanla genişleyen habitusu ve kültür şartlarına kolaylıkla adapte olabilme yeteneği nedeniyle süs bitkisi potansiyeli taşımaktadır. Giberellik asit uygulamaları çimlenme yüzdesini %2.25-4.0 seviyelerinden %18.0-61.50 seviyelerine kadar artırmaktadır. Bu çalışmada en yüksek çimlenme %61.50'lik oranla 600 ppm GA₃ uygulamasından alınmıştır. Nemli soğuk katlama uygulamaları çimlenme sürelerini yaklaşık %50'ler düzeyinde kısaltmaktadır. 3 ay 4 °C'de nemli soğuk katlama uygulaması ile çimlenme süreleri 18-22 günden 8-9.75 gün aralığına çekilmektedir. *P. russeliana* türünün kültüre alınması ve peyzaj kullanımı ile ilgili olarak, farklı peyzaj alanlarındaki kullanım performansı ve iek ömrünü uzatma konularındaki çalışmalar ile devam edilmelidir.

Kaynakça

Alam, H., Khattak, J.Z.K., Ppoyil, S.B.T., Kurup, S.S., Ksiksi, T.S., 2017. Landscaping with native plants in the UAE: A review. Emirates Journal of Food and Agriculture. 729-741.

Anderson, A.G., Messer, I., Langellotto, G.A., 2021. Gardeners' perceptions of North-western US native plants are influenced by ecological information and garden group affiliation. HortTechnology. 31(4): 458-469.

Anonim 2022. http://sonomamg.ucanr.edu/Plant_of_the_Month/Phlomis/ (Erişim Tarihi: 02.07.2022)

Bacchetta G., Fenu G., Mattana E., Piotto B., Virevaire M., 2006. Manual for the collection, study, preservation and

management of ex situ germplasm. Roma: APAT – Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Manuali e Linee Guida 37:1- 244.

Baskin, C.C., Baskin, J.M., 2014. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination, 2. ed. Elsevier/Academic Press, San Diego.

Baskin, C.C., Baskin, J.M., 2020. Breaking seed dormancy during dry storage: A useful tool or major problem for successful restoration via direct seeding?. Plants. 9(5): 636.

Copeland, L.O., McDonald, M.B., 2001. Principles of Seed Science and Technology, 4th Edition, Springer Science+Business Media, New York.

Elias, S.G., Copeland, L.O., McDonald, M.B., 2012. Seed Testing-Principles and Practices, Michigan State University Press, East Lansing, MI, USA.

Eser, B., Saygılı, H., Gkl, A., İlker, E., 2005. Tohum Bilimi ve Teknolojisi. Cilt I-II, Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın No:3, İzmir, 908.

Gresta, F., Cristaudo, A., Onofri, A., Restuccia, A., Avola, G., 2010. Germination response of four pasture species to temperature, light, and post-harvest period, Plant Biosyst. 144(4): 849-856.

Harpur, .ř., alış, İ., Saracoğlu, İ., Dnmez, A.A., Nagatsu, A., 2006. Secondary metabolites from *Phlomis syriaca* and their antioxidant activities. Turkish Journal of Chemistry. 30(3): 383 - 390.

Hawke, R.G. 2005. A Comparative Study of Cultivated *Stachys* - Chicago Botanic Garden. Issue 27.

Hilooğlu, M., Yücel, E., Kandemir, A., Szen, E., 2016. Endemik *Teucrium leucophyllum* (Lamiaceae) tohumlarında in vitro çimlendirme alışmaları. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 53-61

Hopkins, E., Al-Yahyai, R., 2015. Landscaping with native plants in Oman. In VIII International Symposium on New Ornamental Crops and XII International Protea Research Symposium 1097: 181-192.

- ISTA (International Seed Testing Association), 2013. International Rules for Seed Testing, Bassedorf, Switzerland.
- IUCN 2014. Nesli Tükenme Tehlikesi Altında Olan Türlerin Kırmızı Listesi. <http://www.iucn.org>.
- Karadağ, A.E., Demirci, B., Kültür, Ş., Demirci, F., Başer, K.H.C., 2020. Antimicrobial, anticholinesterase evaluation and chemical characterization of essential oil *Phlomis kurdica* Rech. fil. Growing in Turkey. Journal of Essential Oil Research. 32(3): 242-246.
- Karimian, Z., Samiei, L., Nabati, J., 2017. Evaluation of drought resistance in *Nitraria schoberi* as a native plant by irrigation intervals for applying in arid urban landscape. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 16 (6): 77-84.
- Karlović, K., 2009. Introduction of ornamental native plants into commercial production in Croatia. In VI International Symposium on New Floricultural Crops. 813:107-112.
- Kadis C., Georgiou K., 2010. Seed dispersal and germination behaviour of three threatened endemic labiates of Cyprus. Plant Species Biology. 25(1): 77-84.
- Kırmızı, S., Güleriyüz, G., Arslan, H., 2011. Germination responses to GA₃ and short-time chilling of three endemic species: *Tripleurospermum pichleri*, *Cirsium leucopsis* and *Senecio olympicus* (Asteraceae). Plant Species Biology. 26(1):51-57. doi: 10.1111/j.1442-1984.2010.00302.x.
- Kırmızı, S., Arslan, H., Güleriyüz, G., 2019. The Effects of cold stratification treatments on the germination of endemic *Muscari bourgaei* seeds, I. International Ornamental Plants Congress, 9 - 11 October 2019 Bursa, Turkey. 46-50.
- León-Lobos, P., Bustamente-Sánchez, M.A., Nelson, C.R., Alarcón, D., Hasbún, R., Way, M., Pritchard, H.W., Armesto, J.J., 2020. Lack of adequate seed supply is a major bottleneck for effective ecosystem restoration in Chile: Friendly amendment to Bannister et al., (2018). Restoration Ecology. 28(2): 277-281.
- López-Pujol, J., Zhang, F. M., Ge, S., 2006. Plant biodiversity in China: richly varied, endangered, and in need of conservation. Biodiversity & Conservation. 15(12): 3983-4026.
- Luna, B., Perez, B., Cespedes, B., Moreno, J. M., 2008. Effect of cold exposure on seed 58 plant species comprising several groups from a mid-mountain Mediterranean area. Écoscience. 15(4): 478-484.
- Luna, B., Pérez, B., Torres, I., Moreno, J. M., 2012. Effects of incubation temperature on seed germination of Mediterranean plants with different geographical distribution ranges. Folia Geobot. 47: 17-27.
- Martínez-García, F., Guerrero-García, S., Pérez-García, F., 2012. Evaluation of reproductive success and conservation strategies for *Senecio coincyi* (Asteraceae), a narrow and threatened endemic plant of Central Western Spain. Archives of Biological Sciences. 64(3): 1001-1016.
- Mavi, K., Uzunoglu, F., Kaya, S., Kayıkçı, S. 2020. Effect of different treatment on seedling emergence of *Centaurea ptosimopappa*, a wild endemic plant with ornamental potential. In: Çig A, editor, Ornamental plants in different approaches, Ankara; Iksad Pub., p.127-145.
- Mirzadeh Vaghefi, S.S., Jalili, A., Ashrafi, S., S., Kasemi, S.S., 2014. Study on seed germination of some native ethnomedicinal species of Compositae and Lamiaceae families. 3 rd National Congress on Medicinal Plants. Mashhad-Iran.
- Noroozi, J., Talebi, A., Doostmohammadi, M., Manafzadeh, S., Asgarpour, Z., Schneeweiss, G.M., 2019. Endemic diversity and distribution of the Iranian vascular flora across phytogeographical regions, biodiversity hotspots and areas of endemism. Scientific Reports. 9(1): 1-12.
- Oliveira, I.D.S., Lacorte, G.A., Weck-Heimann, A., Cordeiro, L.M., Wiel Ch, A.H., Mayer, G., 2015. A new and critically endangered species and genus of *Onychophora* (Peripatidae) from the Brazilian savannah—a vulnerable biodiversity hotspot. Systematics and Biodiversity. 13(3): 211-233.

- Papafotiou, M., Triandaphyllou, N., Chronopoulos, J., 2000. Studies on propagation of species of the xerophytic vegetation of greece with potential floricultural use. *Acta Horticulturae*. 541:269-27.
- Pehlivan Karakas, F., Ucar Turker, A., 2016. Improvement of shoot proliferation and comparison of secondary metabolites in shoot and callus cultures of *Phlomis armeniaca* by LC-ESI-MS/MS analysis. *In Vitro Cell.Dev.Biol. Plant*. 52(6):608-618.
- Pérez, H.E., Chumana, L.A.O., 2020. Enhancing conservation of a globally imperiled rockland herb (*Linum arenicola*) through assessments of seed functional traits and multi-dimensional germination Niche breadths. *Plants*, 9(11): 1493.
- Pérez-García, F., González-Benito, M.E. Gómez-Campo, C., 2008. Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. *Seed Science and Technology*. 36(2): 407-422.
- Peters, J., 2000. Tetrazolium Testing Handbook: Contribution No. 29 to The Handbook on Seed Testing, Association of Official Seed Analysts, Inc., Lincoln, NE, USA.
- Pottorff, L., 2006. Blooming Color By Season. Colorado State University Cooperative Extension commercial greenhouse agent, Adams County.
- Probert, R.J., 2000. The Role of Temperature in the Regulation of Seed Dormancy and Germination, *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities* 2nd Edition, CAB International, Wallingford. 261-292.
- Ramadan, A.A., Moustafa, A.R.A., Zaghloul, M.S., Helmy, M.A., 2009. Conservation of Three Endangered Species at St. Catherine Protectorate, South Sinai, Egypt. *Catrina* 4(1):53-64.
- Reed, B.M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V.C., 2011. Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 47(1): 1-4.
- Russo, A., Cirella, G.T., 2018. Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 15 (10): 2180. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102180>.
- Schnadelbach, A., Veiga-Barbosa, L., Ruiz, C., Pita, J.M., Pérez-García, F., 2016. Dormancy breaking and germination of *Adenocarpus desertorum*, *Astragalus gines-lopezii* and *Hippocrepis grosii* (Fabaceae) seeds, three threatened endemic Spanish species. *Seed Sci Technol* 44:1-14.
- Serag, M.M, Moustafa, A.R.A., Qiqq, S.S., 2018. Impact of Climate Change on Surviving of *Phlomis aurea* as an Endemic Species Growing in Southern Sinai, Egypt. *Catrina* 17(1):33-39.
- Seyidoğlu Akdeniz, N., Zencirkıran, M., 2016. Endemic plants of Bursa and their landscape characteristics. *Environment Sustainability and Management*. St. Kliment Ohridski University Press, Sofia. 257-273.
- Tavşanoğlu Ç., Çatav, Ş.S., Özüdoğru, B., 2015. Fire-related germination and early seedling growth in 21 herbaceous species in Central Anatolian steppe. *Journal of Arid Environments*. 122: 109-116.
- Thompson, P.A., 1969. Germination of Species of Labiatae in Response to Gibberellins. *Physiologia Plantarum*. 22 (3): 575-586.

Mersin İli Damızlık Kayısı Parselinde ve Bazı Üretici Bahçelerinde Avrupa Sert Çekirdekli Sarılık Fitoplazması (*Candidatus Phytoplasma prunorum*) Hastalığının Moleküler Yöntemlerle Testlenmesi

Bülent ALTAN¹ 

Kadriye ÇAĞLAYAN² 

¹Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakùltesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

Öz

Mersin’de 2007–2009 yılları arasında yürütölen bu çalışmada Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü (ABKAE) Müdürlüğü’nün damızlık kayısı parselinde bulunan çeşitler ile Mut yöresinde yetiştirilen bazı kayısı çeşitlerinin Avrupa Sert Çekirdekli Sarılık Fitoplazması (ASSF) “*Candidatus Phytoplasma prunorum*” ile bulaşma oranlarının moleküler yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Polimeraz Zincir Reaksiyonu-Restriksiyon Fragmenti Uzunluk Polimorfizmi (PCR-RFUP) yöntemi ile 112 örnekte yapılan testlemlerde gerek semptomlu gerekse semptomsuz bitkilerde ASSF ile bulaşıklık oranı % 8.035 olarak belirlenmiştir. Arazi çalışmaları ASSF’nin tipik belirtileri olan yapraklardaki kıvrılmalar sadece Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü’nde bulunan 1 örnekte gözlenmiştir.

Ayrıca bu çalışma kapsamında Mersin’deki semptom göstermeyen kayısı ağaçlarında da ASSF’nin yaygın olduğu ve bu latent enfeksiyonların moleküler yöntemlerle saptanabileceği ortaya konmuştur. Böylece sertifikasyon çalışmaları bu önemli patojene karşı semptom göstermeyen bitkilerin de testlenmesinin ne kadar önemli olduğu bir kez daha vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, Mersin, *Candidatus Phytoplasma prunorum*, PCR-RFLP.

Testing of Apricot Germplasm and Some Private Orchards in Mersin Province for European Stone Fruit Yellows Phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma prunorum*) by Molecular Testing

Abstract

This study was conducted during 2007-2009 and apricot samples were collected from mother apricot block of Alata Horticulture Research Center (ABKAE) and Mut-Mersin. The samples were tested for European Stone Fruit Yellows Phytoplasma ESFY (“*Candidatus Phytoplasma prunorum*”) by molecular techniques. As a results of testing 112 plant samples by PCR-RFLP, ESFY was detected both symptomatic and asymptomatic samples and infection rate was 8.035%. Field survey results showed that only one plant in Alata Horticultural Research Institute exhibited typical phytoplasma symptoms like severe leaf rolling.

ESFY was detected on asymptomatic trees growing in Mersin province by molecular testing. It was also pointed out that testing of asytmomatic plants for certification program is very important.

Keywords: Apricot, Mersin, *Candidatus Phytoplasma prunorum*, PCR-RFLP.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: B. Altan; bulentaltan@gmail.com
Geliş Tarihi/Received: 15.06.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Bülent ALTAN  <https://orcid.org/0000-0001-6572-0138>

Kadriye ÇAĞLAYAN  <https://orcid.org/0000-0002-4381-4149>

Giriş

Ülkemizdeki toplam meyve üretiminin %25 gibi önemli bir payını sert çekirdekli meyveler oluşturmaktadır (Anonim, 2004). Ilıman iklime sahip yerlerde sert çekirdekli meyve yetiştiriciliği, erkencilik, ürün verimliliği ve/veya yeni çeşitlerin potansiyel üretici bölgelere adaptasyonu çalışmaları uzun yıllardır yapılan çalışmaları oluşturmaktadır. Ancak bu meyve türlerinin yetiştiriciliğini abiyotik faktörlerin yanı sıra biyotik faktörler (fungus, bakteri, fitoplazma ve virüs enfeksiyonları) de önemli ölçüde sınırlamaktadır. Meyve ağaçlarında aşıyla

taşınabilen 150 kadar virüs ve virüs benzeri hastalık etmeni olduğu bilinmektedir. Virüsten arı bitkilerin kùltürü, üretim veya sanitasyonunun başarısı o bölgedeki mevcut virüs kaynaklarının varlığına, vektörlerin bulunmasına ve etkisine, bölgede veya ülke genelinde enfeksiyonun durumuna ve çevre şartlarına bağıldır (Dunez, 1988). Meyve ağaçlarında hastalık yapan en önemli patojen gruplarından birisi de fitoplazmalardır. Daha önceleri mikoplazma benzeri organizma (MBO) olarak adlandırılan fitoplazmalar ilk kez 1967 yılında Doi ve ark. tarafından bildirilmiştir (Lee ve ark., 1992).

Fitoplazmalar iki tip nükleik asit içermekte (DNA ve RNA) ve virüsler ile bakteriler arasında bir ara form oluşturmaktadır. Bakterilerden farklı olarak gerçek hücre duvarına sahip değildir, bitkilerin floem iletim demetinde bulunurlar ve kültüre alınmazlar. Fitoplazmalar prokaryot canlıların Mollicutes sınıfında yer alırlar ve dünyadaki sert çekirdekli meyve yetiştiriciliği yapılan pek çok bölgede ciddi kayıplarla sonuçlanan hastalıklara neden olurlar. Patojenin korunmuş genlerini içeren 16SrDNA'sının baz dizilerinin tayin edilmesi ve RFLP analizlerini içeren moleküler çalışmalar Avrupa'da sert çekirdekli meyve ağaçlarında enfeksiyon yapan ve farklı isimlerle anılan hastalıklara sebep olan fitoplazmaların genetik olarak birbirlerine çok benzer olduklarını ortaya koymuş ve bu nedenle yukarıda değinilen belirtilere sebep olan etmene Avrupa sert çekirdekli meyve sarılığı fitoplazması (ASSF) adı verilmiştir (Lorenz ve ark., 1994; Kison ve ark., 1997).

ASSF'nin ülkemizdeki varlığı yapılan çalışmalarla Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinde tespit edilmiştir (Çağlayan ve ark., 2004; Sertkaya ve ark., 2005; Ulubaş-Serçe ve ark., 2006). Hastalığın yayılmasını önlemek için iç ve dış karantina önlemlerine dikkat edilmesi, eradikasyon ve özellikle gen kaynaklarımızın

muhafaza edildiği bahçelerin bu hastalık açısından düzenli olarak testlenmesi çok önemlidir.

ASSF vektörü olarak bilinen psillid *Cacopsylla pruni* ülkemizde ilk defa 1992 yılında toplanan örneklerde tespit edilmiştir (Güçlü ve Burckhardt, 1996). Daha sonraları bu psillidin ülkemizde de ASSF vektör olma durumu 2010-2011 yıllarında yapılan psillid sorveyi ve testler ile kanıtlanmıştır (Ulubaş Serçe ve ark., 2011).

Bu çalışmanın amacı kaysılar için önemli bir gen kaynağı olan Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü (ABKAE)'de bulunan ve bölge için aşı gözü kaynağı olarak kullanılan bitkilerle birlikte aynı bölgede bulunan bazı verimsiz ağaçların kıyaslamalı olarak ASSF'ye karşı PCR yöntemiyle testlenmesi ve çeşitler bazında ASSF yaygınlık oranlarının araştırılmasıdır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma Mersin-Erdemli Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nün Kayısı damızlık parseli ile Mersin-Mut bölgesinin bazı üretici bahçelerinde yürütülmüştür. Toplam 29 çeşitten 112 örnek alınmıştır.

Çizelge 1. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü (ABKAE)'nden ve Mut ilçesinden toplanan farklı kayısı çeşitleri

Çeşit Adı	Alındığı Yer	Örnek Adet
Precoce de Tyrinthe	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Çağrıbey	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Şahinbey	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Mahlep	Erdemli/Mersin (ABKAE)	4
Ninfa	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Palstein	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Dr. Kaşka	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Precoce de Colomer	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Çağataybey	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Alata Yıldızı	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Zerdali	Erdemli/Mersin (ABKAE)	5
Beliana	Erdemli/Mersin (ABKAE)	3
Sakıt-2	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
Harcot	Erdemli/Mersin (ABKAE)	4
Bebeco	Erdemli/Mersin (ABKAE)	6
2-89	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Canino	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Roxana	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Aurora	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1

Sakit-6	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Fracasso	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Castelbrite	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
33-89	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Alyanak	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Priana	Erdemli/Mersin (ABKAE)	1
Prececo de Tyrinthe	Mut/Mersin (Zeytin Çukuru)	1
İtalyan Tokalı	Mut/Mersin (Çukurbağ)	10
Precoce de Tyrinthe	Mut/Mersin (Zeytin Çukuru)	3
Şekerpare	Mut/Mersin (Çukurbağ)	3
Alkayısı	Mut/Mersin (Çukurbağ)	3

Metot

Arazi Gözlemleri

ASSF hastalığının saptanması için en uygun mevsimin sonbahar ayları olması nedeniyle (Jarausch ve ark., 1999) bitki örnekleri 2008 yılının Ekim ayında toplanmıştır. Toplam 112 örneğin 20 tanesi Mersin-Mut'ta bulunan bahçelerden, 92 tanesi ise Mersin-Erdemli Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü kayısı koleksiyon parselinden toplanmıştır.

Bu bitkilerde gözlenen en önemli semptom yaprak kıvrılması olup, ASSF'nin neden olduğu diğer semptomlara rastlanmamıştır.

Çizelge 2. Çalışmalarda kullanılan primerler

P1	5'AGA GTT TGA TCC TGG CTC AGG A 3'	(Deng ve Hiruki, 1991)
P7	5' CGT CCT TCA TCG GCT CTT 3'	(Smart ve ark., 1996)
F2	5'ACG ACT GCT AAG ACT GG 3'	(Lee ve ark., 1995)
R2	5'TGA CGG GCG GTC TGT ACA AAC CCC G3'	(Lee ve ark., 1995)
rU3	5'TTC AGC TAC TCT TTG TAA CA 3'	(Lorenz ve ark., 1995)
FU5	5'CGG CAA TGG AGG AAA CT 3'	(Lorenz ve ark., 1995)
F01	5' CGG AAA CTT TTA GTT TCA GT 3'	(Lee ve ark., 1995)
R01	5' AAG TGC CCAACT AAA TGA T 3'	(Lee ve ark., 1995)

RFLP Analizi

FU5/rU3 primerleriyle elde edilen Nested PCR ürünlerinin RFLP analizi *RsaI*, *SspI* restriksiyon endonükleaz enzimleri kullanılarak yapılmıştır. F011/R01 primerleriyle elde edilen Nested PCR ürünlerinin RFLP analizi ise *SspI*, *BmI*, *BsaI* restriksiyon endonükleaz enzimleri kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 10µl Nested PZR ürünü, 0.5µl enzim, 1.5µl enzim tamponu, 3µl d₂H₂O ve su karışımı *BsaAI* (*Ppu21I*) enzimi için 30 °C, *SspI*, *BmI* ve *RsaI* enzimleri için ise 37 °C'de 5

PCR Çalışmaları

Nükleik Asit Ekstraksiyonu

Toplam DNA izolasyonu için sürgünlerin floem dokularından Doyle and Doyle (1990)'a göre yapılmıştır.

Primer Çiftleri

Polymerase chain reaction (PCR) işlemi iki aşamada yapılmıştır. Bunlar Direkt-PCR ve Nested-PCR'dir. Direkt-PCR'da 1800 bp ürün veren P1 ve P7 primerleri, Nested-PCR'de ise 1050 bp ürün veren F01 ve R01, 850 bp ürün veren F2 ve R2, 865 bp ürün veren FU5/rU3 primer çiftleri kullanılmıştır (Çizelge 2).

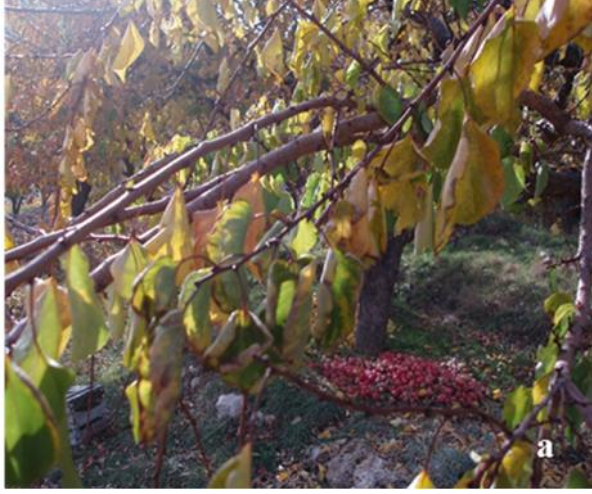
saat bekletildikten sonra elde edilen ürünler %2'lik agaroz jelde elektroforeze tabi tutulmuştur. Enzim kesimi sonucu pozitif kontrollerden ASSF ile aynı amplifikasyonu oluşturan örnekler ASSF ile enfekteli kabul edilmiştir (Lee ve ark., 1995).

Bulgular ve Tartışma

Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü kayısı koleksiyon parselinden toplanan 92

örneğin 1 tanesinin ve Mersin-Mut ilçesindeki üreticilerden gelen yapraklarda kaşıklanma, genel sarılık ve düzensiz çiçeklenme

şikâyetlerinin geldiği toplam 6 bahçeden toplana 20 örneğin 8 tanesinin fitoplazma ile enfekteli olduğu saptanmıştır.



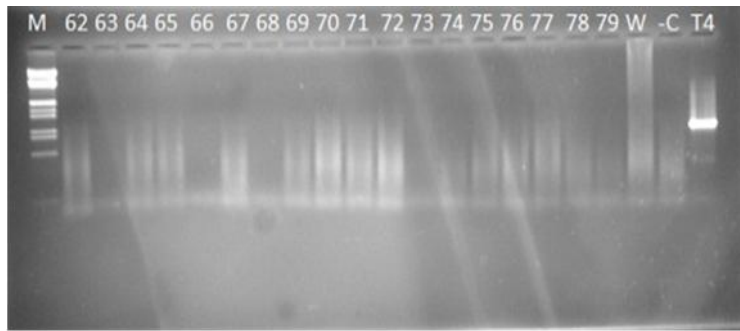
Şekil 1 a. Mut bölgesinde bulunan ticari bir bahçedeki yaprak kıvrılması semptomu.

b. ABKAE koleksiyon parselindeki yaprak kıvrılması semptomu

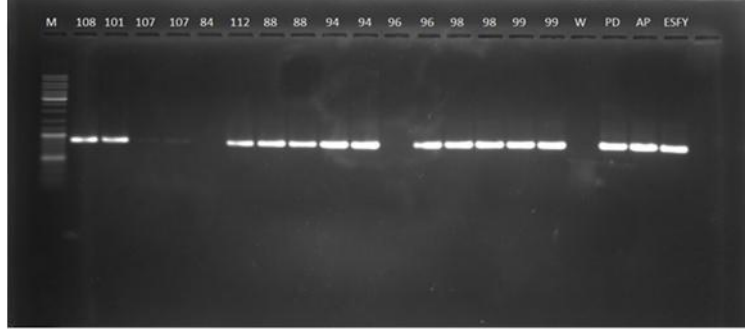
PCR Sonuçları

Fitoplazma universal primer çifti olan F2n-R2 kullanılarak yapılan Nested PCR sonucunda sadece 2 örnekte çok hafif bir band elde edilmiş, ancak bu örneklerde elde edilen çok hafif bir amplifikasyon elde edilmiştir. Bu örneklerde elde edilen amplifikasyonun düşük olmasından dolayı RFLP testine tabi tutulmamıştır. Bu nedenle farklı fitoplazma universal primer çiftleri ile çalışmaya devam edilmiştir. FU5/rU3 ve F01/R01 primer çiftleri kullanılarak yapılan Nested-PCR sonucu elde edilen jel görüntüleri

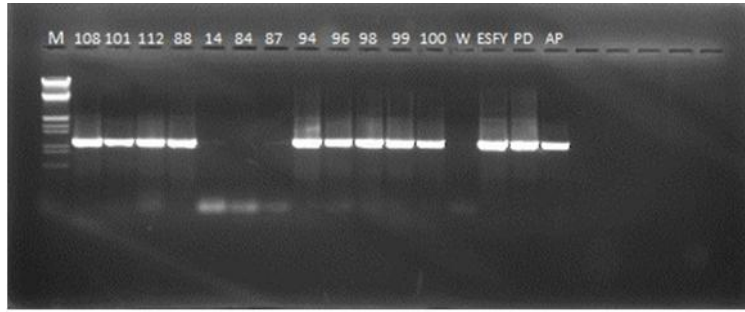
şekil 2, 3 ve 4’de görülmektedir. Her üç şekilde de görüldüğü gibi jeller üzerinde pozitif kontrollerle aynı seviyede amplifikasyon gözlenen örneklerin fitoplazma ile enfekteli olduğu saptanmıştır. Yapılan bu testlemeler sonucunda Mut ilçesinden alınan örneklerde fitoplazma enfeksiyon oranı % 40 olarak belirlenirken ABKAE’den alınan örneklerde % 1.08 olarak bulunmuştur. Jarausch ve ark. (1998) tipik ASSF semptomu gösteren ağaçların %95’inde, semptom göstermeyen ağaçların ise %51’inde ASSF saptandığını bildirmiştir.



Şekil 2. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nden toplanan kayısı örneklerinin FU5/rU3 primerleri ile yapılan Nested PCR sonucu elde edilen jel görüntüleri. M: 865bp amplikon DNA markırı (MBI Fermentas), W: Su kontrol, -C : Negatif kontrol ve T4: ASSF ile enfekteli pozitif kontrol



Şekil 3 Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Mut'tan toplanan kayısı örneklerinin FU5/rU3 primerleri ile yapılan Nested PCR sonucu elde edilen 865 bp amplicon jel görüntüleri. M: DNA markırı (MBI Fermentas), W: Su kontrol, PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması

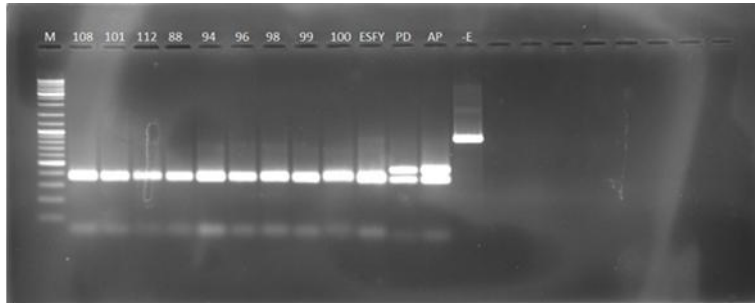


Şekil 4. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Mut'tan toplanan kayısı örneklerinin F01-R01 ASSF spesifik primerleri kullanılarak yapılan Nested PCR sonucu elde edilen 1050 bp amplicon jel görüntüleri. M: DNA markırı (MBI Fermentas), W: Su kontrol, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması

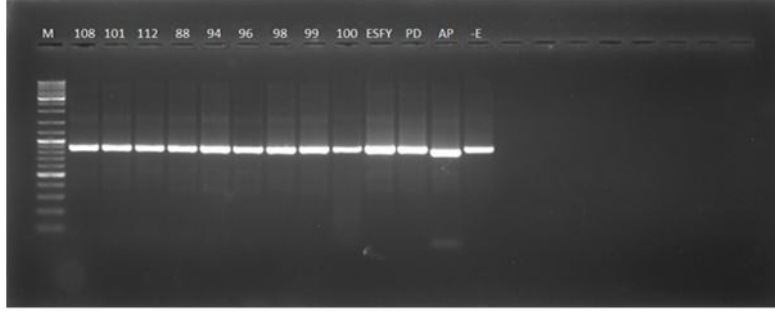
RFLP Sonuçları

Nested PCR sonucunda beklenen seviyede bant veren fitoplazma enfekteli örnekler ve pozitif kontroller restriksiyon endonükleaz enzimleri ile RFLP analizine tabi tutulmuştur.

FU5/rU3 primer çifti kullanılarak yapılan Nested-PCR ürünlerinin *RsaI*, *SspI* restriksiyon endonükleaz enzimleri kullanılarak yapılan RFLP analizi sonucu elde edilen jel görüntüleri Şekil 5. ve 6'da verilmiştir.



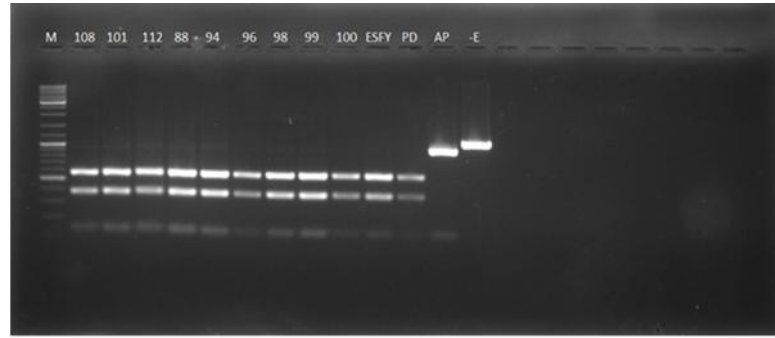
Şekil 5. FU5/rU3 ASSF universal primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin *RsaI* enzimi ile RFLP analizi. M: DNA markırı, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması -E: Enzim içermeyen kontrol



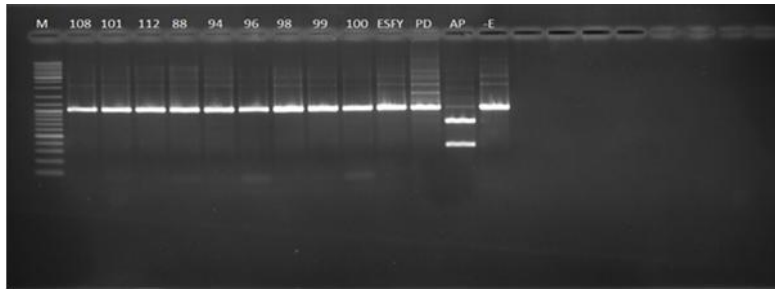
Şekil 6. FU5/rU3 ASSF universal primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin *SspI* enzimi ile RFLP analizi. M: DNA markırı, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması –E: Enzim içermeyen kontrol

FO1/R01 apple proliferation grıp spesifik primerleri kullanılarak elde edilen Nested-PCR ürünlerinin *SspI*, *BmfI*, *BsaI* restriksiyon

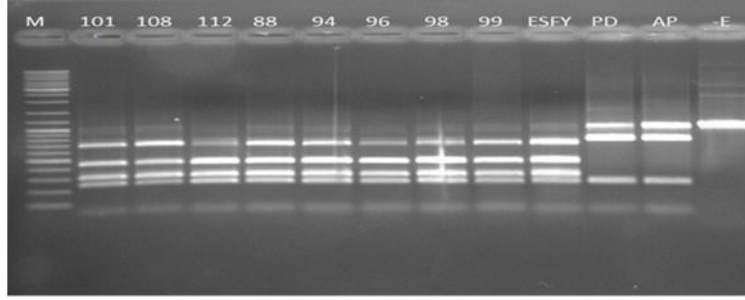
endonükleaz enzimleri kullanılarak yapılan RFLP analizi sonucu elde edilen jel görüntüleri Şekil 7.8 ve 9’da verilmiştir.



Şekil 7. F01-R01 apple proliferation grup spesifik primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin *BfmI* enzimi ile RFLP analizi. M: DNA markırı, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması –E: Enzim içermeyen kontrol



Şekil 8 F01-R01 ASSF apple proliferation grup spesifik primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin *SspI* enzimi ile RFLP analizi. M: DNA markırı, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması –E: Enzim içermeyen kontro



Şekil 9. F01-R01 apple proliferation grup spesifik primerleri kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin *BsaI* enzimi ile RFLP analizi. M: DNA markırı, , PD (Armut Yıkım Pear decline Fitoplazması)), AP (Elma Çoklu Sürgün Apple proliferation Fitoplazması) ESFY=ASSF: Avrupa sert çekirdekli sarılık fitoplazması –E: Enzim içermeyen kontrol

Nested-PCR sonucu fitoplazma ile enfekteli bulunan örneklerin farklı restriksiyon enzimleri ile kesilmeleri sonucu yapılan jellerde fitoplazma ile enfekteli pozitif örneklerin band profillerinin ASSF pozitif kontrolünün band profili ile aynı olduğu ortaya konulmuştur (Lee ve ark., 1995).

Bu enzimler ile yapılan kesimlerde AP grubuna giren PD ve AP fitoplazmaları ASSF'den farklı band profili oluşturmaları ile ayırt edilebilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 2007-2009 yıllarında yürütülen bu çalışmada Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün kayısı koleksiyon parselinden 92, Mut ilçesinin Çukurbağ bölgesinden 17 ve yine Mut ilçesinin Zeytinçukuru bölgesinden 3 örnek alınmıştır. Alınan örneklerle yapılan PCR çalışmalarında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün kayısı damızlık parselinden 1, Çukurbağ bölgesinden 7, Zeytinçukuru bölgesinden ise 1 örnek ASSF fitoplazması ile enfekteli bulunmuştur. ABKAE'deki damızlık çeşitlerde hastalığın varlığı ilk kez bu çalışmayla ortaya konmuştur.

Çeşitlere göre dağılımı incelendiğinde, İtalyan tokalı, Şekerpare, Alkayısı, Precoce de Thyrinthe ve Fracasso çeşitlerinde ASSF'nın varlığı tespit edilmiştir. Fracasso çeşidi için ülkemizdeki hastalık ilk kayıttır.

Çeşitler bazında incelendiğinde, kayısı yetiştiriciliğinde üreticiler yabancı çeşitleri kullandıkları gibi yerli çeşitleri daha yoğun kullanmaktadır. Ancak ülkemizde yetiştirilen bu kayısı çeşitlerinin ASSF fitoplazmasına karşı olan reaksiyonları (tolerant/dayanıklı veya hassas

olma durumu) hakkında bir çalışma dışında pek fazla bir bilgi mevcut değildir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ASSF fitoplazmasının epidemi yapması durumunda bu bölgeler için önemli bir potansiyel tehlike olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle, ülkemizde geniş üretim alanı bulan ekonomik kayısı çeşitlerinin ASSF fitoplazmasına karşı tolerans/dayanıklı veya hassas olma durumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölgede tespit ettiğimiz ASSF fitoplazma'sının enfekteli fidan veya aşı materyali ile taşınma olasılığı yüksek görülmekle birlikte mutlaka olası vektör ve konukçuların da araştırılması gerekmektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ülkemizde vektör varlığı da tespit edilmiş olup ülkemizin hemen hemen her bölgesinde fitoplazma varlığı saptanmıştır.

Bütün bunlar göz önüne alındığında kayısı bahçesi tesisinde kullanılacak fidanların mutlaka virüs ve benzeri etmenlerden arı olması, aşı gözü temininde ise yine aynı şekilde virüs ve benzeri etmenlerden arı aşı gözü kullanımı teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

- Anonim, 2004. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer) D.İ.E., Yayın No. 2002, 199 s. Ankara.
- Canik Orel, D., Paltrinieri, S., Ertunç, F., Bertaccini, A., 2019. Molecular diversity of 'Candidatus Phytoplasma' species in pome and stone fruits in Turkey. Bitki Koruma Bülteni, 59 (1), 7-14.
- Çağlayan, K., Gazel, M., Ulubaş, Ç., Ember, I., 2004. Doğu Akdeniz Bölgesindeki sert çekirdekli meyve ağaçlarında Avrupa sert çekirdekli meyve ağacı sarılığı (European

- stone fruit yellows=ESFY) fitoplazmasının yaygınlık durumunun PZR/RFLP yöntemleriyle saptanması. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Samsun. 8-10 Eylül 2004, 141.
- Deng, S., Huriki, C., 1991. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and nonculturable Mollicutes. Journal of Microbiological Methods [J. Microbiol. Methods.]. Vol. 14, no. 1, pp. 53-61.
- Dunez, J., 1988. Fruit crop sanitation in theMediterranean and Near east Region. Status and Requirements. FAO. United Nations Development Programme, 251-259.
- Güçlü, Ş., Burckhardt, D., 1996. New records of jumping plant-lice from Turkey (Hemiptera, Psylloidea). Entomofauna, 17 (24): 381-384
- Kisson, H., Kirkpatrick, B.C., Seemuller, E., 1997.Genetic comparison of the peach yellow leaf roll agent with European fruit tree phytoplasmas of the apple proliferation group. Plant Pathol., 46: 538-544.
- Lee, I.M., Bertaccini, A., Vibro, M., Gundersen, D.E., 1995. Detection of Multiple Phytoplasmas in Perennial Fruit Trees with Decline symptomp in Italy. 728-735.
- Lee, I.M., Davis, R.E., Chen, T.-A., Chiykowski, L.N., Fletcher, J., Hiruki, C., Schaff, D.A., 1992. A genotype-based system for identification and classification of mycoplasma-like organisms (MLOs) in the aster yellows MLO strain cluster. Phytopathology, 82: 977-986.
- Lorenz, K.H., Dosba, F., Poggi Pollini, C., Llacer, G., Seemüller, E., 1994. Phytoplasma diseases of *Prunus* species in Europe are caused by genetically smillar organisms. Z. Pflkrankh. Pflschutz, 101: 567-575.
- Lorenz, K.H., Schneider, B., Ahrens, U., Seemuller, E., 1995. Detection apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and non ribosomal DNA. Phytopathology 85: 771-776.
- Sertkaya, G., Martini M., Ermacora, P., Musetti, R., Osler, R., 2005. Detection and characterization of phytoplasmas in diseased stone fruits and pear by PCR-RFLP analysis in Turkey. Phytoparasitica 33:380-390.
- Smart, C.D., Schneider, B., Blomquist, C.L., Guerra, L.J., Harrison, N.A., Ahrens, U., Lorenz, K.H., Seemuller, E., Kirkpatrick, B.C., 1996. Phytoplasma-specific PCR primers based on sequences of 16S-23SrRNA spacer region. Appl. Environ. Microbiol., 62, 2988-2993.
- Ulubas Serce, C., Gazel, M., Caglayan, K., Bas, M., Son, L., 2006. Phytoplasma Diseases of Fruit Trees in Germplasm and Commercial Orchards in Turkey. Journal of Plant Pathology. 88 (2), 179-185.
- Ulubas Serce, C., Yvon, M., Kaya, K., Gazel, M., Cengiz, F.C., Çağlayan, K., Sauvion, N. 2011. Survey on the presence of *Cacopsylla pruni* in Turkey: preliminary results. Bulletin of Insectology, 64.

Adıyaman İleri Biyolojik Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Atatürk Barajı'na Deşarj Edilen Suların Kirlilik Yükü

Servet TEKİN 

Akif Mehmet KETENCİ 

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

Özet

Çalışma, Adıyaman ilinde 2016 yılında %85 Avrupa Birliği (AB) hibesi, %6 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve %9 Belediye bütçesiyle kurulan ve arıtmada “Biyolojik Arıtma” prosesi uygulanan Adıyaman İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada arıtma sistemine giren ve Atatürk barajına deşarj edilen suların toplam azot (N), toplam fosfor (P), amonyum azot (NH₄-N), nitrat azot (NO₃-N) ve nitrit azotunun (NO₂-N) kirlilik yükleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ilk yılında baraj gölüne deşarj edilen suların kimyasal analiz sonuçlarına göre toplam azot (N) değerinde %80.6’lık, toplam fosfor % 82.1’lik, NH₄ değerinde %89.3’lük ve NO₂-N değerinde %57.4’lük arıtım sağlanmıştır. Fakat aynı yılda NO₃-N değerinde %50.7’lik artış saptanmıştır. 2018 yılında sistemden çıkan suyun toplam azot (N) değerinde %80.6’lık, toplam fosfor %56.0’lık, NH₄-N değerinde %97.8’lik ve NO₂-N değerinde %66.0’lık NO₃-N değerlerinde ise %16.0’lık arıtım sağlanmıştır. Çalışma sonunda Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisinin etkin çalıştığı fakat özellikle azot bileşenlerinin arıtımında çok etkin olmadığı ve baraj gölünde azot kirlilik yükünde artışlara neden olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İleri biyolojik arıtma, toplam azot, toplam fosfor, amonyum, nitrat, nitrit.

Pollution Load of Water Discharged from Adıyaman Advanced Biological Domestic Wastewater Treatment Plant to Atatürk Dam

Abstract

Study was conducted in 2017 and 2018 years in Adıyaman Advanced Biological Domestic Wastewater Treatment Plant where “Biological Treatment” process was applied and which was built in 2016 by 85% European Union grant, 9% ministry of environment and urban planning budget and 9% Adıyaman municipality budget. In the study, total nitrogen (N), total phosphorus (P), ammonium (NH₄-N), nitrate (NO₃-N) and nitrite (NO₂-N) pollution loads of water discharged from biological wastewater treatment plant to Atatürk dam were evaluated. According to the chemical analysis results of the water discharged into the dam lake in the first year of the study, a decrease of 80.6% in total nitrogen (N) value, 82.1% in total phosphorus, 89.3% in NH₄-N value and 57.4% in NO₂-N value was determined. However, in the same year, a 50.7% increase in NO₃-N value was detected. In 2018, the total nitrogen (N) value of the water leaving the system decreased by 80.6%, the total phosphorus 56.0%, the NH₄-N value by 97.8% and the NO₂-N value by 66.0%, while the NO₃-N values (16.0%) increased. At the end of the study, Adıyaman Waste Water Treatment It has been determined that the plant works effectively, but especially nitrogen and its components are not treated very effectively in water treatment and can causes an increase in the nitrogen pollution load in the dam lake.

Keywords: Advanced biological treatment, total nitrogen, total phosphorus, ammonium, nitrate, nitrite.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: S. Tekin; servettekin@ksu.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 25.07.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 07.09.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Servet TEKİN  <https://orcid.org/0000-0002-5691-2549>

Akif Mehmet KETENCİ  <https://orcid.org/0000-0001-6506-3940>

Giriş

Günümüzde su kaynakları özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz kalmakta ve bölgesel artan nüfusun yarattığı baskı su kaynaklarının bilinçsizce tüketilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, sanayinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde doğanın kendi kendine yenileyebilme kapasitesi aşıldığında yoğun bir kirlilik ortaya çıkmaktadır (Bayrak 2008). Bu oluşan su kirliliğini azaltma ve suyun tekrar kullanılabilir sınırlara getirilmesi için atık arıtma tesislerinden yararlanılmaktadır. Kısacası atıksu arıtma tesisi,

atıksu içerisinde kirliliğe neden olan yabancı maddelerin fiziksel, biyolojik veya gelişmiş yöntemlerle atık sudan uzaklaştırıldığı birim olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de 2002 yılında 145 olan toplam atıksu arıtma tesisi sayısı, 2020 yılı sonunda 1068’e ulaşmıştır. Bu tesislerin dağılımına bakıldığında; Ülkemizdeki atıksu arıtma tesislerinin %21’i ileri arıtma tesisi, %55’i biyolojik arıtma tesisi, %6’sı fiziksel arıtma tesisi ve %18’i doğal arıtma tesisinden oluşmaktadır. Arıtılan atık suyun %46.4’ü akarsuya, %42.8’i denize, %3’ü baraja, %1.2’si

göl-gölete, %0.3'ü araziye ve %6.2'si diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir (TUİK, 2020).

Atıksu arıtma tesisleri kanalizasyon sularındaki tüm kirleticileri temizleyemediğinden (Rodriguez-Mozaz ve ark., 2015), atık sular tatlı su ekosistemlerinde karmaşık bir kirletici durumuna gelebilmektedir (Ternes, 1998; Petrovic ve ark., 2002; Kolpin ve ark., 2004; Gros, Petrović ve Barceló, 2007; Merseburger ve ark., 2009). Bu olumsuzluk özellikle yoğun nüfuslu yerleşim bölgelerinde, noktasal kaynaklardan biri olan atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan kirlilik, su kaynaklarının (nehir, göl, gölet baraj vb) ekosistemleri üzerine olumlu veya olumsuz etkisi vardır (UNPD, 2006; Bernhardt ve Palmer, 2007; Grant ve ark., 2012).

Su kaynaklarının korunması amacı ile 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı Çevre Kanunu doğrultusunda; 2004 yılında "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" (ResGaz, 2004) ve 2006 yılında "Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği" yayımlanmıştır (ResGaz, 2006). Yürürlüğe giren yönetmeliklerin amacı, ülkemizde yer altında ve yer üstünde yer alan su kaynaklarının korunarak ilgili su kaynaklarından en etkin şekilde yararlanmanın sağlanmasıdır. Bununla birlikte yürürlüğe giren yönetmelikler kentsel ya da endüstriyel atık suların toplanarak arıtılmasından sonra, atıksu deşarjının gözlemlenerek raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik/ıdari gerekçeleri kapsamaktadır. Günümüzde, atık suların deşarj edildiği ortamların çevre ve biyolojik çeşitliliği olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir. Atıksu arıtma tesislerinin verdiği olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla alınan klasik önlemler, kapasiteleri giderek artan atıksu arıtma tesislerinin işletme maliyetlerini arttırmakla birlikte, işletme zorluklarını da beraberinde getirmektedir. Arıtılan atıksuyun ilgili yasal gerekliliklere uyması için, tesis işletmecileri arıtma prosesini dikkatli bir şekilde kontrol etmeli ve böylece limit değerlerin aşılması durumunda derhal müdahale etme şansına sahip olmalıdır. Kimyasal ve fiziksel yöntemlerin yanı sıra, atıksu arıtma aslında aktif çamurdaki mikroorganizmalar ile biyolojik arıtmaya dayanmaktadır. Eğer tesis maksimum verimlilikte işletilmek isteniyorsa besin ihtiyacının ve aktif çamurun bileşiminin bilinmesi gerekmektedir

Günümüzde 228 000 olan Adıyaman nüfusunun, 2025'te 245 490 olacağı 2040'ta ise 301 160'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Adıyaman'da 2007 yılı için tüketilen su miktarı 92 L/kişi-gün olarak belirlenmiştir. Bu miktarın, yaşam standardının yükselmesine paralel olarak, 2040 yılında 120 L kişi⁻¹ gün'e çıkacağı öngörülmektedir. Gelecekte artan nüfusla birlikte kirletici unsurların artacağı, su kaynaklarının azalacağı beklenmektedir. Adıyaman ilinin kanalizasyon atığının Stilce mevkiisinden doğrudan baraj gölüne deşarj edilmesi gölde istenilmeyen otrifikasyonunun oluşmasına neden olmuştur. Kontrolsüz göle deşarj edilen atığın kontrolü için 2016 yılında %85 Avrupa Birliği (AB) hibesi, %6 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve %9 Belediye bütçesiyle kurulan Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisleri kurulmuştur. Özellikle bölge ve canlı fauna için önem taşıyan Atatürk baraj gölünün kirliliği her geçen gün önemi artmakta. Çalışmada Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisinden Atatürk barajına deşarj edilen sulara toplam azot (N), toplam fosfor (P), amonyum (NH₄), nitrat (NO₃) ve nitrit (NO₂)'in Atatürk baraj gölünde yaratabileceği kirlilik yük etkileri değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışma Adıyaman ilinde 2016 yılında %85 Avrupa Birliği (AB) hibesi, %6 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve %9 Belediye bütçesiyle kurulan Adıyaman İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisleri Atatürk Barajı'na deşarj edilen atıklar, arıtma işlemine tabi tutularak, baraj göletinin kirlenmesinin önüne geçmek amacıyla Adıyaman İli Merkez Bahçecik mahallesi Şehir Çayı mevkiinde (koordinat: 4179191.26-438780.401), 10.2 hektar bir alan üzerine kurulmuştur (Şekil 1). Arıtma tesisi 32 808 ton/gün kapasiteli olup, arıtılan/deşarj edilen atık su miktarı 0.33 m³ sn⁻¹ dir. Atık Su Arıtma tesisinde arıtılan sular, Adıyaman ilinden kullanılan evsel sulardır. Adıyaman ilinin atık suları, herhangi bir arıtma yapılmaksızın, açık ve kapalı kolektörler, kanallar ve dereler ile şehrin güneyinde bulunan "Stilce Deresi'ne ulaşmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü atık su tesisinden arıtılan sular Atatürk Barajına dökülen dereden Atatürk Baraj Gölü'ne deşarj edilmektedir. Doğal türlerin en yoğun olarak bulunduğu bu deşarj noktası, delta

özelliğine sahip olup özellikle sucul fauna unsurları açısından oldukça önemli bir habitat

haline gelmiştir ve sucul fauna tür çeşitliliği açısından önemli bir alandır.



Şekil 1. Adıyaman ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinin genel görünüm (Anonim, 2022)

Çalışmada arıtma tesisinin arıtım çıkış noktasında su örnekleme noktası oluşturulmuş ve dönemsel olarak örnekleme noktalarından sular alınarak tesis içindeki laboratuvarlarda kimyasal ve fiziksel özellikler analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan atık su örnekleri Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisinden Ocak 2017 yılından Aralık 2018 yılına kadar aylık dönemlerde arıtma tesisinin giriş ve çıkışından debi ile orantılı olarak 2 saatlik kompozit örnek olarak alınmıştır. Alınan su örnekleri tesisi içerisinde kapalı plastik şişelerle getirilerek toplam azot (N), toplam fosfor (P) amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) ve nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) analizleri APHA (1989)'a göre yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü atık su arıtma tesisinde deşarj sularının değerlendirilmesi için 20748 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY-2004) (ResGaz, 2004) ve Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi (KAA Direktifi-2006) (ResGaz, 2006) standart değerleri dikkate alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarına ait atık su arıtma sistemine giren ve çıkan suyun aylık olarak toplam azot (N), toplam fosfor (P), amonyum (NH_4), nitrat (NO_3), nitrit (NO_2) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Sisteme giren ve çıkan suyun kimyasal parametre ilişkiler ve değişimleri aşağıda alt başlık olarak sunulmuştur.

Toplam Azot

Azot (N), canlıların esas elemanlarından birini ve vazgeçilmez bir bileşenini oluşturur. Aminoasit ve protein sentezi için gerekli azotu, ototrof su bitkileri amonyum ve nitrat iyonlarından, diğer su canlıları ve balıklar ise organik azot bileşiklerinden karşılamak zorundadır. (Uslu ve Türkmen 1987, Chapman, 1996). Azot mikroorganizmaların büyümesi için çok gereklidir. Azot, proteinlerin sentezi için temel yapı taşı olduğundan, atık suların biyolojik yollarla arıtımında azot konsantrasyonunu bilmeye ihtiyaç vardır. Suyun azot miktarı az ise, arıtma için dışarıdan azot ilavesi gerekebilir. Aksine, eğer, yüzeysel sulara verilen atık su deşarjları sebebiyle oluşan alg ve yosunlarının

kontrolü istenirse, alıcı ortamlara verilmeden önce, azotun uzaklaştırılmasına veya miktarının azaltılmasına ihtiyaç vardır. Genellikle atık sulara azot, esas itibarıyla proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunur. Bu maddelerin ayrışması ile azot, amonyaka dönüşür. Atık suyun tazelik derecesi, amonyak miktarı ile ölçülür.

Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait toplam azotun aylara göre değişimleri 2017 yılı için sisteme giren suyun toplam azot değerlerinin 43.72-56.73 mg L⁻¹ arasında değişirken; sistemden çıkan suyun toplam azot değerleri 4.66-14.91 mg L⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiş ve sisteme giren ve çıkan suyun toplam azot değerlerinde %80.6'lık arıtım olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun toplam azot değerleri 39.18-52.04 mg L⁻¹ arasında değişirken; sistemden çıkan suyun toplam azot değeri 4.93-11.97 mg L⁻¹ arasında olduğu ve toplam N değerlerinin yıllara göre değişiminin %80.6 düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 1, Şekil 2a-b).

Besin elementince zengin sulara, sucül organizmaların özellikle fitoplankton ve bakterilerin, ölüm ve çürümeleri sonucu sudaki azot konsantrasyonunda mevsimsel dalgalanmalar ortaya çıkabilir. Göllerde artan organik azot konsantrasyonları su kitlesindeki kirliliğin göstergesidir (Chapman, 1996). Sattayatewa ve ark. (2009) yürüttükleri çalışmalarında, dört basamaklı bir Bardenpho prosesi hattı boyunca biyolojik olarak yararlanılabilen çözünmüş organik azot miktarları incelenmiş ve çıkış çözünmüş organik azotun %28-57'sinin biyolojik olarak kullanılabilir olduğu raporlanmıştır. Çözünmüş organik azotun biyolojik olarak algler ve bakteriler tarafından birlikte kullanılabilirliği ve sadece bakteriler tarafından parçalanabilirliği arasında çok önemli bir fark gözlenmemiş, ancak tüketim hızları sırasıyla 0.13 gün⁻¹ ve 0.04 gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Böylece alg ve bakteri arasındaki ortak yaşam ilişkisi ve biyolojik olarak yararlanılabilen organik azot prosedüründeki inkübasyon süresinin kısaltılması da raporlanmıştır. Çalışma sonucunda yüksek azot kirlilik değerlerinde olan tesis giriş suyu arıtmadan sonra etkin olarak artırılmış ve kirliliğe neden olacak sınırlar altında olmuştur.

Toplam Fosfor

Çalışmada elde edilen veriler sonucunda 2017 yılı için sisteme giren suyun toplam fosfor 4.95 ile 7.21 mg L⁻¹ arasında değişirken; sistemden çıkan suyun iletkenlik değeri 0.52 ile 1.49 mg L⁻¹ arasında değiştiği ve yıllara göre toplam fosfor (P) değerlerinde %82.1'lik düşüşün olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun toplam fosfor değerleri 3.36 ile 5.41 mg L⁻¹ arasında değişirken (yıllık ortalama 4.58 mg L⁻¹); sistemden çıkan suyun toplam fosfor değeri 0.80 ile 3.24 mg L⁻¹ arasında (yıllık ortalama 2.02 mg L⁻¹) ve değişiminin %56.0 düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 1, Şekil 2c-d).

Toplam fosfor düzeyleri gün içerisinde pH, çözünmüş oksijen ve diğer su kalite özelliklerine göre değişim göstermez. Bununla birlikte gübrelemeyi takiben bir değişim söz konusu olabilir ve bu değişimin birkaç gün içerisinde ortaya çıkabilen fitoplankton yoğunluğundaki veya askıda katı madde konsantrasyonundaki değişimlerle karakterize edilir (Body, 2001).

Fosfor, protoplazmanın yaklaşık %2'sini oluşturduğundan yetersizliğinde, özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların dolayısıyla hetotrof canlıların büyümesi sınırlanır (Wetzel, 1983). Fosfor sulara biyolojik döngünün önemli bir bileşeni olarak, genellikle temel su kalitesi çalışmaları veya geriye dönük izleme programlarında dikkate alınır. Sudaki fosfatların yüksek konsantrasyonları ötrofikasyonun göstergesi olarak su kirliliğine işaret eder. Özellikle içme suyu kaynağı olarak kullanılan göl veya rezervuar yönetiminde, alg büyüme oranlarını yorumlamaya destek için sudaki fosfat seviyelerinin tespiti gerekir (Chapman 1996). Çalışma sonunda sistemden deşarj edilen suların toplam fosfor sularının düşük seviyelerde olduğu ve bu düşük seviyenin suda alg oluşumunu engelleyecek seviyede olduğu belirlenmiştir. Dönemsel olarak düşen yağış miktarları ve dönemsel sıcaklık değişimleri sudaki fosfor miktarlarının değişmesine etki ettiği söylenebilir.

Suyun Amonyum Miktarı

Suda amonyumun (NH₄) bulunması, suyun kullanılmış sularla kirlendiğini ve kirlenmenin süre bakımından uzak olmadığına gösterir. Amonyum iyonunun amonyak dönüşümünde sıcaklığın rolü büyüktür. Suda çözünmesi sonunda NH₄ iyonu ve hidroksit (OH) iyonu

meydana gelir. Serbest kalan OH molekülleri suya bazik özellik kazandırmaktadır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2003). Biyolojik arıtma sırasında organik azotun büyük kısmı amonyum ve diğer inorganik formlara dönüşürken amonyumun bir kısmı da mikroorganizmalar tarafından hücre sentezinde kullanılır. Bu nedenle biyolojik arıtma ile toplam azotun %30'u kadar sınırlı bir kısmı su ortamından atmosfere geçerek uzaklaşır (Öztürk ve ark. 2008). Amonyak çok sayıda endüstriyel proseslerden alıcı ortamlara verilen bir kirleticidir (Wiesmann, 1994; Miladinovic ve ark., 2004). Alıcı su kaynaklarına ulaşan amonyak azotu deniz ortamında deniz canlılarında, göl ortamında göl canlılarında ve diğer su ortamlarında yaşayan canlılarda biyolojik birikime neden olmaktadır. Sularda 50-200 mg L⁻¹ arasında bulunan amonyum konsantrasyonlarının atık suların anaerobik arıtımında faydalı olduğu; 200-1000 mg L⁻¹ arasındaki konsantrasyonların ise herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir. 1500-5500 mg L⁻¹ arasında değişen konsantrasyonlarda

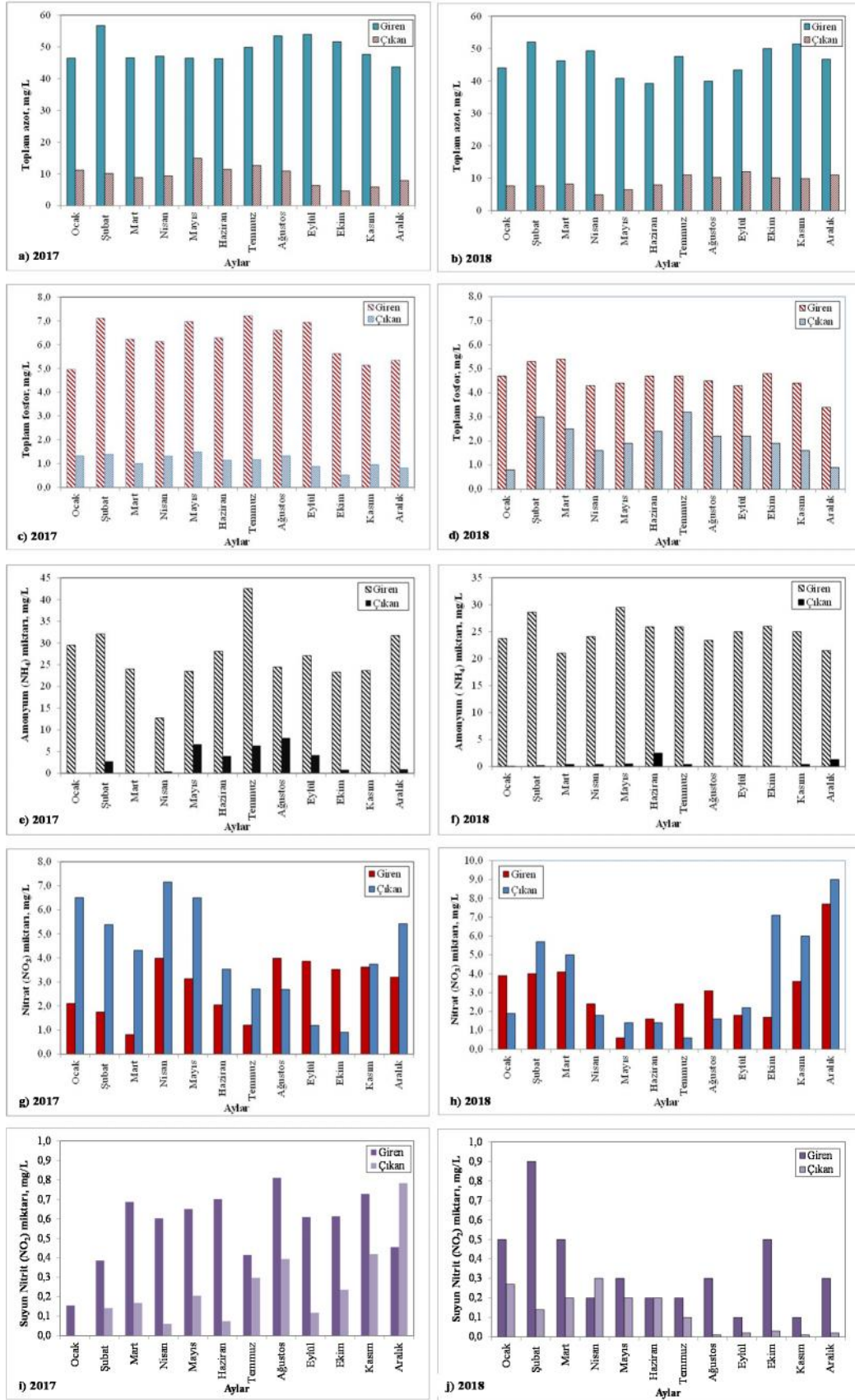
yüksek pH değerlerinde inhibisyon etkisi olduğu, 5800 mg L⁻¹'nin üzerindeki konsantrasyonların ise bazı mikroorganizmalara toksik etki yaptığı gözlenmiştir (Ehrig ve ark., 1989; Grosh ve ark., 1996; Lay ve ark., 1997; Bayram, 2002).

Çalışmada 2017 yılı için sisteme giren suyun amonyum değerlerinin 12.72-42.53 mg L⁻¹ arasında değişirken; sistemden çıkan suyun amonyum değerleri 0.01-8.13 mg L⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Sisteme giren ve çıkan suyun amonyum değerlerinde %89.3'lük düşüşün olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun amonyum değerleri 21.00-28.61 mg L⁻¹ arasında değişirken; sistemden çıkan suyun amonyum değeri 0.10-2.50 mg L⁻¹ arasında olduğu ve amonyum değerlerinin yıllara göre değişimin %97.8 düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 1, Şekil 2e-f). Sunulan çalışmada amonyum değerlerinin düşmesi, yukarıda özetlenen etkilerin bir sonucu olduğu söylenebilir.

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yılına ait atık su arıtma sistemine giren ve çıkan suyun aylık kimyasal parametre değerleri

Aylar	Kimyasal Parametreler																			
	Toplam Azot (N) (mg L ⁻¹)				Toplam Fosfor (P) (mg L ⁻¹)				Amonyum (NH ₄) (mg L ⁻¹)				Nitrat (NO ₃) (mg L ⁻¹)				Nitrit (NO ₂) (mg L ⁻¹)			
	2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018	
	G*	Ç**	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç
Ocak	46.43	11.17	44.00	7.60	4.95	1.32	4.70	0.80	29.48	0.01	23.70	0.10	2.10	6.51	3.90	1.90	0.16	0.00	0.50	0.30
Şubat	56.73	10.14	52.04	7.59	7.11	1.39	5.34	2.95	32.06	2.75	28.61	0.15	1.75	5.38	4.05	5.75	0.39	0.14	0.90	0.13
Mart	46.50	8.89	46.21	8.22	6.23	1.00	5.41	2.46	24.00	0.03	21.00	0.40	0.81	4.31	4.08	5.00	0.69	0.17	0.52	0.20
Nisan	47.07	9.37	49.31	4.93	6.13	1.31	4.33	1.58	12.72	0.42	24.06	0.40	3.98	7.16	2.42	1.08	0.60	0.06	0.19	0.30
Mayıs	46.44	14.91	40.77	6.37	6.97	1.49	4.44	1.85	23.47	6.71	29.47	0.50	3.13	6.50	0.60	1.40	0.65	0.21	0.30	0.20
Haziran	46.29	11.44	39.18	7.87	6.29	1.14	4.69	2.43	28.10	3.99	25.88	2.50	2.04	3.53	1.59	1.40	0.70	0.07	0.25	0.20
Temmuz	49.85	12.66	47.59	11.04	7.21	1.17	4.66	3.24	42.53	6.39	25.93	0.40	1.21	2.71	2.41	0.60	0.41	0.30	0.17	0.10
Ağustos	53.39	10.90	39.94	10.15	6.61	1.33	4.53	2.22	24.45	8.13	23.35	0.10	3.99	2.69	3.08	1.60	0.81	0.39	0.32	0.10
Eylül	53.95	6.33	43.42	11.97	6.94	0.88	4.32	2.23	27.05	4.17	25.03	0.10	3.86	1.20	1.77	2.20	0.61	0.12	0.13	0.10
Ekim	51.63	4.66	49.98	10.12	5.62	0.52	4.83	1.87	23.26	0.80	25.97	0.10	3.52	0.91	1.74	7.10	0.61	0.24	0.48	0.10
Kasım	47.62	5.93	51.42	9.90	5.13	0.96	4.37	1.64	23.65	0.09	24.96	0.40	3.62	3.74	3.62	6.00	0.73	0.42	0.14	0.10
Aralık	43.72	7.91	46.69	11.03	5.34	0.82	3.36	0.93	31.71	0.91	21.45	1.30	3.20	5.42	7.72	9.00	0.46	0.78	0.29	0.10
Ortalama	49.14	9.53	45.88	8.90	6.21	1.11	4.58	2.02	26.87	2.87	24.95	0.54	2.77	4.17	3.08	3.59	0.57	0.24	0.35	0.12
Değişim, (%)	-80.6		-80.6		-82.1		-56.0		-89.3		-97.8		+50.7		+16.4		-57.4		-66.0	

*G= Giren su, ** Ç= Çıkan su



Şekil 2. Aylara göre suyun toplam azot (a, b), toplam fosfor (c, d), amonyum (e, f), nitrat (g, h) ve nitrit (i, j) değişimi

Suyun Nitrat Miktarı

Çalışmada elde edilen veriler sonucunda 2017 yılı için sisteme giren suyun $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri 0.81 ile 3.99 mg L^{-1} arasında değişirken; sistemden çıkan suyun nitrat değeri 0.91 ile 7.16 mg L^{-1} arasında değiştiği ve sisteme giren ve çıkan suyun nitrat değerlerinde %50.7'lik artışın olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun nitrat değerleri 0.60 ile 4.08 mg L^{-1} arasında değişirken (yıllık ortalama 3.08 mg L^{-1}); sistemden çıkan suyun nitrat değeri 0.60 ile 9.00 mg L^{-1} arasında (yıllık ortalama 3.59 mg L^{-1}) ve arıtma tesisinden çıkan suyun nitrat değeri karşılaştırıldığında giriş suyunun nitrat değerine göre % 16.4 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1, Şekil 2g-h).

İnsan faaliyetlerinin etkisindeki alanlarda yüzey sularının nitrat konsantrasyonları genellikle 1.0 mg L^{-1} NO_3 'den az iken bazı durumlarda 5.0 mg L^{-1} NO_3 'ye kadar da çıkabilir. 5 mg L^{-1} NO_3 'yi aşan konsantrasyonlar genellikle insan veya hayvan atıkları ya da gübre ile oluşan su kirlenmesine işaret eder. Aşırı kirlilik durumlarında, nitrat-azotu konsantrasyonu 200 mg L^{-1} NO_3 'ye ulaşabilir. Göllerdeki 0.2 mg L^{-1} NO_3 düzeyinin alg gelişimi teşvik ederek ötrofikasyona yol açabildiği bildirilmiştir (Chapman, 1996; ResGaz, 2004; ResGaz, 2006). İnkübasyon sonrasında nitrat konsantrasyonlarındaki artış, örneklerdeki mevcut amonyağın ve/veya inkübasyon boyunca çözünmüş organik azotun amonifikasyonundan açığa çıkan amonyağın nitrifikasyonundan kaynaklanmaktadır (Simsek ve ark., 2012). Çalışma sonucunda arıtma tesisinden çıkan suyun yüksek nitrat değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Tesiste suyun artırılmasında biyolojik arıtmadan yararlanılmaktadır. Mikroorganizmaların aktif durumda tutulması bazı kimyasallar kullanılmaktadır. Bu kimyasallar Nitrat değerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre nitrat değerleri standart ölçüm değerlerinin üzerindedir. Buda Atatürk Barajı göletine deşarj edildiğinden balık ve canlı faunası üzerinde olumsuzluklar yaratabilir.

Suyun Nitrit Miktarı

Nitrit (NO_2), nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonlarında ara ürün olduğundan sularda amonyak ve nitrata göre daha düşük oranlarda bulunmaktadır. Ancak, yoğun balık

yetiştiriciliğinin yapıldığı tekrar dolaşımli sistemlerde oldukça fazla zehir etkisi gösterebilir. Nitrit (NO_2) suda; fitoplankton ölümleri veya herbisitlerle su bitkilerinin öldürülmesini takiben, amonyak konsantrasyonlarındaki ani artışlardan sonra birikebilir. Tatlı sularda nitrit konsantrasyonları genellikle 0.001 mg L^{-1} NO_2 'den çok düşükken nadiren 1.0 mg L^{-1} NO_2 'den yüksektir (ResGaz, 2004; ; ResGaz, 2006). Yüksek nitrit konsantrasyonları, genellikle endüstriyel atıklara işaret etmektedir. Yüzey sularda nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının toplamı sucul sistemin besin durumu ve organik kirlilik durumu hakkında genel bir fikir vermektedir (Chapman, 1996). Nitrit balıklar için toksiktir. Sudaki 0.5 mg L^{-1} nitrit konsantrasyonu büyümeyi yavaşlatarak balığı olumsuz yönde etkiler. Nitrit zehirlenmesi ortamın klor, pH ve kalsiyum derişimlerine bağlı olarak değişir (Durbarow ve ark., 1997). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada inkübasyon sonrası amonyak azotunun birkaç örnek haricinde tamamında nitrifikasyona uğradığı tespit edilmiştir. Simsek ve ark. (2013) yılında yaptıkları çalışmada, inkübasyon işlemi hem ayrı ayrı bakteri ve alg kültürü hem de bakteri kültürü ve alglerle birlikte gerçekleştirilmiş, sonuçta sadece alg kültürünün kullanıldığı inkübasyon işlemi sonrasında kalıntı amonyak tespit edilmiştir ve bunun sebebinin inkübasyon boyunca alg kültürünün faydalanamayacağı amonyaktan kaynaklandığı belirtilmiştir (Simsek ve ark., 2013).

Çizelge 1 ve Şekil 2i-j incelendiğinde, 2017 yılı için sisteme giren suyun nitrit değerlerinin 0.16-0.81 mg L^{-1} arasında değişirken; sistemden çıkan suyun nitrit değerleri 0.00-0.78 mg L^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Sisteme giren ve çıkan suyun nitrit değerlerinde %57.4'lük düşüşün olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun nitrit değerleri 0.13-0.90 mg L^{-1} arasında değişirken; sistemden çıkan suyun nitrit değeri 0.10- 0.30 mg L^{-1} arasında olduğu ve nitrit değerlerinin yıllara göre değişimin %66.0 düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışmada deşarj edilen suyun nitrit değerlerinin suyun pH ve kalsiyum değişimlerine bağlı olduğu saptanmıştır.

Sonuçlar ve Öneriler

Günümüzde giderek önem kazanan doğal çevrenin korunması, atık suların büyük ölçüde

çevre ile uyumlu hale getirilerek bilinçli bir şekilde kullanımı ile mümkündür. Çünkü atık suların yeni kirliliklere yol açmadan değerlendirilebilmesi ekosistemin sürdürülebilirliğinin ön koşuludur. Özellikle kanalizasyon atık sularındaki farklılaşma ve artış, yaşanan bölgeleri tehdit etmeye başlamıştır. Bu nedenle özellikle 20.yılın ilk başlarında atık su arıtma tesisi çalışmaları başlamış ve atık suların arıtımında yer, iklim, enerji maliyeti gibi etkenlere bağlı olarak pek çok arıtma sistemi geliştirilmiştir. Bu etki verimde ve ürün kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Gelecekte beklenen iklim değişimine uyumlu biyolojik arıtma tesislerinin oluşturulması gerekir. Alıcı su kaynaklarına ulaşan amonyak azotu deniz ortamında deniz canlılarında, göl ortamında göl canlılarında ve diğer su ortamlarında yaşayan canlılarda biyolojik birikime neden olmaktadır. Besin elementince zengin sulara, sucul organizmaların özellikle fitoplankton ve bakterilerin, ölüm ve çürümeleri sonucu sudaki azot konsantrasyonunda mevsimsel dalgalanmalar ortaya çıkabilir. Göllerde artan organik azot konsantrasyonları su kitlesindeki kirliliğin göstergesidir (Chapman, 1996; Durbarow ve ark. 1997; Sattayatewa ve ark., 2009). Çalışmada özellikle azot formlarının arıtmada etkin arıtılmadığı ve sınır değerlerinin üstünde olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı Atatürk barajına deşarj edilirken bu kriterin dikkate alınması ve bu durumda yukarıda da özetlendiği gibi Atatürk baraj gölünün zaman içerisinde sucul organizmaların özellikle fitoplankton ve bakterilerin, göl suyunun kirlenmede etkin rol oynayacağı söylenebilir. Günümüzde, su talebinin ve kentsel olarak atık su deşarjlarının artması atık su yeniden kullanımı konusunda motivasyon yaratmıştır. Atık suyun geri kazanma ve yeniden kullanımın artması, su kıtlığını hafifletilmesi, kirlilik emisyonunun azaltılması, toprak kalitesinin geliştirilmesi ve üretim masraflarından tasarrufu gibi birçok çevresel ve ekonomik yarar sağladığı bilinmelidir. Adıyaman ilinde ilk olarak kurulan biyolojik arıtmadan elde edilen ortalama arıtma verimleri, azot %80.6, fosfor % 69.1, amonyum %93.6 ve nitrat %61.7'dir. Sonuçta arıtma tesisinin etkinliğinin yüksek olduğu saptanmıştır. Adıyaman ilinde nüfus artışına karşın artan atık suyun bertaraf edilmesi ve tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi için Atık Arıtma Tesislerinin artırılması gerekir. Tesisin bulunduğu çevredeki

tarım alanlarında sulama yapan çiftçilerin deşarj edilen bölgede arıtılmayan kontrolsüz suları kullandığından yetiştirilecek bitkilerin verimine ve çevre sağlığına negatif etki edebileceği dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim, 2022. Adıyaman Atıksu Arıtma Tesisi. Google Maps, katkıda bulunan: Mehmet Aydın Sarıkaya, <https://www.google.com/maps>, (Erişim tarihi: 28.08.2022).
- APHA, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Part 3, Determination of Metals. 17th, American Public Health Association, Washington DC, 164.
- Bayrak, E.H., 2008. Atık suların arıtımında yapay sulak alan kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.
- Bayram, B., Bilgili, M.S., Demir, A., Varank, G., 2002. Aerobik ve anaerobik depo sahalarında oluşan sızıntı suyunda azot bileşiklerinin kontrolü. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Bernhardt E.S., Palmer M.A., 2007. Restoring streams in an urbanized word. Freshwater Biology, 52, 738–751.
- Body, C.E., 2001. Water Quality Standarts: Total Phosphorus. The Advocate, June, 70-71.
- Chapman, D., 1996. Water Quality Assesesments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental monitoring-Second Edition. UNESCO/WHO/UNEP, 651, Cambridge.
- Durbarow, R.M., Crosby, D.M., Brunson, M.W., 1997. Nitrite in Fish ponds. Southern Regional Aquaculture Center, Publication Number: 462.
- Ehrig, H.J., 1989. Leachate quality, in sanitary land filling: process, technology, and environmental impact. Academic Press, New York, s.285–297.
- Grant S.B., Saphores J.D., Feldman D.L., Hamilton A.J., Fletcher T.D., Cook P.L.M., Stewardson, Sanders, M.,B.F., Levin, L.A., Ambrose, R.F., Deletic ,A., Brown, R., Jiang, S.C., Rosso, D., Cooper W.J., Marusic, I., 2012. Taking the “waste” out of “wastewater” for human

- water security and ecosystem sustainability. *Science*, 337, 681–686.
- Gros M., Petrovic M., Barcelo, D., 2007. Wastewater treatment plants as a pathway for aquatic contamination by pharmaceuticals in the Ebro river basin (northeast Spain). *Environmental Toxicology and Chemistry/SETAC*, 26, 1553–1562.
- Grosh, C. (1996). Analysis of Florida MSW Leachates, MSc, Civil and Environmental Engineering, University of Central Florida, Orlando.
- Kışlalıoğlu, M., Berkes, F., 2003. Ekoloji ve çevre bilimleri. Remzi Kitabevi, Remzi Kitabevi, ISBN 975-14-0187-9, 350. İstanbul.
- Kolpin D.W., Skopec M., Meyer M.T., Furlong E.T., Zaugg S.D., 2004. Urban contribution of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants to streams during differing flow conditions. *Science of the Total Environment*, 328, 119-130.
- Lay, J.J., Li, Y.Y., Noike, T., Endo, J., Ishimoto, S., 1997. Analysis of environmental factors affecting methane production from high-solids organic waste, *Water Science and Technology*, 36(6–7), s.493–500.
- Merseburger G., Martí E., Sabater F., Ortiz J.D., 2009. Effects of Agricultural Runoff Versus Point Sources on the Biogeochemical Processes of Receiving Stream Ecosystems. *Agricultural Runoff, Coastal Engineering and Flooding*.
- Miladinovic, N., Weatherley, L.R., Lopez-Ruiz, J.L., 2004. Ammonia removal from saline wastewater by ion exchange. *Kluwer Academic Publishers*. 4 169–177.
- Öztürk, İ., Timur, H., Koşkan, U., 2008. Atıksu Arıtımının Esasları. İstanbul, 1-459.
- Petrovic M., Sole M., de Alda M.J.L., Barcelo, D., 2002. Endocrine disruptors in sewage treatment plants, receiving waters, and sediments: integration of chemical analysis and biological effects on feral carp. *Environmental Toxicology*, 21, 2146–2156.
- ResGaz, 2006. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete.
- ResGaz, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.
- Rodriguez-Mozaz S., Ricart M., Köck-Schulmeyer M., Guasch H., Bonnineau C., Proia L., de Alda M.L., Sabater, S., Barcelo, D., 2015. Pharmaceuticals and pesticides in reclaimed water: efficiency assessment of a microfiltration-reverse osmosis (MF-RO) pilot plant. *Journal of Hazardous Materials*, 282, 165–173.
- Sattayatewa C., Pagilla K., Pitt P., Selock K., Bruton T. 2009. Organic nitrogen transformations in a 4-stage Bardenpho nitrogen removal plant and bioavailability/biodegradability of effluent DON. *Water Research*, 43: 4507-4516.
- Simsek H., Kasi M., Ohm J.B., Blonigen M., Khan E., 2013. Bioavailable and biodegradable dissolved organic nitrogen in activated sludge and trickling filter wastewater treatment plants. *Water Research*; 47: 3201-3210.
- Simsek H., Kasi M., Wadhawan T., Bye C, Blonigen M., Khan E., 2012. Fate of dissolved organic nitrogen in two stage trickling filter process. *Water Research*, 46: 5115-5126.
- Ternes T.A., 1998. Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. *Water Research*, 32, 3245–3260.
- TUİK, 2020. Su ve Atıksu İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atıksu-Istatistikleri-2020-37197&dil=1> (erişim tarihi: 20.03.2021).
- UNPD, 2006. World urbanization prospects: the 2005 Revision. United Nations, New-York.
- Uslu, O., Türkmen, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre ve Genel Müdürlük Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 364 p.
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnology*. W.B. Saunders Co., 767 p., Philadelphia.
- Wiesmann, U., 1994. Biological nitrogen removal from wastewater. *Advances Biochem. Eng/Biotechnol*. 51, 114–53.

Alatarım Dergisi Etik İlkeler ve Yayın Politikası

Yayın Etiği

Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Alatarım Dergisi'nin yayın süreci, bilginin bilimsel yöntemle yansız biçimde üretilmesi, geliştirilmesi ve paylaşılmasına dayanır.

Hakemli makaleler, bilimsel yöntemin uygulanmasını, yansızlığı sağlayan çalışmalardır. Bilimsel üretimin gerçekleştirilmesinde yayın sürecinin tüm bileşenlerinin; editör, yayın kurulu, yazarlar ve hakemlerin etik ilkelere uymaları gerekir. Bu kapsamda Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Alatarım Dergisi'nin yayın etiği ile açık erişim politikası da, Yayın Etiği Komitesi'nin (Committee on Publication Ethics, COPE) açık erişimde yayınladığı kılavuzlar ve politikalar doğrultusunda (Örneğin "Yayın Etiği Komitesi (COPE) Davranış Kuralları ve Dergi Editörleri İçin En İyi Uygulama Kılavuzları; "Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors" ve "COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors") yayın sürecinin tüm bileşenlerinin etik ilkelere uymasını gerektirmektedir.

Yazarların Etik Sorumlulukları

- Çalışmayla ilişkili verilerin doğruluğundan emin olmak, araştırmasına ilişkin kayıtlarını düzenli tutmak ve olası bir talep üzerine bu verilere erişim verebilmek.
- Gönderdiği makalenin başka bir yerde yayınlanmadığından veya kabul edilmediğinden emin olmak.
- Sunduğu içerik yayınlanmış veya sunulan içerikle eşleşirse, bu çakışmayı kabul etmek ve alıntı yapmak, gerektiğinde editöre, çalışmasıyla ilgili benzer içeriğe sahip olabilecek herhangi bir çalışma varsa bunun bir kopyasını sunmak, başka kaynaklardan herhangi bir içeriği çoğaltmak ya da kullanmak için izin almak, atıf göstermek.
- Makaleye katkı sağlamayan kişilerin adını yazar olarak yazmamak. Makale değerlendirme süreci başladıktan sonra makalenin yazar sırasını değiştirmemek, yazar çıkartma ve ekleme talep etmemek.
- Herhangi bir çıkar çatışması durumunda, makalesiyle ilgili etik bir ihlal tespit ettiğinde bunu editör ve yayıncı ile paylaşmak, hata beyanı, zeyilname, tazminat bildirimi yayınlamak veya gerekli görüldüğü durumlarda çalışmayı geri çekmek.
- Benzerlik oranı %20'nin altında olmalıdır.

Editörlerin Etik Görev ve Sorumlulukları

- Cinsiyet, dini veya politik inançlar, yazarların etnik veya coğrafi kökenleri üzerine ayırım yapılmaksızın görevlerini yerine getirirken dengeli, objektif ve adil bir şekilde hareket etmek.
- Dergiye gönderilen çalışmaları içeriğine göre değerlendirmek, hiçbir yazara ayrıcalık göstermemek.
- Olası çıkar çatışmalarını önlemek adına gerekli önlemleri almak ve varsa mevcut beyanları değerlendirmek.
- Dergiyi sürekli geliştirmeye, yayın niteliğini yükseltmeye çaba göstermek.
- Makale ve dergi yayım sürecinde fikri mülkiyet hakları, bilimsel-etik olmayan davranışlarla, intihalle, atıf çeteciliğiyle ilgili önlemleri almak.
- Etik ihlali niteliğinde bir şikâyet olması durumunda, derginin politika ve prosedürlerine bağlı kalarak gerekli prosedürleri uygulamak. Yazarlara, gelen şikâyete cevap vermek için bir fırsat vermek, çalışma kime ait olursa olsun gerekli yaptırımları uygulamaktan kaçmamak.
- Derginin amaç ve kapsamına uygun olmaması durumunda gelen çalışmayı reddetmek.
- Derginin yayın politikaları arasında bulunan kör hakemlik ve değerlendirme süreci politikalarını uygular, hakemlerin kimlik bilgilerini gizli tutmak, her makalenin yansız ve süresi içinde değerlendirilmesini sağlamak,

Hakemlerin Etik Sorumlulukları

- Editörün karar verme sürecine katkıda bulunmak için makaleyi objektif olarak zamanında incelemek ve sadece uzmanlık alanı ile ilgili çalışmaları değerlendirmeyi kabul etmek.
- Değerlendirmeyi nesnel bir şekilde sadece çalışmanın içeriği ile ilgili olarak yapmak. Dini, siyasi ve ekonomik çıkarlar gözetmeden çalışmayı değerlendirmek.
- Değerlendirmesini kabul ettikleri makaleyi süresi içinde değerlendirmek.
- Yayınlanacak makalenin kalitesini yükseltmeye yardımcı olacak yönlendirmelerde bulunmak ve çalışmayı titizlikle incelemek. Yorumlarını yapıcı ve nazik bir dille yazara iletme.
- Editör ve yazar tarafından sağlanan bilgilerin gizliliğini korumak, gizlilik ilkesi gereği incelediği çalışmayı değerlendirme sürecinden sonra yok etmek, kör hakemliğe aykırı bir durum varsa editöre bildirmek ve çalışmayı değerlendirmemek.
- Potansiyel çıkar çatışmalarının (mali, kurumsal, işbirlikçi ya da yazar ve yazar arasındaki diğer ilişkiler) farkında olmak ve gerekirse bu yazı için yardımlarını geri çekmek konusunda editörü uyarmak.

alatarım Dergisi Yayın İlkeleri

alatarım (Online) dergisi TÜBİTAK/ULAKBİM TR Dizin ve CAB INTERNATIONAL tarafından dizinlenen, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü tarafından yılda 2 defa ve tarımsal içerikli makalelerin elektronik olarak yayınlandığı hakemli bir dergidir. Bu dergide tüm tarımsal konularda araştırma ve derleme makaleler yayınlanmaktadır.

1. Yayınlanacak olan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olmalıdır.
2. Yayınlanan her makalenin sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
3. Gönderilen makale yayın kurulunca incelenerek, değerlendirilmesi için hakemlere gönderilmektedir. Hakemlerce yayınlanmaya değer bulunan makaleler yayınlanmaktadır.
4. Makale yayın sırası yayın kuruluna geliş sırasına göre olacaktır. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın geri verilmemektedir.
5. Yayın kurulu gerekli gördüğü takdirde makalede kısaltma ve düzeltme yapabilmektedir.
6. Yayınlanan yazılardan dolayı yazar(lar)a telif hakkı ödenmemektedir.

Dergi yazışma adresi:

alatarım Dergisi

Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

33740 Erdemli - Mersin

e-posta

: **alatarım@yahoo.com**

alatarım Dergisi Yazım Kuralları

1. Dergi yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Sadece Abstract ve Key Words kısımları İngilizce veya Türkçe olmalıdır.
2. Abstract ve Öz 250, Key Words ve Anahtar Kelimeler 5 kelimeyi geçmemelidir.
3. Yazım sırası **Türkçe Başlık, Yazar(lar)ın Ad(lar)ı ve Kurum(lar)ı, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key Words, Sorumlu Yazar, E-mail Adresi, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Kaynaklar** kısmından oluşmalıdır. **Teşekkür** kısmı bulunması durumunda Kaynaklar kısmından önce yazılmalıdır. Derleme makalelerde Abstract, Özet ve Kaynaklar dışındaki kısımlar olmamalıdır.
4. Tüm makale A4 (210x290 mm) boyutunda, sağ, sol, üst ve alt kısımlardan 3,0 cm kenar boşluğu bırakılarak, tüm metin iki yana yaslı olarak, MS Word uyumlu programda, Times New Roman yazı karakterinde, 11 punto ve en fazla 8 sayfa olarak yazılmalıdır.
5. Metnin hiçbir yerinde paragraf girintisi kullanılmamalı, ancak paragraflar arası bir aralık boşluk bırakılmalıdır. Ayrıca satır numaraları eklenmelidir.
6. Başlıktan sonra bir aralık boşluk bırakılarak yazar(lar)ın ad(lar)ı açık bir şekilde yazılmalıdır. Yazar(lar)ın kurum(lar)ı isimlerinin önüne konulan rakamlar yardımıyla isimlerin altında şekilde yazılmalıdır. Sorumlu yazar ve e-mail adresi abstracttan sonra yazılmalıdır.
7. Çizelge başlıkları üst, şekil başlıkları alt kısımda bulunmalıdır. Çizelge ve şekil isimleri küçük harflerle yazılmalıdır.
8. Kısaltmalarda Uluslararası Birimler Sistemine (SI) uyulacaktır. Standart kısaltmalarda (cm, g, TAGEM, vb) nokta kullanılmamalıdır.
9. Kaynaklar metin içerisinde yazarın soyadı ve yıl esasına göre verilmelidir. Soyadın ilk harfi büyük ve yıl ile arasında virgül olmalıdır. İki yazara ait kaynak kullanıldığında soyadlar arasında **ve** bağlacı, ikiden fazla olması durumunda birinci yazarın soyadından sonra **ve ark.** ifadesi kullanılmalıdır. Kaynaklar kısmında ise soyad ve yıl sırasına göre alfabetik sırayla yazılmalıdır. Birinci satır normal, alt satırlar 1 cm içeriden başlamalıdır. Kaynak yazımı aşağıdaki genel kalıba uygun olmalıdır.

a) Kaynak bir kitap ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve sayfa sayısı

McGregor, S.E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA, Washington. 411.

b) Editörlü bir kitaptan alıntı ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, eserin başlığı, editörün adının baş harfi, soyadı, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Carpenter, F.L., 1983. Pollination Energetics in Avian Communities: Simple Concepts and Complex Realities. Insect Foraging Energetics. (C.E. JONES ve R.J. LITTLE, eds) Handbook of Experimental Pollination Biology. Van Nostrand Reinhold Company Limited. Wokingham, Berkshire, England. 215-234.

c) Bir dergide yayınlanan makale ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, makale başlığı, derginin adı, derginin cilt ve sayısı (sayı parantez içinde verilmelidir) ile çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Dreller, C., Tarpy, D.R., 2000. Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony. Animal Behaviour. 59(1):91-96.

d) Bir yazarın çok sayıda yayını incelenmişse ismini tekrarlamaya gerek yoktur. Bir yazarın aynı yılda yayınlanmış birden fazla yayını varsa **a** ve **b** gibi harflerle gösterilmelidir.

f) Yazarı bilinmeyen ancak bir kurum tarafından yayınlanmış yayınlarda kurum adı verilmeli, uluslararası kısaltması varsa açık adıyla yazılmalı ve yayın yılı verilmelidir.

g) Elektronik adresten yararlanılan kaynaktan, kaynağın erişilebileceği URL ve erişim tarihi verilmelidir. <http://arastirma.tarim.gov.tr/alata> Erişim tarihi: 12.10.2017.

h) Kaynak yayınlanmamış bir rapor, tez veya ders notu ise bilgiler olağan düzende verildikten sonra parantez içinde **"yayınlanmamış"** sözcüğü eklenmelidir.

**Alata Bahçe Kültürleri
Araştırma Enstitüsü**



ALATA
BAHÇE KÜLTÜRLERİ ARAşTIRMA ENSTITÜSÜ

**Alata Horticultural
Research Institute**

33740 Erdemli, MERSİN, TÜRKİYE

Tel : 0 324 518 00 52 - 54

Fax : 0 324 518 00 80

e-mail : alata@tarimorman.gov.tr

<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata>