

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME 52

YIL
YEAR 2023

SAYI
NUMBER 2

Yayımlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME

52

YIL
YEAR

2023

SAYI
NUMBER

2

Yayımlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Published by Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

TAGEM JOURNALS

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Atatürk Bahçe Kùltürleri
Merkez Araştırma Enstitüsü adına
Sahibi (Owner)
Dr. Yılmaz BOZ (Müdü–Director)

Baş Editör (Editor in Chief)
Dr. Emre BİLEN

Yayın Kurulu (Editorial Board)
Dr. Mehmet Emin AKÇAY
Dr. Yasin ÖZDEMİR
Dr. İbrahim SÖNMEZ
Gürsel ÇETİN
Özlem BOZTEPE

Mizanpaj Editörü / Layout Editor
Murat KORUCUK

Yayın Tarihi / Publication Date
24 Kasım / 24 November 2023



İletişim (Contact)
www.bahcejournal.org
bahcejournal@gmail.com
Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova 77100
TÜRKİYE
Twitter: <https://twitter.com/BAHCEjournal>
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/showcase/BAHCEjournal/>
Facebook: <https://www.facebook.com/BAHCEjournal>
Instagram: <https://www.instagram.com/BAHCEjournal>

BAHÇE

ISSN 1300-8943 E-ISSN 2791-6375

YIL : 2023 CİLT: 52 SAYI : 2
YEAR : 2023 VOL: 52 NO : 2

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayınlanan hakemli bilimsel bir dergidir.

TR Dizin Veri Tabanında dizinlenmektedir ve CAB International'a kayıtlıdır.

Dergi içeriği herhangi bir yöntemle yayın kurulundan yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz.

Dergi makalelerindeki bilgi ve görüşler kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Makale içerikleri ile ilgili her türlü sorumluluk yazarlarına aittir. Yazarlara telif hakkı ödenmez.

Dizgi ve Baskı

Bu bilimsel dergi Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yılda iki kez yayınlanmaktadır.

JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

Bahçe is a peer-reviewed scientific journal published twice a year, in May and November.

Bahçe is indexed in the TR Dizin Database and registered with CAB International.

The content of the journal cannot be reproduced by any method without the written permission of the editorial board.

Information and opinions in journal articles can be used by citing the original source.

All responsibility for the content of the article belongs to the authors.

Authors are not paid royalties.

Published by

Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova / TURKEY

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa / Page

MAKALELER / FULL ARTICLES

- Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi
Effects of Calcium Chloride and Lysophosphatidylethanolamine Applications on the Yield and Quality of Strawberries Grown in Soilless Culture
Duygu CAYMAZ, Kazım GÜNDÜZ, Sedat SERÇE, Emine ÖZDEMİR _____ **81-88**
- Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi
Sugar and Volatile Aroma Composition of Havran Siyah İncir
Mustafa KIRALAN, Sündüz Sezer KIRALAN _____ **89-94**
- Comparison of The Effectiveness of Struvite and Some Commercial Fertilizers on The Growth of Lettuce
Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması
İbrahim ERDAL, Rahma MEJRİ, Cennet YAYLACI, Şevkiye Armağan TÜRKAN _____ **95-102**
- Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri
The Effects of Limited Irrigation on Fruit Quality Parameters During the Active Harvest Period in Selected Superior Genotypes and Commercial Strawberry Cultivars
Mehmet Ali SARIDAŞ, Burcak KAPUR, Eser ÇELİKTOPUZ, Sevgi PAYDAŞ KARGI _____ **103-112**
- Yükseltinin Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinde Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi
Effect of Altitude on Fruit Properties in Ferragnes and Ferraduel Almond Varieties
Yunus YILDIRIM, Nihal ACARSOY BİLGİN, Adalet MISIRLI _____ **113-118**

Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi

Duygu CAYMAZ^{1*}, Kazım GÜNDÜZ², Sedat SERÇE³, Emine ÖZDEMİR⁴

¹Ziraat Yüksek Mühendisi, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-4046-3144

²Prof. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya; ORCID: 0000-0002-6473-5909

³Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üni., Tarım Bil. ve Tek. Fak., Tarımsal Genetik Müh. Böl., Niğde; ORCID: 0000-0003-4584-2028

⁴Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi; ORCID: 0009-0001-5356-2723

Geliş Tarihi / Received: 15.03.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 06.08.2023

ÖZ

Ülkemizde ve Dünya’da topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. Topraksız kültürde bitki besin elementleri uygulamalarının optimizasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada yetiştirme ortamı olarak kokopit kullanılan iki katlı topraksız kültür yetiştirme sisteminde ‘Fortuna’ ve ‘Festival’ çeşitleri kullanılarak bitkilere, hasattan 15 gün önce yapraktan kalsiyum (Ca), Lysophosphatidylethanolamine (LPE) ve Ca + LPE uygulanmaya başlanmış ve yetiştiricilik döneminin sonuna kadar 15 gün aralıklarla devam edilmiştir. ‘Fortuna’ çeşidinde ilk ürünler Ocak ayının ikinci haftasında alınırken, ‘Festival’ çeşidinde ise, ilk ürünler şubat ayının üçüncü haftasında alınmıştır. Erken ürün eldeğinde uygulamalar arasında Ca + LPE daha iyi sonuç vermiştir. Bitki başına ve birim alana verim bakımından ‘Fortuna’ çeşidi ‘Festival’ çeşidine göre daha verimli bulunmakla birlikte, ‘Festival’ çeşidinde etkili olmuş en yüksek verim değeri LPE uygulamasından alınmıştır. En yüksek titre edilebilir asit içeriği her iki çeşitte de Ca + LPE uygulamalarından alınmıştır. Meyve eti sertliği yönünden Ca uygulamaları olumlu etkide bulunmuştur. LPE uygulamasında kontrole göre renklenmede biraz artış görülmüştür. Sonuçlar, erkenci çilek yetiştiriciliğinde bazı çeşitlerde Ca ve LPE uygulamalarının meyve kalitesini artırmak için kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, topraksız kültür, LPE, CaCl₂, meyve kalitesi

Effects of Calcium Chloride and Lysophosphatidylethanolamine Applications on the Yield and Quality of Strawberries Grown in Soilless Culture

ABSTRACT

Strawberry culture in soilless culture is getting more popular in Turkey and the World. The optimization of the plant nutrient application is critical in this system. ‘Fortuna’ and ‘Festival’ strawberry cultivars were used in the two-story production system using the cocopeat as growing media where the plants were treated with calcium (Ca), Lysophosphatidylethanolamine (LPE), Ca + LPE 15 days before harvest. The first fruits were harvested in the second week of January for ‘Fortuna’ while ‘Festival’ as the first fruits were harvested in the third week of February. Among the treatments, Ca + LPE resulted in favorable results for earliness. While ‘Fortuna’ was found the higher yield than ‘Festival’ for yield per plant or yield per area the highest yield was recovered from LPE treatment for ‘Festival’. The highest acidity was recovered from Ca + LPE treatment for neither of the cultivars. For fruit firmness, Ca treatments increased the fruit firmness. LPE had some effect on color formation when compared to control. The results suggest that Ca and LPE treatments may be used to enhance fruit quality characteristics for early strawberry production.

Keywords: Strawberry, soilless culture, LPE, CaCl₂, fruit quality

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria × ananassa*) Dünya’da en yaygın yetiştiriciliği yapılan üzümü meyvedir. Dünya’da 3.896,65 da alanda 9.175.384 ton [11] çilek yetiştiriciliği yapılmaktadır. 186.760 da alanda 669.195 ton üretim yapılan Türkiye [11] yetiştiricilik

alanı olarak dünyada beşinci; üretim miktarı olarak üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde çilek üretimi yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgelerinde açıkta ya da örtü altında yapılmaktadır. Son yıllarda Akdeniz bölgesinde Mersin (Silifke) ve Antalya illerinde örtü altında topraksız kültürde de çilek yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Bu yörelerde

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ddemir.duygu1@gmail.com

topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği çoğunlukla plastik serada soğuklama ihtiyacını karşılamış taze fideler ile yapılmaktadır [46].

Önemli bir çilek üreticisi olan ülkemiz, dış satım potansiyeli de bulunmasına rağmen, üretilen çileğin ancak yaklaşık %10'unu ihraç edebilmektedir. Dış satımının artırılabilmesi için meyve eti sertliği ile tat ve aromanın istenilen düzeyde olması gereklidir. Meyve eti sertliği yola dayanım ve raf ömrü bakımından önem taşımaktadır. Çilek meyvesinde bu özelliklerin genotip, yetiştirme koşulları, bitki besleme, derim zamanı, derim öncesi ve derim sonrası yapılan uygulamalardan (Ca gibi) etkilendiği bilinmektedir [34, 19, 28]. Ca içerikli gübre uygulamalarının meyve eti sertliğini artırdığı, raf ömrünü uzattığı ve *Botrytis cinerea* kaynaklı çürüklüğün azaltılmasına yardımcı olduğu bilinmektedir [5, 14, 43, 39, 45, 23, 36].

Kalsiyum uygulamaları dışında doğal bir büyüme düzenleyicisi olan Lysophosphatidylethanolamine (LPE) uygulamaları da önemlidir. LPE, canlı hücrelerinde membranının sağlamlığı ile esnekliğini artırmakta, yaşlanmaya ve membranın parçalanmasına etki eden fosfolipaz D enziminin sentezini azaltmakta, yapraklarda solunumu azaltmakta, etilen sentezini azaltarak raf ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca, erkencilik sağlama, meyve eti sertliğinde artış, meyve ve sebzelerde renklenme artışı, bazı meyve ve sebzelerde kuru madde ile buna bağlı olarak şeker içeriğinde artış, erken dönemde meyve iriliğinde artış, muhafaza süresi ve süs bitkilerinde vazo ömründe artış sağladığı belirlenmiştir [20, 31, 8, 1, 32, 4].

Bu çalışmada, Ca ve LPE'nin, topraksız kültürde yetiştirilen çileklerde, meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma ve uygulama arazisi ile bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Deneme cam serada, topraksız kültürde iki katlı yetiştiricilik sisteminde yürütülmüştür. Denemede katı ortam olarak hindistan cevizi liflerinden elde edilen kokopit kullanılmıştır. Ekim ayının üçüncü haftasında yapılan dikimlerde 'Festival' ve 'Fortuna' çeşitlerinin tüplü taze fideleri kullanılmıştır.

Uygulamalar, ilk derimden 15 gün önce başlayarak, yetiştiricilik döneminin sonuna kadar 15 gün aralıklarla yapraktan yapılmıştır. Uygulama dozları ve uygulama kombinasyonları; 1) Kontrol (sadece su püskürtülmüştür), 2) 400 mL/100 L Ca, 3)

100 mL/100 L LPE, 4) 400 mL/100 L Ca + 100 mL/100 L LPE olarak belirlenmiştir. Denemede kalsiyum kaynağı olarak CaCl₂ kullanılmıştır. LPE içeriği ise %20 organik madde, %1 fosforpenta oksit, %1 suda çözünür potasyum oksit, %0,8 N'dir.

Topraksız kültürde kullanılan bitki besin çözeltileri Cantliffe ve ark. [2]'na göre hazırlanmıştır. Besin çözeltisinin pH değeri 6,0 ve EC değeri ise dönemlere göre değişmekle birlikte 1,5-1,8 mS/cm⁻¹ arasında tutulmuştur.

Denemede ilk derim tarihi, bitki başına toplam verimler, toplam verimler (g/bitki, kg/m²), aylık verimler (g/bitki), meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asit, pH parametreleri incelenmiştir. Ayrıca meyve dış rengi ölçümleri renk ölçüm cihazı (Minolta CR 300, Osoka, Japan) ile yapılmış 'L', 'a', 'b', 'Chroma' (C), ve 'Hue' (h°) değerleri incelenmiştir [25, 37, 15].

Deneme başlangıcında (uygulamalar yapılmadan önce) ve deneme sonunda olmak üzere iki kez yaprakta mineral element analizleri yapılmıştır. Yaprak örnekleri her parselden 40-50 adet olmak üzere alınmıştır [30, 9]. Yaprak analiz sonuçları Morard [26] ve Castro ve ark. [3] tarafından bildirilen referans değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Denemeler her çeşit için üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde her bir uygulama için 26 bitki yer almıştır. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS programı (SAS, 2005) kullanılarak analiz edilmiştir. Çoklu karşılaştırmalar %5 önem seviyesinde LSD testine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İlk Derim Tarihi

Topraksız kültür yetiştiricilik sisteminde 'Fortuna' ve 'Festival' çeşitlerinde uygulamalara göre ilk derim tarihleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uygulamalara göre ilk derim tarihleri

Çeşitler	Uygulamalar	İlk Derim Tarihleri
'Fortuna'	Kontrol	18 Ocak
	Ca	17 Ocak
	LPE	20 Ocak
	Ca + LPE	15 Ocak
'Festival'	Kontrol	20 Şubat
	Ca	19 Şubat
	LPE	23 Şubat
	Ca + LPE	26 Şubat

'Fortuna' çeşidi için ilk derim en erken 15 Ocakta Ca + LPE, uygulamasında gerçekleşmiştir. 'Festival'

çeşidinde ise ilk derim en erken 19 Şubat'ta Ca uygulamasında yapılmıştır. Uygulamalar arasında ilk derim tarihleri bakımından Fortuna çeşidinde 5, Festival çeşidinde ise 7 günlük fark meydana gelmiştir.

'Fortuna' çeşidi Festivale göre erkenci olup ilk ürünler Ocak ayında alınmıştır. Uygulamalar arasında erkencilik bakımından en iyi sonuç Ca + LPE uygulamasından elde edilmiştir. LPE uygulamalarının çileklerde erkencilik üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak bazı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalarda LPE'nin olgunluğu hızlandırdığı belirlenmiştir [13, 31, 16].

Toplam Verimler (g/bitki, kg/m²)

'Fortuna' çilek çeşidinde bitki başına verim üzerine uygulamalar etkili olmazken, 'Festival' çeşidinde önemli olmuş ve bitki başına en yüksek verim 120,06 g ile LPE uygulamasından alınmıştır. En düşük verim ise 109,16 g ile kontrol uygulamasından alınmıştır (Çizelge 2). Alana toplam verimler değerlendirildiğinde verimlerin 'Fortuna' çeşidinde 7,44 kg (LPE) ile 8,45 kg (Ca), 'Festival' çeşidinde ise 4,68 kg (LPE) ile 4,26 kg (kontrol) arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2).

LPE uygulamalarının çileklerde verim üzerine etkisi konusunda yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle sonuçlar bazı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda LPE uygulamalarının üzümde, turna yemişi ve yeşilbiberde verimi arttırdığı belirtilmiştir [16, 31].

Çizelge 2. Uygulamaların toplam verim üzerine etkisi (g/bitki, kg/m²)

Çeşitler	Uygulamalar	Bitki başına toplam verim (g/bitki)	Bitki başına alana verim (kg/m ²)
'Fortuna'	Kontrol	202,48	7,90
	Ca	229,39	8,45
	LPE	190,83	7,44
	Ca + LPE	209,74	8,19
	LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.
'Festival'	Kontrol	109,16 b	4,26 b
	Ca	116,42 ab	4,50 ab
	LPE	120,06 a	4,68 a
	Ca + LPE	113,17 ab	4,41 ab
	LSD (%5)	10,47	0,40

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Çalışmada 'Fortuna' çeşidinden daha yüksek verim alınmıştır. 'Fortuna' çeşidinde verim üzerinde uygulamalar önemli farklılıklar oluşturmamakla birlikte Ca uygulamasında kontrole göre verimlerde bir miktar artış görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Nitekim bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda Ca

uygulamalarının verimi artırdığını [29, 39] belirtirken, bazı araştırmacılar ise Ca uygulamalarının verim üzerinde etkili olmadığını belirtmişlerdir [22].

Aylık Verimler (g/bitki)

Çizelge 3'de görülebileceği gibi 'Fortuna' çilek çeşidinde ilk ürünler Ocak ayında alınmış ve derimler Nisan ortasına kadar devam etmiştir. 'Festival' çilek çeşidinde ilk ürünler Şubat ayında alınmış ve derimler Nisan ortasına kadar devam etmiştir.

'Fortuna' çilek çeşidinde Ocak ve Nisan aylarına ait verimler üzerine uygulamalar etkide bulunurken, 'Festival' çeşidinde sadece Mart ayı veriminde farklılık bulunmuştur. Bu bakımdan uygulama etkileri tutarlı olmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulamaların aylık verim üzerine etkisi (g/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
'Fortuna'	Kontrol	4,53 ab	42,90	138,57	16,48 b
	Ca	4,82 ab	44,60	154,89	25,08 a
	LPE	2,95 b	40,36	130,33	17,19 b
	Ca + LPE	5,59 a	42,37	150,77	11,01 b
	LSD (%5)	2,45	Ö.D.	Ö.D.	6,44
'Festival'	Kontrol	-	10,15	70,88 b	28,13
	Ca	-	11,91	74,64 ab	28,87
	LPE	-	10,99	78,77 a	30,30
	Ca + LPE	-	9,25	70,16 b	33,76
	LSD (%5)	-	Ö.D.	6,92	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Meyve Ağırlığı (g)

'Fortuna' çilek çeşidinde Ocak ayında tüm uygulamalardan iri meyveler elde edilmiştir. Daha sonraki aylarda meyve iriliği azalmıştır. Uygulamalar meyve ağırlığını istatistiksel olarak etkilememiş, bununla birlikte Ocak ve Nisan aylarında Ca + LPE, Şubat ve Mart aylarında LPE uygulaması meyve ağırlığı üzerine nispeten olumlu etki yapmıştır. 'Festival' çilek çeşidinde ise, Mart ayında Ca uygulaması, Nisan ayında Ca + LPE uygulaması en iri meyvelerin alınmasını sağlamıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların aylara göre meyve ağırlığı üzerine etkisi (g)

Çeşitler	Uygulamalar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
'Fortuna'	Kontrol	23,88	15,10	15,21	10,14
	Ca	30,57	14,53	13,05	10,52
	LPE	31,26	16,00	16,34	9,78
	Ca + LPE	32,87	14,46	14,55	10,87
	LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
'Festival'	Kontrol	-	15,06	13,60 b	11,34 ab
	Ca	-	13,86	14,93 a	10,81 b
	LPE	-	14,90	13,76 b	11,57 ab
	Ca + LPE	-	14,45	13,46 b	11,82 a
	LSD (%5)	-	Ö.D.	0,85	0,96

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Meyve Eti Sertliği (kg-kuvvet)

'Fortuna' çilek çeşidinde sadece mart ayında, 'Festival' çeşidinde ise, şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 'Festival' çeşidinde en yüksek değer şubat ayında Ca ile Ca + LPE uygulamasından (sırasıyla 0,89 kg-kuvvet ile 0,92 kg-kuvvet) alınmıştır. Her iki çeşitte de en yüksek meyve eti sertlik değeri Mart ayında Ca uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Uygulamaların meyve eti sertlik değerleri üzerine etkisi (kg-kuvvet)

Çeşitler	Uygulamalar	Şubat	Mart
'Fortuna'	Kontrol	1,00	0,98 b
	Ca	1,10	1,05 a
	LPE	1,07	1,02 ab
	Ca + LPE	0,93	0,87 c
	LSD (%5)	Ö.D.	0,04
'Festival'	Kontrol	0,73 b	0,76 b
	Ca	0,89 a	0,86 a
	LPE	0,81 ab	0,76 b
	Ca + LPE	0,92 a	0,73 b
	LSD (%5)	0,12	0,07

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Fortuna' ve 'Festival' çeşitlerinde Ca uygulamaları meyve eti sertliğini arttırmıştır. Nitekim birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda Ca uygulamalarının çileklerde meyve eti sertliğini artırdığını [14, 27, 40, 29, 41, 44, 10, 39, 47, 35, 45, 23] belirtmişlerdir. Cheour ve ark. [5] ise Ca uygulamalarının meyve eti yumuşak çeşitlerde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) (%), Titre Edilebilir Asit (TEA) (%) ve pH

Çizelge 6'da görülebileceği gibi şubat ve mart aylarında uygulamaların 'Fortuna' çeşidinde SÇKM içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 'Festival' çeşidinde sadece mart ayında SÇKM bakımından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık meydana gelmiş ve en yüksek SÇKM değeri Ca + LPE uygulamasından (%5,32), en düşük değer ise kontrol ve LPE uygulamalarından elde edilmiştir. Her iki çeşitte de meyvelerin SÇKM içerikleri şubat ayında mart ayına göre daha yüksek olmuştur.

Meyve suyu TEA içeriği üzerine uygulamaların etkisi, iki çeşitte de şubat ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek değerler Ca + LPE, en düşük değerler ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Mart ayında 'Fortuna' çeşidinde en yüksek TEA değerleri (%0,58) kontrol ve Ca + LPE uygulamalarından elde edilmiştir. Aynı ayda

'Festival' çeşidinde uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 6).

pH üzerine uygulamaların etkisi sadece 'Fortuna' çeşidinde ve mart ayında önemli olarak saptanmıştır, en yüksek pH değerleri Ca ile LPE uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Uygulamaların SÇKM (%) TEA (%), pH üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Şubat			Mart		
		SÇKM	TEA	pH	SÇKM	TEA	pH
'Fortuna'	Kontrol	6,5	0,45 c	3,75	5,23	0,58 a	3,70 ab
	Ca	6,67	0,53 ab	3,75	4,93	0,51 b	3,73 a
	LPE	7,05	0,49 cb	3,72	4,97	0,49 b	3,76 a
	Ca + LPE	7,17	0,57 a	3,68	5,27	0,58 a	3,66 b
	LSD (%5)	Ö.D.	0,05	Ö.D.	Ö.D.	0,05	0,07
'Festival'	Kontrol	6,00	0,52 c	3,58	4,87 b	0,50	3,67
	Ca	6,55	0,60 ab	3,64	4,82 b	0,53	3,63
	LPE	6,40	0,55 cb	3,63	5,12 ab	0,51	3,65
	Ca + LPE	6,50	0,62 a	3,66	5,32 a	0,51	3,70
	LSD (%5)	Ö.D.	0,06	Ö.D.	0,44	Ö.D.	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Fortuna' çeşidinde SÇKM içerikleri üzerine uygulamalar etkili bulunmamıştır. Birçok araştırmacı tarafından da [24, 28, 44, 7] benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, Rozbiany ve Taha [36] Alboin çeşidinde Ca uygulamasının SÇKM üzerine etkili olduğunu açıklamışlardır. 'Festival' çeşidinde ise, Ca + LPE uygulaması mart ayında etkili olup meyvelerin SÇKM içeriğinde artış sağlamakla birlikte derim boyunca süreklilik görülmemiştir. LPE uygulamasının bazı meyve ve sebze türlerinde SÇKM içeriklerini artırdığını belirleyen araştırmalar [18, 17, 33, 4] olduğu gibi, etkili olmadığını [43] belirten araştırmada bulunmaktadır. SÇKM ve askorbik asit, 'Alboin' çeşidi için 500 ppm Ca düzeyinde önemli ölçüde yükselmiştir; ayrıca, 'Festival' çeşidi için asitlik yüzdesi ve şeker yüzdesi (500 ppm) Ca düzeyinde önemli ölçüde yükselmiştir [36].

'Fortuna' çeşidinde Ca uygulamaları TEA içeriğini tutarlı olarak arttırmıştır. 'Festival' çeşidinde bazı uygulamalar önemli farklılıklar oluşturmakla birlikte, derim boyunca sürekli bir etki saptanmamıştır. Genel olarak, Ca uygulamalarında kontrole göre TEA içeriğinde bir miktar artış görülmüştür. Bu konuda bazı araştırmacılar Ca uygulamalarının asit içeriği üzerine etkili olmadığını [24, 42, 36] belirtirken, bazı araştırmacılar Ca uygulamalarının TEA içeriğini artırdığını [10, 39, 21] belirtmişlerdir.

Meyve Dış Rengi

Şubat ve Mart aylarında, 'Fortuna' çilek çeşidinde en parlak meyveler Ca + LPE uygulamasından alınmıştır. 'a' değeri açısından mart ayında Ca + LPE (41,09) uygulamasından, renk açısı değerleri ('h°

küçük değerler koyu renkli) yönünden şubat ayında LPE uygulamasından ('h°' = 28,95) en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 7). Şubat ayında, 'L' değeri üzerinde uygulamalar istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur. Meyve dış rengi bakımından en parlak meyveler Ca + LPE uygulamasından (L = 36,98) alınmıştır. 'Fortuna' çilek çeşidinde, LPE uygulamasının meyvenin renklenmesinde artış sağladığı görülmüştür. Bazı meyve ve sebze türlerinde LPE ile yapılan çalışmalarda da renklenmede artış sağlandığı belirtilmektedir [12, 31, 8, 43].

Çizelge 7. 'Fortuna' çilek çeşidinde şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve rengi üzerine etkisi

Aylar	Uygulamalar	'L'	'a'	'b'	'C'	'H°'
Şubat	Kontrol	35,03 b	40,61	23,21	46,81	29,51 ab
	Ca	35,53 ab	41,53	23,52	47,74	29,26 ab
	LPE	34,76 b	40,74	22,95	46,82	28,95 b
	Ca + LPE	36,98 a	41,09	25,04	43,29	31,09 a
	LSD (%5)	1,66	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,83
Mart	Kontrol	35,03 ab	37,78 b	22,01	43,88	29,80
	Ca	34,22 bc	40,07 a	23,01	48,89	29,48
	LPE	32,86 c	40,15 a	22,05	45,99	28,41
	Ca + LPE	36,45 a	39,72 a	23,71	45,97	30,44
	LSD (%5)	1,62	1,92	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Festival' çeşidinde şubat ayında, 'a' değeri bakımından en yüksek değer LPE (37,34), en düşük değer Ca uygulamasından (35,08) alınmıştır. 'b' değeri bakımından en yüksek değer kontrolden (29,25) alınırken, en düşük değer yine Ca uygulamasından (26,83) alınmıştır. En yüksek renk yoğunluk değeri kontrol ('C' = 47,03) ve LPE uygulamasından ('C' = 47,02) alınmıştır. Mart ayında, 'a', 'b' ve 'C' değerleri bakımından uygulamalar arasında en yüksek değerler Ca + LPE uygulamasından alınırken, en düşük değerler ise LPE uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. 'Festival' çilek çeşidinde şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve rengi üzerine etkisi

Aylar	Uygulamalar	'L'	'a'	'b'	'C'	'h°'
Şubat	Kontrol	41,01 a	37,13 ab	29,25 a	47,03 a	38,03
	Ca	39,31 ab	35,08 b	26,83 b	44,38 b	37,47
	LPE	40,30 ab	37,34 a	28,41 ab	47,02 a	37,14
	Ca + LPE	39,10 b	36,40 ab	27,63 ab	45,78 ab	37,07
	LSD (%5)	1,73	2,05	2,42	2,35	Ö.D.
Mart	Kontrol	36,30	34,46 ab	20,83 ab	40,59 ab	30,74
	Ca	38,68	34,44 ab	20,18 ab	40,11 ab	30,15
	LPE	38,01	34,18 b	19,63 b	39,51 b	29,72
	Ca + LPE	39,21	35,40 a	21,37 a	41,46 a	30,87
	LSD (%5)	Ö.D.	0,97	1,59	1,59	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Yaprak Besin Maddesi İçerikleri

Çilek çeşitlerinde yaprak analizleri, uygulamalar yapılmadan (hasat öncesi) ve uygulamalar yapıldıktan sonra (hasat sonunda) olmak üzere iki kez yapılmıştır. Her iki çeşitte uygulamalar yapılmadan önceki yaprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde N, P, Cu düzeylerinin yüksek olduğu, 'Fortuna' çeşidinde Ca, K, Mn ve Mg düzeylerinin düşük, Fe ve Na düzeylerinin ise yeterli olduğu görülmektedir. 'Festival' çeşidinde ise, Ca, K, Fe, Mn, Mg ve Na düzeylerinin düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. 'Fortuna' ve 'Festival' çilek çeşitlerinin hasat öncesi yaprak besin maddesi içerikleri

Çeşitler	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Fortuna	5,34	0,56	0,67	0,39	0,13	51	11	31,6	296
Festival	5,42	0,71	0,73	0,41	0,12	46	9	36,4	287
Optimum değer	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

Uygulamalar yapıldıktan sonra ise, tüm uygulamalarda 'Fortuna' N, P, Cu ve Mn düzeylerinin yüksek, Ca, K ve Mg düzeylerinin düşük, Fe ve Na düzeylerinin de yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). 'Festival' çeşidinde ise, tüm uygulamalarda yaprak N, P, Cu ve Na düzeyleri yüksek, Ca, K ve Mg düzeyleri düşük bulunurken, Fe düzeyi yeterli bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 10. 'Fortuna' çilek çeşidinde Ca ve LPE uygulamalarının hasat sonrası yaprak analiz değerleri üzerine etkisi

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	4,99	0,35	0,57	0,57	0,13	61	12,25	63,1	314
Ca	4,95	0,35	0,57	0,58	0,13	65	13,50	53,0	296
LPE	5,08	0,36	0,62	0,52	0,13	64	11,50	55,3	263
Ca + LPE	4,74	0,34	0,56	0,50	0,13	63	12,00	53,2	294
LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Optimum değer	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Çizelge 11. 'Festival' çilek çeşidinde uygulamaların hasat sonrası yaprak analiz değerleri üzerine etkisi

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	4,99	0,34	0,39	0,42	0,12	71	9	52,0	359
Ca	4,61	0,33	0,36	0,42	0,12	95	11	49,2	305
LPE	4,94	0,35	0,40	0,46	0,13	91	10	52,6	347
Ca + LPE	5,17	0,36	0,39	0,43	0,12	83	11	56,6	357
LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Optimum seviye	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Her iki çilek çeşidinde de yaprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde yapraktaki besin elementlerinin

içerikleri üzerinde Ca ve LPE uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır. Bu konuda Sarıdaş ve ark. [38], Ca uygulamalarının yapraklardaki bitki besin elementleri üzerinde (Ca, K, Mg) etkili olmadığını belirtirken, diğer bazı araştırmacılar [5, 44, 39], Ca uygulamalarının yapraklardaki Ca içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu konuda farklı sonuçlar alınması kullanılan Ca dozlarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

SONUÇ

Bu çalışma, topraksız kültür ortamında iki katlı yetiştiricilik sistemi kullanılarak cam sera içerisinde yürütülmüştür. 'Fortuna' ve 'Festival' çilek çeşitlerinde Ca ve LPE uygulamalarının erkencilik, verim, meyve kalite özellikleri ile yaprakların bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ca + LPE uygulaması erkencilik açısından diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiştir. Verim açısından 'Fortuna' çeşidi 'Festival' çeşidine göre daha verimli bulunmuştur. 'Fortuna' çeşidinde verim açısında Ca uygulamasında kontrole göre biraz artış görülmüştür. 'Festival' çeşidinde ise LPE uygulamasından daha iyi sonuç alınmıştır. Denemede meyve kalite özellikleri değerlendirildiğinde hem 'Fortuna' hem de 'Festival' çeşidinde Ca uygulamalarının meyve eti sertliğini arttırdığı belirlenmiştir. Denemede 'Fortuna' çeşidi erkenci ve toplam verimi yüksek, iri meyveli ve meyve eti çok sert olarak belirlenmiştir. Meyve dış rengi üzerinde LPE uygulamasında kontrole göre renklenmede biraz artış görülmekle birlikte derim boyunca sürekli bir etki saptanmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda LPE uygulamalarının özellikle kış aylarında örtü altında renklenme sorunu olan çeşitlerde kullanılarak uygulama zamanı, uygulama dozu ve uygulama sıklığı konusunda daha detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Amaro, A.L.I.F., 2012. Modulation of aroma volatiles and phytochemical quality of fresh-cut melon (*Cucumis melo* L.) by oxygen levels, 1-Methylcyclopropene and Lysophosphatidylethanolamine (Doctoral Theses). Universidade Católica Portuguesa Escola Superior de Biotecnologia, Portugal, pp:28-55.
2. Cantliffe, D.J., Castellanos, J.Z., Paranjpe, A.V., 2007. Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coir and pine bark media. Proc. Fla. State. Hort. Soc., 120:157-161.
3. Castro, G., Rodriguez, D., Hoyos, M., 2005. Marginal mineral nutrition of strawberry (*Fragaria × ananassa*) plants grown hydroponically. Acta Hort., pp:697.
4. Çeler, A.G., Gündüz, K., Serçe, S., 2019. Çilekte Lysophosphatidylethanolamine (LPE) uygulamalarının derim sonrası muhafazasında pomolojik ve fitokimyasal özellikler üzerindeki etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(3):188-197.
5. Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Desjardins, Y., Makhlof, J., Charest, P.M., Gosselin, A., 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort., 115(5):789-792.
6. Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Makhlof, J., Desjardins, Y., 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl₂. HortScience, 26(9):186-188.
7. Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P., 2011. Relationship between strawberry fruit quality attributes and crop load. Sci. Hort., 130:398-403.
8. Cowan, A.K., 2009. Plant growth promotion by 18:0-Lysophosphatidylethanolamine involves senescence delay. Plant Signal Behav., 4(4):324-327.
9. Daugaard, H., 2007. Leaf analysis in strawberries: Effects of cultivars, plant age and sampling time on nutrient levels. J. Plant Nutr., 30:549-556.
10. Dunn, J.L., Able, A.J., 2006. Pre-harvest calcium effects on sensory quality and calcium mobility in strawberry fruit. Acta Hort., 708:307-312.
11. FAOSTAT, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations of Statically Data, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>).
12. Farag, K.M., Palta, J.P., 1991. Enhancing ripening and keeping quality of apple and "Cranberry" fruits using Lsophatidylethanolamine, a natural lipid. HortScience, 26:6683.
13. Farag, K.M., Palta, J.P., 2003. Use of natural lipids to accelerate ripening and enhance storage life of Tomato fruit with and without etaphon. HortTechnology, 3(1):62-65.
14. Garcia, M.J., Herrare, S., Morilla, A., 1996. Effect of postharvest in calcium chloride on strawberry. J. Agric. Food Chem., 44(1):30-33.
15. Gündüz, K., Özdemir, E., 2003. Amik ovasında yüksek tünel ve açıkta yetiştirilen çileklerde renklenmenin objektif yöntemle belirlenmesi. Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, 1:120-122.

16. Hong, J.H., Chung, G.H., 2006. Effect of application of Lsophatidylethanolamine on marketable yield and storability in pepper (*Capsicum annum* L.). Hort. Environ. Biotechnol., 47:55-58.
17. Hong, J.H., Hwang, S.K., Chung, G.H., Cowan, A.K., 2007. Influence of Lsophatidylethanolamine application on fruit quality of Thompson Seedless grapes. J. Appl. Hort., 9(2):112-114.
18. Huil, Z., Yinghua, L., Binbin, C., Haiying, Y., 2006. Effect of phospholipase D inhibitor treatment on postharvest quality of strawberry fruits. Post. Biol. Tech., 62(3):288-294.
19. Kader, A.A., 1991. The strawberry into the 21. Century. In: A. Dale, J.J. Luby (Eds.): Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. Timber Press, Portland, Oregon, USA, pp:145-152.
20. Kaur, N., Palta, J.P., 1997. Postharvest dip in a natural lipid, Lysophosphatidylethanolamine, may prolong vase life of Snapdragon flowers. HortScience, 32:888-890.
21. Kazemi, M., 2013. Foliar application of salicylic acid and calcium on yield, yield component and chemical properties of strawberry. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., 11:19-23.
22. Lanauskas, J., Uselis, N., Valiuskaite, A., Viskelis, P., 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. Agronomi Research, 4:247-250.
23. Langer, S.E., Marina, M., Burgos, J.L., Martinez, G.A., Civello P.M., Villarreal, N., 2019. Calcium chloride treatment modifies cell wall metabolism and activates defense responses in strawberry fruit (*Fragaria × ananassa* Duch.). J. Sci. Food Agric., 99(8).
24. Makus, D.J., Morris, J.R., 1989. Influence of soil and foliar applied calcium on strawberry fruit nutrients and post-harvest quality. Acta Hort., 265:443-448.
25. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27:1254-1255.
26. Morard, P., 1987. Strawberry. In: P. Martin-Prevel, J.J. Gagnard, P. Gautier (Eds.): Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. Lavoisier Abonnements, New York, USA, pp:688-695.
27. Naphun, W., Kawada, K., Matsui, T., Yoshida, Y., Kusunuki, M., 1997. Effect of calcium spray on the quality of Nyoho strawberry grown by peat-bag substrate bench culture. Kasetart J. (Nat. Sci.), 32:9-14.
28. Naphun, W., Kazuhide, K., Toşhiyuki, M., 1999. Effect of pre-harvest calcium application on postharvest quality of Nyoho strawberries. Food Preser. Sci., 25(2):63-68.
29. Oktay, M., Çakıcı, H., Özeke, E., Çavuşgil, V., Ülker, A., 1998. Effect of different calcium nitrate rates on yield and some quality characteristics of strawberry plants. Hort. Abst., 10358.
30. Özdemir, E., 1992. Kumul alanlarda çilek yetiştiriciliğinde erkencilik, verim ve kalite üzerine solarizasyon, fide materyali, yetiştirme ortamı ve yüksek plastik tünellerin etkileri (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, s:292.
31. Özgen, M., Farag, K., Özgen, S., Palta, J.P., 2004. Lysophosphatidylethanolamine accelerates color development and promotes shelf life of cranberries. Hort. Sci., 40(1):127-130.
32. Özgen, M., Serçe, S., 2012. "LPE", yeni bir doğal bitki büyüme düzenleyici. Hasad, 316:74-75.
33. Özgen, M., Serçe, S., Akça, Y., Hong, J.H., 2015. Lysophosphatidylethanolamine (LPE) improves fruit size, color, quality and phytochemical contents of sweet cherry c.v. '0900 Ziraat'. Korean J. Hort. Sci. Tech., 33(2):196-201.
34. Plochanski, W., 1989. Strawberries-quality of fruits, their storage life and suitability for processing. Part V. Variability and classification of strawberry cultivars in respect to some chemical components. Fruit Sci. Rpts, 3:109-124.
35. Qureshi, K.M., Chughtai, S., Qureshi, U.S., Abbasi, N.A., 2013. Impact of exogenous of salt and growth regulators on growth and yield of strawberry. Pak. J. Bot., 45(4):1179-1185.
36. Rozbiany, P.M.K., Taha, S.M., 2020. Influence of calcium foliar application to increase growth and yield of two strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.). Zanco J. Pure Appl. Sci., 2218-0230.
37. Sacks, E., Shaw, D.V., 1994. Optimum allocation of objective color measurement for evaluating fresh strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119(2):330-334.
38. Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., Kafkas, E., 2012. Farklı dozlarda kalsiyum nitrat uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinin yapraklarındaki besin elementleri üzerine etkileri. IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, s:483-490.
39. Singh, R., Sharma, R.R., Tyagi, S.K., 2007. Pre-harvest foliar application calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Sci. Hort., 112(2):215-220.
40. Smolarz, K., Sas, L., Markowski, J., 1997. Effect of 'Wuxal Kombi' and 'Wuxal Calcium'

- fertilizers on the quality of strawberry fruits. Acta Hort., 439(2):743-746.
41. Suutarinen, J., Honkapaa, K., Autio, K., Morkkila, M., 2002. The effect of CaCl₂ and PME pre-freezing treatment in a vacuum on the structure of strawberries. Acta Hort., 567:783-785.
42. Toivonen, P.M.A., Stan, S., 2001. Effect of pre-harvest CaCl₂ sprays on the postharvest quality of Rainier and Totem strawberries. Acta Hort., pp:564.
43. Wan Zaliha, W.S., Sing, Z., 2013. Lysophosphatidylethanolamine improves fruit colour and accumulation of anthocyanin in "Cripps Pink" apples. Acta Hort., pp:227-232.
44. Wojcik, P., Lewandowski, M., 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. J. Plant Nutr., 26:671-682.
45. Yanar, Y., Belgüzar, S., Gerçekçioğlu, R., 2013. Çilekte hasat öncesi kalsiyum klorit uygulamasının kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) gelişimi üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(1):46-49.
46. Yeşiloğlu, C., 2012. Topraksız ortamda çilek yetiştiriciliği. 4. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 3-5 Ekim 2012, Antalya, s:20-21.
47. Yılmaz, H., 2007. Çileklerde besin elementlerinin faydaları ve eksikliklerinde ortaya çıkan belirtileri-1 (N, P, K, Ca, Mg, S). [www.üzümsü.com (Erişim Tarihi: 04.12.2014)].

Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi

Mustafa KIRALAN^{1*}, Sündüz Sezer KIRALAN²

¹Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Balıkesir; ORCID: 0000-0001-7401-8025

²Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Balıkesir; ORCID: 0000-0003-1522-064X
Geliş Tarihi / Received: 15.06.2023 Kabul Tarihi / Accepted: 26.09.2023

ÖZ

Havran Siyah İnciri 2023 yılında coğrafi işaret almış, Balıkesir ili Havran ilçesinde yetişen mor-siyah renkli bir incirdir. Bu çalışmada, kendine özgü tatlı ve meyvemsi duyuşal özellikleri baskın olan bu incirin şeker bileşimi ve uçucu aroma bileşimi belirlenmiştir. Şeker içeriği zengin olan bu incirin şeker bileşimini ağırlıklı olarak früktoz (66,71 gL⁻¹) ve glikoz (65,74 gL⁻¹) oluşturduğu belirlenmiştir. Havran Siyah İncirinde meyvemsi duyuşal hisleri uçucu aroma bileşenleri oluşturmaktadır. Bu meyvemsi duyuşal hisler, alkoller ve esterler grubunda yer alan bileşenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Alkol grubunda yer alan 3-metil-1-bütanol ve 2-metil-1-bütanol bileşenler içerisinde en fazla oranda yer alırken, ester grubunda etil-2-metil bütirat baskın bileşen olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taze incir, şeker bileşimi, uçucu aroma bileşimi, *Ficus carica*

Sugar and Volatile Aroma Composition of Havran Siyah İncir

ABSTRACT

Havran Siyah İncir is a purple-black fig genotype grown in Havran district of Balıkesir province, which received geographical indication in 2023. In this study, sugar composition and volatile aroma composition of this fig, which has its own sweet and fruity sensory feelings, were determined. The sugar composition of this fig, which has a sweet taste, mainly consists of fructose (66,71 gL⁻¹) and glucose (65,74 gL⁻¹). In Havran Siyah İncir, fruity sensory attributes occurred by volatile aroma components. It has been determined that these fruity sensory feelings are caused by the components in the alcohols and esters group. While 3-methyl-1-butanol and 2-methyl-1-butanol in the alcohol group were the most common components, ethyl-2-methyl butyrate was the dominant component in the ester group.

Keywords: Fresh fig, sugar composition, volatile aroma composition, *Ficus carica*

GİRİŞ

Türkiye, meyve çeşitliliği ve meyve üretimi konusunda önemli bir konuma sahiptir. İklim ve ekolojik istekleri açısından ele alındığında incir (*Ficus carica* L.), Akdeniz ülkelerinde yetişen önemli bir meyvedir. İncirin anavatanı Türkiye olup, Dünya’da en önemli üretici ülkelerden biridir. FAOSTAT verilerine göre 2021 yılında Türkiye’de 320.000 ton yaş incir üretimi yapılırken bunu sırası ile 298.497 ton üretim ile Mısır ve 144.153 ton üretim ile Fas izlemektedir [1]. Türkiye’de incir üretimi yapan iller ele alındığında en önemli üretici ilin Aydın (%57) olduğu ve bunu sırası %19,5 pay ile İzmir ili izlemektedir [2].

İncir üreten iller arasında %0,6’lık paya sahip olan Balıkesir ilinde incir üretiminde önemli bölgelerden biri Havran ilçesidir. Havran ilçesinde iklim olarak Akdeniz iklim özellikleri gözlenmektedir. İncir yetiştiriciliği açısından iklim koşullarının uygun

olması nedeni ile bu bölgede incir ağaçları önemli bir yayılım alanı bulmuştur. Sınırlı bir bölgede üretimi yapılan Havran Siyah inciri; siyah ve mor renk ve tonlarında, ince kabuklu, orta irilikte, meyve iç kısmı kırmızımsı renkte, tatlı tada sahiptir. Bu lokasyonda yer alan incirlerin karakteristik özellikleri ve coğrafi sınırdaki ünü nedeni ile 2023 yılında coğrafi işaret almaya hak kazanmıştır.

Türkiye’de sofralık ve kurutmalık incir çeşitleri mevcut olup, Sarılop incir çeşidi kurutmalık olarak değerlendirilen en önemli çeşittir. Sarılop incir çeşidi üretiminin yoğun yapıldığı iller Aydın ve İzmir’dir [3, 4]. Bursa Siyahı ise sofralık incir çeşitleri içerisinde en önemlisi olup, Marmara Bölgesi’nde ve özellikle Bursa ilinde üretimi yoğun olarak yapılmaktadır [5, 6]. Bu çeşitler dışında çok sayıda farklı incir çeşit ve genotiplerinin de yerel olarak yetiştirilmektedir [7, 8, 9].

Kuru ve yaş incir insan beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Beslenme açısından önem arz eden

*Sorumlu yazar / Corresponding author: mustafakiralan@balikesir.edu.tr

incir; mineral, vitamin, lif, fenolik maddeler ve organik asitler açısından zengin bir meyvedir [10, 11]. Bunun yanında özellikle şeker bileşimi ve uçucu aroma bileşimi de incirlerin kendine özgü duyuşsal kalitesini oluşturmada önemli parametrelerdir. Hatay'da yetiştirilen Sarılop incir çeşidinin şeker bileşimini ağırlıklı olarak früktoz (10,7 g/100 g yaş ağırlık) oluşturduğu ve bunu 7,8 g/100 g yaş ağırlık ile glikoz takip ettiği Çalışkan ve Polat [12] tarafından bildirilmiştir. Bunun yanında aynı çalışmada, Bursa Siyahı incir çeşidinde de früktoz ve glikozun fazla miktarda bulunduğu, buna karşın Sarılop incir çeşidi ile kıyaslandığında ise bu bileşenlerin miktarının daha düşük olduğu (sırası ile 8,1 ve 6,3 g/100 g yaş ağırlık) bildirilmiştir. Gözleğçi ve ark. [13] tarafından yapılan çalışmada ise Antalya'da yetiştirilen Bursa Siyahı ve Sarılop incir çeşitlerinde HS-SPME/GC-MS yöntemi ile pulp ve kabuk kısmı ayrı ayrı analiz edilerek uçucu bileşimleri belirlenmiştir. Pulp ve kabuk kısmının uçucu bileşiminde ağırlıklı olarak aldehitlerin ve terpenlerin yer aldığı tespit edilmiştir. Mersin'den temin edilen Bursa siyahı ve Sarılop incir çeşitlerinde kabuk ve pulp kısımlarının kullanıldığı çalışmada uçucu aroma bileşimini ağırlıklı olarak terpenlerin oluşturduğu ve bunun yanında alkol ve esterlerin de yüksek miktarda tespit edildiği belirlenmiştir [14].

Türkiye'de ve yurt dışında incir çeşitlerinin şeker bileşimi üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur [15, 16]. Lakin bu çeşitlerin uçucu aroma bileşimi konusunda sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda, özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetişen çeşitler üzerinde çalışılmıştır. Coğrafi işaret almış Havran siyahı inciri, sınırlı bir lokasyonda yetişmekte ve ağırlıklı olarak sofralık olarak piyasaya sürülmektedir. Ayrıca, bu incirin duyuşsal özelliklerini oluşturan şeker bileşimi ve uçucu aroma bileşimi üzerine řu ana kadar herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmamızda, Havran Siyahı incirinin şeker bileşimi LC-RID ve uçucu aroma bileşimi ise HS-SPME/GC-MS teknikleri ile belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada 2022 yılında Balıkesir ili Havran ilçesinden aynı bahçeden 3 farklı ağaçtan alınan örnekler materyal olarak kullanılmıştır. Bahçe, denizden 33 m yükseklikte olup, yer altı suyu ile sulanmaktadır. Toprak yapısı kumlu/killi yapıda olup, nemli, pH'sı hafif-orta alkali karakterdedir. Her ağaç tekerrür olarak değerlendirilmiş, analizlerde ise

bu ağaçların her birinden alınan 2 paralelli örnekler şeker ve uçucu aroma analizinde kullanılmıştır. İncirler, mor renkte, herhangi fiziksel hasarı olmayan yani piyasaya uygun formdayken hasat edilmiştir. Analizler yapılıncaya kadar buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir.

Metot

Şeker bileşiminin belirlenmesi

İncirlerin şeker bileşiminin belirlenmesinde, Çalışkan ve Polat [17] tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek ekstraksiyon yapılmıştır. 5 g incir örneği (tüm meyve olarak) 50 mL'lik balon jøjeye tartılmış ve üzerine 25 mL saf su ilave edilmiş, ardından kapağı kapatılarak orbital çalkalayıcıda 30 dakika süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra kaba filtre kağımdan süzülen süzüntü 0,45 µm'lik filtreden (Sartorius RC, Goettingen, Almanya) geğirilmif ve HPLC'ye enjekte edilmek üzere viallere aktarılmıştır. İncir örneklerinin şeker içeriğinin belirlenmesi için yüksek performanslı sıvı kromatografisi LC2050C LT model (HPLC) ve refraktif indeks dedektörü RID 20A model (RID) Shimadzu marka cihaz kullanılmıştır. HPLC cihazının çalışma koşulları aşağıdaki gibidir.

•Kolon: Intersil NH₂ kolonu (250×4,6 mm; id 5 µm)

•Enjekte edilen miktar: 20 µl

•Akış hızı: 1 ml/dak.

•Taşıyıcı faz: CH₃CN:H₂O (75/25, v/v)

•Çalışma sıcaklığı: 40°C

•Hesaplama: Şeker konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır.

Bu amaçla sakaroz, glikoz ve früktoz (Sigma & Aldrich, St. Louis, MO) standartlarından 5 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp, HPLC analizleri yapılmış ve elde edilen verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak, eğriyi tanımlayan eşitlik hesaplanmıştır. Bu eşitlik kullanılarak, incirdeki şeker miktarları belirlenmiştir. Sonuçlar g/L olarak verilmiştir.

Şeker analizinde, 3 farklı ağaçtan alınan 6 örnek 2 paralel olacak şekilde ayrılmış ve bu örnekler analiz edilmiştir. Sonuçlar, Microsoft Excel programı kullanılarak değerlendirilerek, ortalama ve standart sapma olarak hesaplanmıştır.

Uçucu aroma bileşiminin belirlenmesi

İncirlerin uçucu aroma profillerinin belirlenmesinde, tepe boşluğu (HS)-katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniği uygulanmıştır. Ekstraksiyon sonrası, uçucu aroma bileşenlerinin belirlenmesinde Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi (GC/MS) cihazı kullanılmıştır.

Meyvenin farklı kısımlarından alınan 0,5 g örnek 10 mL'lik cam vialler içerisine konulmuş ve 2 ml 3M KCl solüsyonu eklenmiştir. 2 saat bu viallerde oda koşullarında bekletilmiştir. Daha sonrasında vial 60°C'deki blok ısıtıcısında vialin tepe boşluğuna 80 µm'lik Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) SPME fiberi daldırılarak 15 dakika bekletilerek tepe boşluğunda biriken uçucu bileşenlerin fiber üzerine adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Bu sırada vialin 250 rpm hızda 5 dakika karıştırma yapılarak uçucu bileşenlerin tepe boşluğunda toplanması artırılmıştır. Adsorbsiyon aşamasından sonra fiber GC enjeksiyon bloğuna enjekte edilmiştir. Daha sonra fiber üzerinde kalan bileşenlerin desorbe olması için enjeksiyon bloğunda 5 dakika bekletilmiştir.

Uçucu bileşenlerin analizi, Shimadzu QP2020 NX model GC/MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

- Taşıyıcı gaz: Helyum (akış hızı: 1 mL/dak.)
- Kolon: Rtx-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm)
- Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250°C
- Dedektör sıcaklığı: 250°C
- MS kaynağının sıcaklığı: 220°C
- MS kuadropol sıcaklığı: 220°C
- Enjeksiyon modu: Bölümlü (split mode, split oranı: 1:5)
- Elektron enerjisi: 70 eV
- Kütle aralığı: 29-425 atomik kütle ünitesi
- Fırın sıcaklık programı: 40°C 5 dakika tutulur; 40°C'dan 300°C'a kadar dakikada 4°C artacak şekilde; 300°C'da 20 dakika tutulur.

GC/MS analizleri yapılan bileşenlerin kütle spektrumları, Wiley, NIST, FFNSC 3 ve FFNSC 1,2 aroma kütüphaneleri ile karşılaştırılarak teşhis yapılmıştır. Bunun yanında tanımlamada, alifatik hidrokarbon standart maddeleri (C₇-C₄₀) verilerek Kovats indeks (Lineer retention indeks) değerleri hesaplanmış ve bu da tanımlamada kullanılmıştır.

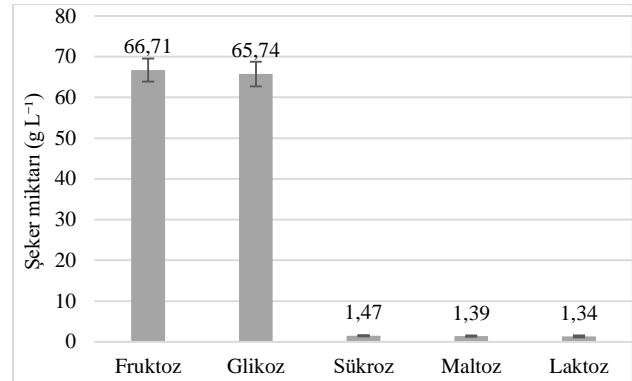
Uçucu aroma analizinde, 3 farklı ağaçtan alınan 6 örnek 2 paralel olacak şekilde ayrılmış ve bu örnekler analiz edilmiştir. Sonuçlar, Microsoft Excel programı kullanılarak değerlendirilerek, ortalama ve standart sapma olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şeker bileşimi

Araştırmada yer alan Havran Siyah İncirinin şeker bileşimi Şekil 1'de verilmiştir. Aynı bahçeden az sayıda örnek ile çalışılmasından dolayı karşılaştırmalı

istatistiksel metotlar kullanılmamıştır. Değerler, ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur.



Şekil 1. Havran Siyah İncirinin şeker bileşimi

Şeker bileşimi incelendiğinde früktoz ve glikoz oranı en fazla olarak tespit edilmiştir. Früktoz ortalama olarak 66,71 gL⁻¹ olarak belirlenirken, glikoz ise ortalama 65,74 gL⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Şeker bileşiminde diğer tespit edilen şeker bileşenleri ise sükroz, maltoz ve laktoz olup, bunlarında ortalama miktarı 1,5 gL⁻¹'nin altındadır.

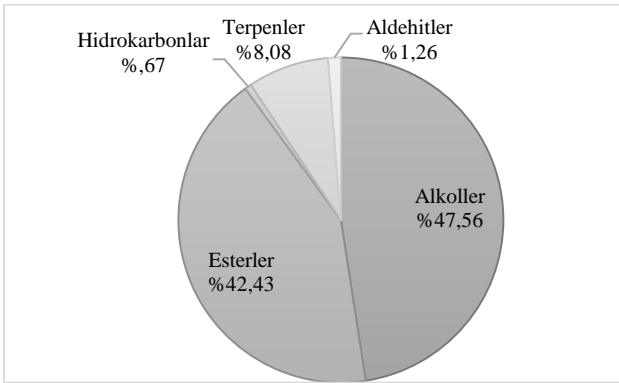
Çalışkan ve Polat [15], Bursa siyahı incir çeşidinde früktoz ve glikozu sırası ile 8,14 g/100 g ve 8,07 g/100 g olarak belirlemişlerdir. Bunun yanında sükroz (sakaroz) ise 0,12 g/100 g düzeyinde tespit edilmiştir. Kelebek ve ark. [10], taze Sarılop çeşidi incirlerin şeker bileşiminde baskın olarak glikoz ve früktozu belirlerken, miktarlarını sırası ile 115,96 g/kg ve 113,14 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Glikoz/früktoz oranını yaklaşık 1 olarak hesaplamışlardır. Araştırma sonuçları, Çalışkan ve Polat [15] ve Kelebek ve ark. [10]'nın belirlediği değerlere kıyasla daha düşük bulunmasına karşın ana bileşenler olarak tespit edilmeleri nedeni ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Glikoz/früktoz oranı da çalışmada 1'e yakın bulunmuştur. Bu değer, yapılan çalışmalar ile benzerlik teşkil ettiği söylenebilir.

Uçucu aroma bileşimi

Havran Siyah İncirinin uçucu aroma bileşiminin kimyasal gruplara göre dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir. Toplam bileşimde %47,56 ile alkoller ilk sırada yer alırken, bunu %42,43 ile esterler takip etmektedir. İncirin toplam aroma bileşiminde yer alma durumuna göre diğer tespit edilen kimyasal gruplar sırası ile terpenler (%8,08, toplam bileşim içerisindeki oranı), aldehitler (%1,26, toplam bileşim içerisindeki oranı) ve hidrokarbonlardır (%0,67, toplam bileşim içerisindeki oranı).

Sertkaya ve ark. [14], yaptıkları çalışmada Sarılop ve Bursa Siyahı inciri çeşitlerinin kabuk ve pulp

kısımlarında ayrı ayrı yaptıkları aroma profili değerlendirmesinde ağırlıklı olarak terpen grubu bileşenlerin yer aldığını ve bunu alkol ve esterlerin izlediğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçlarımızın, Sertkaya ve ark. [14]'nın araştırma bulguları ile kısmi olarak örtüşmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları ile literatür arasındaki farklılığın, araştırmada kullanılan meyvenin bütün olarak kullanılması, kullanılan yöntemlerdeki farklılıklardan ve ayrıca bölgede yetişen bu incirin yetiştirme koşullarının ve ekolojinin farklı olmasından kaynaklanabileceği belirtilebilir [12, 17].



Şekil 2. Havran Siyah İncirinin uçucu aroma bileşiminin kimyasal gruplara göre dağılımı

Kimyasal gruplar içerisinde yer alan bileşenler Çizelge 1'de verilmiştir. Alkol grubunda 7, ester grubunda 11, hidrokarbon grubunda 1, terpen grubunda 5 ve aldehit grubunda ise 2 bileşen belirlenmiştir.

Alkoller, Havran Siyah İncirinin toplam aroma bileşimi içerisinde en yüksek oranda tespit edilen bileşik grubudur. 3-metil-1-butanol ve 2-metil-1-butanol sırası ile %21,38 ve %18,59 oranında belirlenmiştir. Sertkaya ve ark. [14], terpenlerden sonra uçucu aroma bileşiminde alkollerin yer aldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Sarılop çeşidi incirin pulp ve kabuklarında en fazla miktarda benzil alkol, Bursa siyahının pulp ve kabuklarında ise bu bileşen yanında 2,3-butanediol bileşenini tespit etmişlerdir. Gözlekçi ve ark. [13] ise Bursa siyahı ve Sarılop incir çeşitlerinin kabuk kısımlarında en fazla oranda β -(Methylamino) etanol alkol grubunda yer alan bileşeni tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları, temel alkol bileşenleri açısından Sertkaya ve ark. [14] ve Gözlekçi ve ark. [13]'nın çalışmaları ile farklılık göstermemiştir.

Esterler, Havran Siyah İncirinde alkollerden sonra yer alan bileşik grubudur. Esterler, meyvemsi duyuşal his oluşturması açısından önemlidir. Etil 2-metilbutirat, Havran Siyah İncirinde en fazla oranda (%14,84) tespit edilen ester bileşenidir. Sertkaya ve ark. [14], metil hekzanoatı ester grubu içerisinde en

fazla miktarda Sarılop incir çeşitlerinin kabuk ve pulp kısmında belirlerken, Bursa siyahı incir çeşidinin kabuk ve pulp kısmında ise bu bileşen yanında metil elaidat temel ester grubu bileşenler olarak tespit edilmiştir. Gözlekçi ve ark. [13] ise Bursa siyahı ve Sarılop incirlerinde tek bir ester grubu bileşeni olan diisobutil fitalat belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, temel ester bileşenleri açısından Sertkaya ve ark. [14] ve Gözlekçi ve ark. [13]'nın çalışmaları ile farklılık gösterdiğini ve bunun çeşidin genetik özelliği yanında meyve iriliği ve meyve olgunlaşma döneminde de kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Havran Siyah İncirinde yer alan uçucu aroma bileşenleri

KI*	Bileşen	Ortalama (%)
Alkoller		
709	3-metil-1-butanol	21,38±0,52*
712	2-metil-1-butanol	18,59±0,55
848	1-Hekzanol	1,24±0,04
1028	2-etil hekzanol	2,58±0,06
1031	Benzil alkol	1,69±0,23
1111	Feniletıl alkol	1,49±0,05
1475	1-Dodekanol	0,59±0,04
Esterler		
731	Etil isobutirat	1,35±0,06
781	Etil bütirat	3,94±0,38
822	(E)-2-Butenoik asit etil ester	3,52±0,25
827	Etil 2-metilbutirat	14,84±0,38
832	Etil isovalerat	7,17±0,16
924	Etil tiglat	0,68±0,02
995	Etil hekzanoat	1,12±0,01
1002	Cis-3-hekzenil asetat	0,67±0,01
1010	Hekzil asetat	0,56±0,03
1043	Trans-2-Etil hekzanoat	0,42±0,05
1587	Propanoik asit, 2-metil-, 1-(1,1-dimiletıl)-2-metil-1,3-propanedil ester	8,16±0,99
Hidrokarbonlar		
845	p-ksilen	0,67±0,08
Terpenler		
915	α -pinen	0,26±0,01
1021	p-simen	0,58±0,03
1026	Limonen	6,64±0,23
1101	Linalol	0,40±0,03
1421	E-karyofillen	0,20±0,01
Aldehitler		
948	Benzaldehit	0,87±0,02
1105	Nonanal	0,39±0,04

*Veriler ortalama ve standart sapma şeklinde verilmiştir. KI: Kovats indeksi

Terpen grubu içerisinde en fazla belirlenen bileşen limonen olmuştur. Sertkaya ve ark. [14], Sarılop çeşidi incirlerin kabuklarında fazla miktarda DL-limonen belirlerken, β -karyofillen ise Bursa siyahı incir çeşidinin kabuklarında fazla miktarda belirlenmiştir. Gözlekçi ve ark. [13] ise Sarılop ve Bursa siyahı çeşitlerinin kabuk ve pulp kısımlarında en fazla oranda ise β -karyofillen bileşeninin yer aldığını bildirmişlerdir. Oran olarak ise bu bileşenin toplam uçucu aroma bileşiminin %15,98-22,38'lik kısmını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Araştırma

sonuçlarında en fazla yer alan bileşenin limonen olduğu ve Sertkaya ve ark. [14]'nın Sarılop çeşidi incirinin aroma profilinde en fazla yer aldığı limonen olması dolayısı ile benzerlik göstermektedir. Buna karşın Gözlekçi ve ark. [13]'nın Bursa siyahı ve Sarılop çeşitleri için belirlemiş olduğu bileşen β -karyofillen değeri, Havran Siyah İncirinde düşük oranda tespit edilmiştir.

Hidrokarbon grubunda sadece 1 bileşen, p-ksilen tespit edilmiştir. Bu bileşen, Sertkaya ve ark. [14]'nın yapmış oldukları çalışmada Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinin pulp ve kabuk kısımlarında tespit edilen bir uçucu bileşendir. Aldehitler ise incirin bileşiminde 2 bileşen ile yer almıştır. Bu bileşenler; benzaldehit ve nonanal olup. Sertkaya ve ark. [14]'nın Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinin uçucu bileşiminde tespit edilmişlerdir.

SONUÇ

Havran Siyah İncirinin şeker bileşiminde en fazla früktoz ve glikoz yer almaktadır. Früktoz/glikoz oranı 1'e yakındır. Uçucu aroma bileşiminde 5 kimyasal bileşen grubu yer almıştır. En fazla belirlenen gruplar, alkoller ve esterlerdir. Türkiye'de mevcut incir çeşitleri ile kıyaslandığında farklı bir aroma bileşimine sahip olduğu görülmektedir. Özellikle alkol ve esterlerin, meyvenin duyuşal hissi karakterize etmesi bakımından bu incirin duyuşal kalitesini de ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile mevcut literatürde yer almayan ve Coğrafi İşarete sahip Havran Siyah İncirinin şeker ve uçucu aroma bileşimi ortaya konmuştur. Havran Siyah İncirinin coğrafi işarete sahip olmasında en önemli ayırt edici özellikler şeker bileşimi ve uçucu aroma bileşimi olmuştur. Uçucu aroma bileşimi, diğer incir çeşitlerine göre farklılık sergilemesi nedeni ile en önemli ayırt edici özelliklerden olmuştur. Sınırlı alanda yetiştirilen bu incirin tanıtılması ve satış potansiyelinin artırılması açısından almış olduğu coğrafi işaret önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2023. <http://www.fao.org/faostat/en/> (Erişim Tarihi: 07.05.2023).
2. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2023. <https://tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 07.05.2023).
3. Ayar, A., Seferoğlu, H.G., Belge, A. 2022. Sarılop incir klonlarının fenolojik gözlem verileri ve ağaç gelişim özellikleri yönünden değerlendirilmesi.

4. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi 4(2):43-54.
4. Gençdağ, E., Görgüç, A., Yılmaz, F.M. 2019. Kuru incirin işlenmesi, kalite problemleri ve gıda endüstrisinin geliştirdiği yenilikçi yöntemler. Akademik Gıda 17(3):378-388.
5. Aksoy, U., Seferoğlu, G., Misirli, A., Kara, S., Sahin, N., Bulbul, S., Duzbastılar, M. 1992. Selection of the table fig genotypes suitable for Egean region. In 1. Turkish National Horticultural Congress Proceedings 1:545-548.
6. Çalışkan, O., Polat, A.A. 2008. Fruit characteristics of fig cultivars and genotypes grown in Turkey. Scientia Horticulturae 115(4):360-367.
7. Aksoy, U., H.Z. Can, A. Mısırlı, S. Kara, G. Seferoğlu, N. Sahin 2003. Fig (*Ficus carica* L.) selection study for fresh market in Western Turkey. Acta Hort. 605:197-203
8. Gozlekci, S. 2011. Pomological traits of fig (*Ficus carica* L.) genotypes collected in the west Mediterranean region in Turkey. J. Anim. Plant Sci. 21:646-652.
9. Simsek, E., Kilic, D., Caliskan, O. 2020. Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the Eastern Mediterranean of Turkey. Genetica 2020, 52:957-972.
10. Kelebek, H., Diblan, S., Kadiroğlu, P., Kola, O., Selli, S. 2018. Kurutma işlemlerinin incirlerin (*Ficus carica* L.) fenolik bileşikler, antioksidan kapasite ve diğer önemli bazı kalite kriterleri üzerine etkileri. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 33(2):127-136.
11. Ercisli, S., Tosun, M., Karlıdag, H., Dzubur, A., Hadziabulic, S., Aliman, Y. 2012. Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L.) genotypes from Northeastern Turkey. Plant Foods for Human Nutrition 67:271-276.
12. Caliskan, O., Polat, A.A. 2012. Effects of genotype and harvest year on phytochemical and fruit quality properties of Turkish fig genotypes. Spanish Journal of Agricultural Research (4):1048-1058.
13. Gozlekci, S., Kafkas, E., Ercisli, S. 2011. Volatile compounds determined by HS/GC-MS technique in peel and pulp of fig (*Ficus carica* L.) cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39(2):105-108.
14. Sertkaya, M., Guclu, G., Buyukkurt, O.K., Kelebek, H., Selli, S. 2021. GC-MS-Olfactometric screening of potent aroma compounds in pulps and peels of two popular Turkish fig (*Ficus carica* L.) cultivars by application of aroma extract

- dilution analysis. Food Analytical Methods 14(11):2357-2366.
- 15.Çalışkan, O., Polat, A.A. 2011. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. Scientia Horticulturae 128(4):473-478.
- 16.Teruel-Andreu, C., Sendra, E., Hernández, F., Cano-Lamadrid, M. 2022. How does cultivar affect sugar profile, crude fiber, macro-and micronutrients, total phenolic content, and antioxidant activity on *Ficus carica* leaves? Agronomy 13(1):30.
- 17.Çalışkan, O., Polat, A.A. 2012. Bazı incir çeşitlerinin fitokimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 49(2):201-208.

Comparison of The Effectiveness of Struvite and Some Commercial Fertilizers on The Growth of Lettuce

İbrahim ERDAL^{1*}, Rahma MEJRİ², Cennet YAYLACI³, Şevkiye Armağan TÜRKAN⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta; ORCID: 0000-0001-8177-948X

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta; ORCID: 0009-0006-9723-7734

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta; ORCID: 0000-0002-0212-917X

⁴Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta; ORCID: 0000-0003-0262-8873

Geliş Tarihi / Received: 19.06.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 26.09.2023

ABSTRACT

This paper aimed to examine the effectiveness of struvites obtained from NH₄ recovery from biogas liquid fermented products as fertilizers. For this, the effectiveness of two type of struvite (STR1 and STR2) on lettuce grown in acid and calcareous soils was compared with widely used commercial fertilizers, namely diammonium phosphate (DAP), monoammonium phosphate (MAP), triple superphosphate (TSP), and 20-20-20. Therefore, 200 mgkg⁻¹ phosphorus equivalent amount of each material was mixed with the soil. The study was performed as a pot experiment under greenhouse conditions. The experiment was arranged with three replications according to a completely randomized design, and each soil was evaluated individually. The results indicated that the treatments significantly affected the growth parameters and leaf SPAD values for each soil. In both soils, the highest plant fresh weight values obtained from STR1 and STR2 applications despite being in the same statistical group as DAP and 20-20-20 fertilizers in terms of their effectiveness. At the same time, it was observed that struvite applications in soils were either more effective or comparable to other chemical fertilizers in terms of other parameters. Overall, it can be concluded that both struvites are superior or comparable to other chemical fertilizers in the examined parameters.

Keywords: Chemical fertilizers, fertilizer efficiency, lettuce, struvite, yield parameters

Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması

ÖZ

Bu makale, biyogaz sıvı fermente ürünlerinden NH₄ geri kazanımından elde edilen struvitlerin gübre etkinliğini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bunun için iki struvitin (STR1 ve STR2) asit ve alkali topraklarda yetişen marul bitkisi üzerine olan etkinliği, yaygın olarak kullanılan ticari gübreler diamonyum fosfat (DAP), monoamonyum fosfat (MAP), triplesüperfosfat (TSP) ve 20-20-20 gübresiyle karşılaştırılmıştır. Bu nedenle, her bir materyalden 200 mgkg⁻¹ fosfora eşdeğer miktarda tartımlar yapılmış ve toprakla karıştırılmıştır. Deneme sera koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve her toprak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Her bir topraktan elde edilen sonuçlar, incelenen büyüme parametrelerinin ve yaprak SPAD değerlerinin uygulamalardan anlamlı ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Her iki toprakta da etkinlik açısından DAP ve 20-20-20 gübreleri ile aynı istatistiksel grupta yer almalarına rağmen en yüksek bitki yaş ağırlık değerleri STR1 ve STR2 uygulamalarında elde edilmiştir. Aynı zamanda her iki toprakta da struvite uygulamalarının diğer parametreler açısından ya daha etkili olduğu ya da diğer kimyevi gübrelere göre kıyaslanabilir düzeyde olduğu gözlenmiştir. Genel değerlendirme yapıldığında, her iki struvitin de incelenen parametrelerde diğer kimyasal gübrelere göre üstün veya karşılaştırılabilir olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal gübreler, gübre etkinliği, marul, struvit, verim parametreleri

INTRODUCTION

As the population continues to increase rapidly day by day, attempts to meet its needs for food and other agricultural products are becoming more important. Agricultural lands are the main area of crop production. However, agricultural areas are

gradually decreasing due to many reasons. Additionally, the fertility of agricultural soils is decreasing due to various factors. In this case, it is necessary to maximize yield from each unit of agricultural areas. One of the most successful approaches for increasing the soil fertility is through the use of fertilization. Chemical fertilizers are highly

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ibrahimerdal@isparta.edu.tr

effective in making the soils fertile, as they rapidly dissolve and have immediate effects on plant growth. However, their misuse can cause serious problems. The production of chemical fertilizers requires non-renewable energy and using natural resources, which not only leads to a rapid consumption of natural resources, but it also causes to numerous environmental problems.

Due to the excessive consumption of natural resources and possible environmental problems, environmentally friendly resources should be used as an alternative to chemical fertilizers. Struvite is one of the alternative sources that can be utilized for this purpose [1, 2, 3]. Struvite is a recovered crystalline chemical obtained from different types of sources such as wastewater. Struvite precipitation is mainly used to reduce the phosphorus and ammonium concentration in wastewaters that arise from different types of sources. The chemical formula of struvite is $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$ and it contains 12.5% P, 5.7% N, and 9.9% Mg on a theoretical basis [4]. The theoretical fertilizer value of struvite varies depending on the source and recovery process [5, 6, 7]. Struvite is slightly soluble in water and soil solutions, slow-release struvite has been found to be a highly effective source of phosphorus, nitrogen and magnesium for plants through both foliar and soil application [7, 8]. Numerous studies have shown that struvite is superior or comparable to most of the conventional P fertilizers on different plants [9, 10, 11]. It has been reported that struvites can compete with chemical fertilizers in various studies because they contain a significant amount of nutrients. In a study conducted by Uysal et al. [12], it was found that struvite precipitate obtained from yeast industry significantly affected fresh and dry weights, as well as nutrients and elements uptakes in tomato plants. The application of struvite to the soil in barley cultivation increased the soil P concentration, and at the same time, plant yield increased with increasing P and Mg uptake [13].

The aim of this study was to investigate the fertilizer efficiency of two struvite types in greenhouse lettuce cultivation and to compare the effects of struvite types and some chemical fertilizers in terms of their effects on plant growth and leaf SPAD value.

MATERIALS AND METHODS

Struvites and Chemical Fertilizers

In this study, two types of struvites (STR1 and STR2) were used. The struvites were obtained from a

liquid fermented product produced at Süleyman Demirel University, Engineering and Architecture Faculty, Environmental Engineering Department by Huseyin Yazıcı. The powdered form of the struvites is given in Figure 1.

The fertilizer effectiveness of struvites was determined by comparing them with widely used commercial fertilizers, namely diammonium phosphate (DAP), monoammonium phosphate (MAP), triple superphosphate (TSP), and 20-20-20 fertilizer. The elemental compositions of struvites and each commercial fertilizer are given in Table 1.



Figure 1. Powdered form of struvites recovered from liquid fermented product

Table 1. Elemental composition of struvites and commercial fertilizers used for the experiment

Total Nutrient Contents	STR1	STR2	DAP	MAP	TSP	20-20-20
Total P (%)	7.25	9.85	20.0	26.6	18.3	8.7
Total N (%)	2.61	2.77	18	12	-	20
Total K (%)	4.16	4.39	-	-	-	16.5
Total Ca (%)	0.88	0.82				
Total Mg (%)	2.92	2.64				
Total Zn (mg.kg ⁻¹)	186	117				
Total Fe (mg.kg ⁻¹)	536	755				
Total Mn (mg.kg ⁻¹)	72	67				
Total Cu (mg.kg ⁻¹)	7	11				

Experimental Soils

Acidic soil was brought from Rize, located in the Black Sea region of Türkiye, while the calcareous soil was taken from the agricultural research area of Isparta University of Applied Sciences. After the collection, the soils were dried for approximately 1 week until they reached an air-dry state, then sieved through a 1 cm sieve prior to filling them in each pot. Some important characteristics of the soils are provided in Table 2.

The study was performed as a pot experiment in greenhouse conditions over a two-month period and 2 kg of soil was used for each pot. Prior the planting, all the fertilizers and struvites were applied in powdered form to the soils at 200 mg.kg⁻¹ P, and then mixed by hand. No other fertilization was done. In addition, a set of 3 pots was used as a control group

in which no fertilizer was applied. Afterwards, seedlings were planted. One lettuce seedling was planted in each pot and left to grow for 2 months. The plants were watered with tap water at 70% of water holding capacity, and irrigation intervals were adjusted according to the plants demand. The experiment was arranged according to a completely randomized design with three replications. Each soil was evaluated individually.

Table 2. Some important characteristics of the soils used for the experiment

Properties	Acid Soil	Calcareous Soil
Organic Matter (%)	3.2	1.4
pH (1/2.5 Soil-Water)	5.5	7.8
EC (dS m ⁻¹ , 1/2.5 Soil-Water)	0.2	0.2
CaCO ₃ (%)	1.6	27
Texture	Clay Loam	Silty Loam
P (mg.kg ⁻¹)	7.1	6.7
K (mg.kg ⁻¹)	217	677
Ca (mg.kg ⁻¹)	3700	5600
Mg (mg.kg ⁻¹)	617	989
Fe (mg.kg ⁻¹)	7.6	3.1
Zn (mg.kg ⁻¹)	0.5	0.84
Mn (mg.kg ⁻¹)	6.5	2.8
Cu (mg.kg ⁻¹)	1.8	3.8

Plant Measurements

After a two-month growth period, the plants were harvested along with their roots. Before harvest, the soils were saturated with water to minimize root loss. The roots were cleaned from the soil by being washed with water, then were placed on the filter paper to minimize excess water (Figure 2-a). Head height and width of lettuce heads were measured by a ruler (Figure 2-b). The root collar diameter was measured at the junction point of root and head using a manual caliper (Figure 2-c). The length of the roots was determined using a ruler (Figure 2-d). Once the head and roots were separated, their weights were measured by digital scales.

Analytical Procedures

For struvite analysis, 1 g of sample was wet digested in a mixture of nitric and perchloric acid then analyzed for total P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn using an atomic absorption spectrophotometer. Nitrogen concentration was determined according to the Kjeldahl method, as described for chemical fertilizer analysis in [14]. For the soil analysis, air-dried soils were sieved through a 4 mm sieve. The pH and EC of the soils were measured in a soil/water suspension using a combined pH-EC meter. The texture, CaCO₃ and organic matter were measured using the methods described by Bouyoucos [15], Allison and Moodie [16] and Walkley and Black [17]

methods, respectively. Available P concentration in calcareous soil was determined according to Olsen [18], while in acid soil according to Bray and Kurtz [19]. Exchangeable cations (K, Ca, Mg) and DPTA-extractable microelements (Fe, Zn, Mn, and Cu) were determined as described by Jackson [20] and Lindsay and Norvell [21].



Figure 2. Plant measurements

SPAD Measurement

Leaf green color intensity was measured on four different leaves of each plant (four readings for each lettuce plant) after harvest from the mid-top leaf region with a SPAD 502 chlorophyll meter (Konica Minolta, Japan). The mean of four readings was accepted as one value of leaf green color intensity.

RESULTS

Head Weight, Height and Width

The effects of struvites and chemical fertilizers on the fresh weights, height and width of lettuce heads can be seen in Figure 3, Figure 4, and Figure 5, respectively. As shown in the figures, the treatments significantly affected these parameters ($P < 0.01$). In acid soil, the most effective applications on the head fresh weights were STR1 (133 g.plant⁻¹), STR2 (129 g.plant⁻¹), and 20-20-20 fertilizer (125 g.plant⁻¹). The lowest head weights were observed in the plants grown under control (46.7 g.plant⁻¹) and TSP (46 g.plant⁻¹) treated pots. Similar to the acidic soil, control and TSP were the least effective applications on the head fresh weight of the lettuce grown under calcareous condition. The head width of the plant

grown in acid soil varied between 14.30-23.20 cm, and the head height was between 10.7-17.3 cm. In calcareous soil, these changes were between 15.8-26 cm for head width and 14-18.2 cm for head height. Control group and TSP applications were found to be the most ineffective applications in both soils. It was observed that STR1, STR2, 20-20-20, and DAP fertilizers were the most effective applications for increasing the head width and height of plants grown in acid soil, followed by MAP fertilizer. In calcareous soil, the most effective applications on head width were STR1 and STR2. It was determined that STR2, STR1, 20-20-20, and DAP had similarly higher effects on head height values. Control group and TSP showed the lowest effect on lettuce height in calcareous soil as in acid soil. The overall effects of all treatments on lettuce growth can be seen in Figure 6.

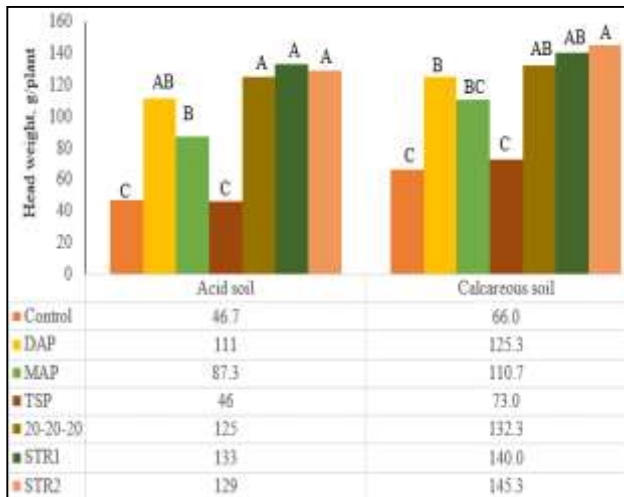


Figure 3. Effect of treatments on head fresh weight of lettuce

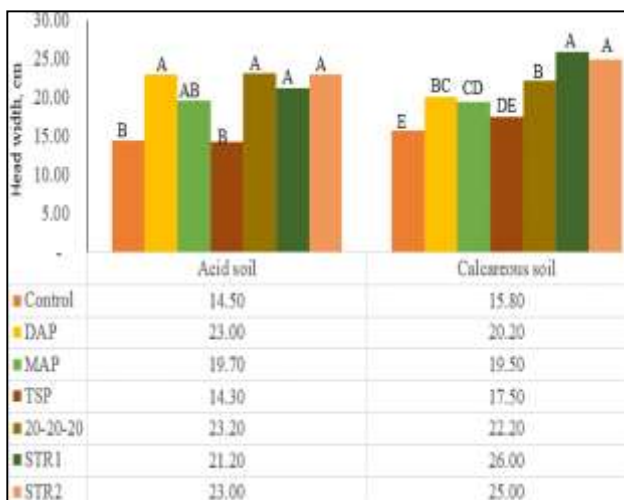


Figure 4. Effect of treatments on the head width of lettuce

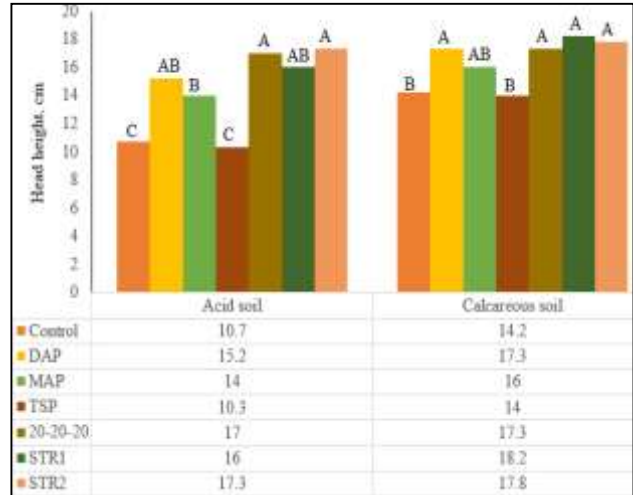


Figure 5. Effect of treatments on the head height of lettuce



Figure 6. Effects of the treatments on lettuce growth

Root Weight, Root Length and Root Collar Diameter

The different applications had a significant effect on root weight and root length in acid and calcareous soils ($P < 0.01$). Root weight per plant ranged between 7.4 and 12.2 g under acid soil conditions (Figure 7). In acidic soil STR1 had the most significant effect on root fresh weight, the control group had the least. Similarly, in calcareous soil, control group plants had the lowest weight at 5.9 g per plant. Under calcareous conditions, control group was the least effective in promoting root weight, followed by both struvites. MAP fertilizer showed the highest effectiveness in calcareous soil with a fresh root weight of 11.8 g per plant. However, MAP took place at the partially in same statistical group with DAP, TSP, 20-20-20, and STR1. STR2 ranked below all these fertilizers in terms of its effect on root development (Figure 7).

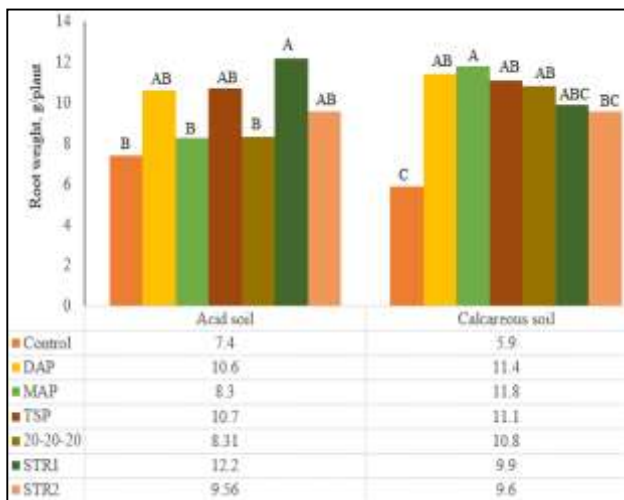


Figure 7. Effect of treatments on root fresh weight

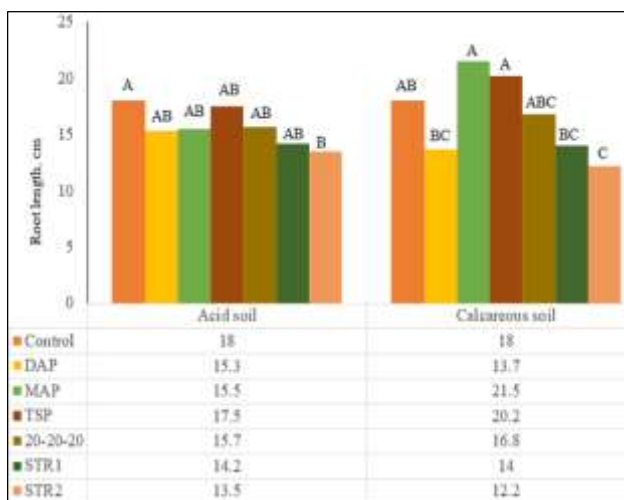


Figure 8. Effect of treatments on root length

Regarding root length, it was seen that the length of roots varied between 13.5 cm (STR1) and 18 cm (control) in acid soil, and between 12.2 cm (STR2) and 21.5 cm (MAP) in calcareous soils (Figure 8). As indicated here, control treatment on acidic soils and MAP and TSP treatments on calcareous soils had the longest root lengths compared to other treatments. The treatments had a significant effect ($P < 0.01$) on root collar diameters in both types of soil (Figure 9). The variations in root collar diameters of the plants grown in acid soil were between 1.05 cm (control) and 1.44 cm (STR1), while in calcareous soil, they were between 1.0 cm (control) and 1.42 cm (STR2).

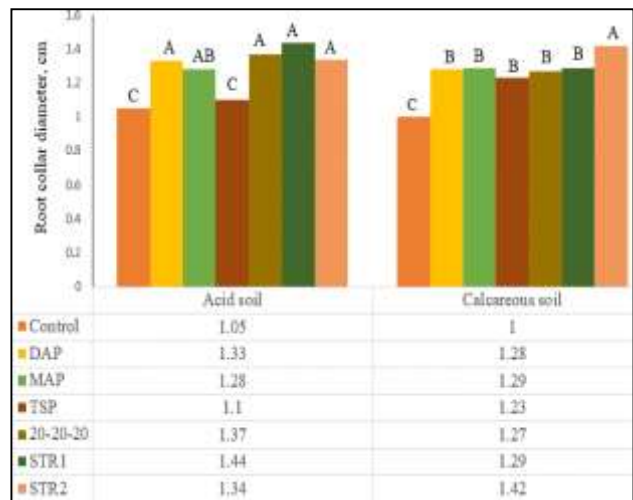


Figure 9. Effect of treatments on root collar diameter

Leaf Number and SPAD Value

The number of leaves on plants grown in acid soil ranged between 21.3 and 26.3, while in calcareous soil, it varied between 21 and 25.3 (Figure 10). In acid soil, the plants treated with TSP (21.3) and those in the control group control (22.0) had the lowest number of leaves, while the DAP-treated group had the most leaves (26.3). The effects of DAP and struvite applications (24.0 for STR1 and 24.7 for STR2) on the number of leaves were found to be partially in statistically similar. In calcareous soil, the control group with 21 leaves was the least effective treatment, followed by TSP and MAP applications with 22.7 and 23 leaves, respectively. The 20-20-20 fertilizer (25.3) was the most effective treatment for increasing lettuce leaf count, followed by DAP and STR2, and STR1, respectively. However, the effects of 20-20-20, DAP, STR2 and, STR1 were found to be statistically similar.

The effects of struvites and other chemical fertilizers on the SPAD values of lettuce leaves were found to be significant ($P < 0.01$) in both acid and calcareous soils (Figure 11). In both types of soil, the

leaves of the plants in the control application were in the lowest group in terms of leaf SPAD values. However, the STR1 was the most effective application at increasing leaf SPAD values in both soils. The SPAD value for plants grown under STR1 conditions was 27.8 and 28.9 for acid and calcareous soils, respectively. Although DAP, MAP, 20-20-20, and STR2 in acid soil, and DAP, 20-20-20, and STR2 in calcareous soil were not as effective as STR1, they were partially in similar statistical group with STR1.

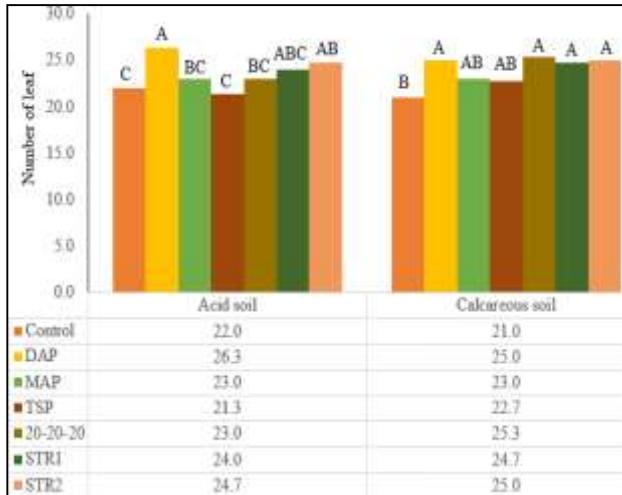


Figure 10. Effect of treatments on the number of leaves

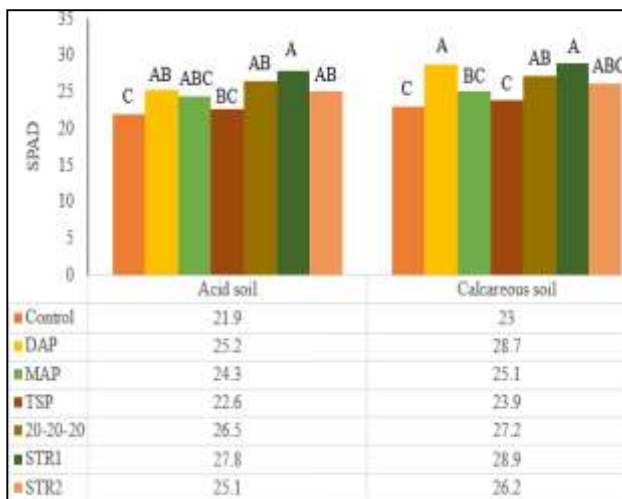


Figure 11. Effect of treatments on the leaf SPAD value of lettuce leaf

DISCUSSION

The results of the experiment showed that both struvite and chemical fertilizer applications had a positive effect on plant growth parameters, resulting in an increased lettuce head and root growth. The increases in lettuce head fresh yield and yield

parameters indicated that struvites were found to be either superior or compatible with the chemical fertilizers used in the experiment. Similar results have been reported in previous studies on the effectiveness, compatibility, or superiority of different originated struvites on plant growth [9, 12, 22, 23]. In a study conducted by Siciliano [24], the impact of struvite precipitate on spinach growth under greenhouse conditions was investigated and compared to commercial fertilizers. The researcher observed that struvite fertilizer was found to be significantly more effective than a commercial complex fertilizer and the control group. The effectiveness of the struvites on head yield can be attributed to their nutrient contents. Although struvite is slightly soluble in water (1-5%) [25, 26], a much previous laboratory-based work has suggested that it is as effective as highly soluble mineral P fertilizer as a source of phosphorus for plants. One of the reasons for the effectiveness and superiority of struvites over most of the chemical fertilizers can be explained by their slow but sufficient release of nutrients [27]. Although the solubility of struvites is slow, some plants have the ability to produce some organic acids that enhance the solubility of struvite from roots. Lettuce is considered to be one of these plants [28]. The results showed that plants treated with struvite and composed fertilizer had shorter root elongation compared to other treatments. This may be due to the efforts of the roots to reach and access the deficient nutrient elements in the growing environment [29]. Although the roots are shorter under struvite and compound fertilizer applied conditions, their weights were close or even superior to other efficient fertilizers, especially under acid soil conditions. This indicates that the root structures of plants grown under struvite applied conditions are shorter but more denser. The superiority or equivalency of struvites in terms of leaf number and root collar diameter compared to composed fertilizers can be explained by the same reasons as observed in head weight, width, and height. While there are different perspectives on whether SPAD directly expresses the chlorophyll amount of the plant, estimating the chlorophyll levels by SPAD measurements is a common approach used by many researchers. Therefore, although direct chlorophyll measurement was not performed in the study, it is possible to say something about chlorophyll content just by looking at the obtained SPAD values. Accordingly, when the applications were evaluated, it was observed that the applied struvite, particularly STR1, showed a competitive performance especially with NP or NPK fertilizers, and even exhibited superiority. The likely cause of this situation may be explained by the presence of Mg and other nutritional

elements other than N and P in the composition of struvite. As is well known, N and Mg are the main nutrients involved in chlorophyll formation [30, 31, 32]. Mg has a direct effect on the development of the plant and may enhance P uptake, thereby supporting increased plant growth through its synergistic effect with P [33, 34]. In another study, it was determined that struvite fertilizer (phosgreen), a commercial product derived from sewage waste, approximately doubled the chlorophyll levels in lettuce plant compared to superphosphate fertilizer. It has been stated that this increase may be attributed to the presence of N and Mg alongside to P in the phosgreen fertilizer [35].

In conclusion, both struvites examined in this study were found to be competitive and even superior to other commercial fertilizers in terms of plant growth parameters and SPAD values. Therefore, it is concluded that both struvites are valuable fertilizer sources for promoting and enhancing the growth of lettuce plant. In addition, it can be stated that struvite has different effects on different soil properties.

REFERENCES

1. Min, K.J., Kim, D., Lee, J., Lee, K., Park, K.Y. 2019. Characteristics of vegetable crop cultivation and nutrient releasing with struvite as a slow-release fertilizer. *Environmental Science and Pollution Research*, 26:34332-34344.
2. Vasa, T.N., Chacko, S.P. 2021. Recovery of struvite from wastewaters as an eco-friendly fertilizer: Review of the art and perspective for a sustainable agriculture practice in India. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 48:101573.
3. Carreras-Sempere, M., Biel, C., Viñas, M., Guivernau, M., Caceres, R. 2022. The use of recovered struvite and ammonium nitrate in fertigation in a horticultural rotation: agronomic and microbiological assessment. *Environmental Technology*, pp:1-17.
4. Latifian, M., Liu, J., Mattiasson, B. 2012. Struvite-based fertilizer and its physical and chemical properties. *Environmental Technology* (<https://doi.org/10.1080/09593330.2012.676073>) 33(24):2691-2697.
5. Rahman, M.M., Salleh, M.A.M., Rashid, U., Ahsan, A., Hossain, M.M., Ra, C.S. 2014. Production of slow release crystal fertilizer from wastewaters through struvite crystallization-A review. *Arabian Journal of Chemistry* 7(1):139-155.
6. Taddeo, R., Honkanen, M., Kolppo, K., Lepistö, R. 2018. Nutrient management via struvite precipitation and recovery from various agro-industrial wastewaters: Process feasibility and struvite quality. *Journal of Environmental Management* 212:433-439.
7. Nageshwari, K., Senthamizhan, V., Balasubramanian, P. 2022. Sustaining struvite production from wastewater through machine learning based modelling and process validation. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53:102608.
8. Liu, Y., Kumar, S., Kwag, J. H., Ra, C. 2013. Magnesium ammonium phosphate formation, recovery and its application as valuable resources: A review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (<https://doi.org/10.1002/jctb.3936>) 88(2):181-189.
9. Hilt, K., Harrison, J., Bowers, K., Stevens, R., Bary, A., Harrison, K. 2016. Agronomic response of crops fertilized with struvite derived from dairy manure. *Water, Air, and Soil Pollution*, 227:1-13 (<https://doi.org/10.1007/s11270-016-3093-7>).
10. Wen, G., Huang, L., Zhang, X., Hu, Z. 2019. Uptake of nutrients and heavy metals in struvite recovered from a mixed wastewater of human urine and municipal sewage by two vegetables in calcareous soil. *Environmental Technology and Innovation*, 15:100384.
11. Valle, S.F., Giroto, A.S., Dombinov, V., Robles-Aguilar, A.A., Jablonowski, N.D., Ribeiro, C. 2022. Struvite-based composites for slow-release fertilization: a case study in sand. *Scientific Reports*, 12(1):1-14.
12. Uysal, A., Demir, S., Sayilgan, E., Eraslan, F., Kucukyumuk, Z. 2014. Optimization of struvite fertilizer formation from baker's yeast wastewater: growth and nutrition of maize and tomato plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 21:3264-3274.
13. Bastida, F., Jehmlich, N., Martínez-Navarro, J., Bayona, V., García, C., Moreno, J.L. 2019. The effects of struvite and sewage sludge on plant yield and the microbial community of a semiarid Mediterranean soil. *Geoderma*, 337:1051-1057.
14. Kacar, B., Kutuk C. 2010. *Fertilizer Analysis*. Nobel Academy Press, Ankara. 372p.
15. Bouyoucos, G.L. 1951. A Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43(9):434-438. (<https://doi.org/10.2134/agronj1951.0002196200430009005x>).
16. Allison, L.E., Moodie, C.D. 1965. *Carbonate. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9:1379-1396.

17. Walkley, A., Black, I.A. 1965. An Examination of the Method for Determining Soil Organic Matter and Proposed Modification of the Acid Titration Method. *Journal of Soil Science*, 37:29-38.
18. Olsen, S.R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circ. U.S. Dep. Agric.*, pp:939.
19. Bray, R.H., Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59(1):39-46.
20. Jackson, M.L. 1967. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 498p.
21. Lindsay, W.L., Norvell, W. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of American Journal* (<https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>) 42(3):421-428.
22. Watson, C., Clemens, J., Wichern, F. 2019. Plant availability of magnesium and phosphorus from struvite with concurrent nitrification inhibitor application. *Soil Use and Management* 35(4):675-682.
23. Yetilmezsoy, K., Kocak, E., Akbin, H.M., Özçimen, D. 2020. Utilization of struvite recovered from high-strength ammonium-containing simulated wastewater as slow-release fertilizer and fire-retardant barrier. *Environmental Technology*, 41(2):153-170.
24. Siciliano, A. 2016. Assessment of fertilizer potential of the struvite produced from the treatment of methanogenic landfill leachate using low-cost reagents. *Environmental Science and Pollution Research*, 23:5949-5959.
25. Ackerman, J.N., Zvomuya, F., Cicek, N., Flaten, D. 2013. Evaluation of manure-derived struvite as a phosphorus source for canola. *Can. J. Plant Sci.* 93:419-424.
26. Cabeza, R., Steingrobe, B., Römer, W., Claassen, N. 2011. Effectiveness of recycled P products as P fertilizers, as evaluated in pot experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 91:173-184.
27. Talboys, P.J., Heppell, J., Roose, T., Healey, J.R., Jones, D.L., Withers, P.J. 2016. Struvite: a slow-release fertilizer for sustainable phosphorus management? *Plant and Soil* 401:109-123 (<https://doi.org/10.1007/s11104-015-2747-3>).
28. Ahmed, N., Shim, S., Won, S., Ra, C. 2018. Struvite recovered from various types of wastewaters: Characteristics, soil leaching behaviour and plant growth. *Land Degradation and Development* 29(9):2864-2879.
29. Vysotskaya, L., Akhiyarova, G., Feoktistova, A., Akhtyamova, Z., Korobova, A., Ivanov, I., Kudoyarova, G. 2020. Effects of phosphate shortage on root growth and hormone content of barley depend on capacity of the roots to accumulate ABA. *Plants* 9(12):1722.
30. Marschner, H. (Ed.) 2011. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic press.
31. Kacar, B., Katkat, V.A. 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849. *Fen Bilimleri*, 30(5).
32. Erdal, I. 2023. Bitki Besleme, Makro Elementler. Hasad Yayıncılık.
33. Plaza, C., Sanz, R., Clemente, C., Fernández, J. M., González, R., Polo, A., Colmenarejo, M.F. 2007. Greenhouse evaluation of struvite and sludges from municipal wastewater treatment works as phosphorus sources for plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(20):8206-8212 (<https://doi.org/10.1021/jf071563y>).
34. González-Ponce, R., López-de-Sá, E.G., Plaza, C. 2009. Lettuce response to phosphorus fertilization with struvite recovered from municipal wastewater. *HortScience* 44(2):426-430.
35. Jama-Rodzeńska, A., Chohura, P., Gałka, B., Szuba-Trznadel, A., Falkiewicz, A., Białkowska, M. 2022. Effect of different doses of phosgreen fertilization on chlorophyll, K, and Ca content in Butterhead Lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in peat substrate. *Agriculture* 12(6):788.

Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Mehmet Ali SARIDAŞ¹, Burcak KAPUR², Eser ÇELİKTOPUZ³, Sevgi PAYDAŞ KARGI^{4*}

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-5180-1874

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0001-6131-4458

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-5355-1717

⁴Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0001-5781-8581

Geliş Tarihi / Received: 04.08.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 26.09.2023

ÖZ

Çalışmada, farklı sulama düzeylerinin çileklerde bazı meyve ve bitki kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkisel materyal olarak; tat, aroma ve verim gibi parametreler açısından seçilmiş üstün özellikli genotipler ('33', '36', '59', '61' ve '112') ile 'Rubygem', 'Sabrina' ve 'Festival' gibi bazı önemli ticari çilek çeşitleri kullanılmıştır. İspanyol tipi yüksek tünel altında yetiştirilen bitkilere, tam (IR 100) ve kısıtlı sulama (IR 50) uygulanmıştır. Çalışmada meyve et sertliği, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı, meyve dış renk değerleri, titre edilebilir asit miktarı, gövde sayısı ve eni incelenmiştir. Söz konusu kalite parametreleri etkin hasat dönemi (Mart, Nisan, Mayıs ayları) boyunca belirlenmiştir. Çalışmada sulama seviyesi, genotip ve meyve hasat zamanına göre, meyve et sertliğinin 0,48 lb.inch⁻² ile 2,40 lb.inch⁻²; suda çözünebilir toplam kuru madde miktarının %5,23 ile %12,00; titre edilebilir asit miktarının %0,56 ile %1,64; gövde sayısının 3,5 adet.bitki⁻¹ ile 11,5 adet.bitki⁻¹; gövde çapının 38,3 mm ile 83,7 mm arasında dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak seçilmiş genotiplerin meyve et sertliklerinin geliştirilmesi gerektiği, kısıtlı sulama uygulamasıyla bunun kısmen sağlanabileceği görülmüştür. En yüksek meyve renk canlılığının '33' kodlu, en tatlı meyvelerin ise '36' kodlu genotipler tarafından üretildiği dikkati çekmiştir. Sonuç olarak; çilek yetiştiriciliğinde uygun genotip seçimi yanında hasat zamanı ve sulama gibi kültürel işlemlerin meyve kalitesi üzerine çok önemli etki yaptığı açıkça ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Fragaria* × *anannassa*, melezleme ıslahı, stres, yeme kalitesi

The Effects of Limited Irrigation on Fruit Quality Parameters During the Active Harvest Period in Selected Superior Genotypes and Commercial Strawberry Cultivars

ABSTRACT

The study investigated the effects of different irrigation levels on certain fruit and plant quality parameters in strawberries. As plant materials, important commercial strawberry cultivars such as 'Rubygem', 'Sabrina' and 'Festival' alongside selected superior genotypes ('33', '36', '59', '61' and '112') and found to be quite satisfactory in terms of parameters such as taste, aroma and yield were used. Full (IR 100) and limited irrigation (IR 50) were applied to plants grown under Spanish type high tunnel. Fruit flesh firmness, total soluble solid content, external fruit color values, titratable acidity, stem number, and width were examined as quality parameters throughout the effective harvesting period (March, April, May). The results revealed that fruit flesh firmness ranged from 0.48 lb.inch⁻² to 2.40 lb.inch⁻², soluble solid content varied between 5.23% and 12.00%, titratable acidity ranged from 0.56% to 1.64%, stem number ranged from 3.5 per plant to 11.5 per plant, and stem width showed a distribution between 38.3 mm and 83.7 mm, depending on irrigation level, genotype, and fruit harvesting time. As a conclusion, it was evident that the fruit flesh firmness of the selected genotypes needs improvement, and limited irrigation could partially achieve this. The genotype coded '33' exhibited the highest fruit color saturation, while the sweetest fruits were produced by genotype '36'. Therefore, proper selection of genotypes, as well as cultural practices such as harvesting time and irrigation, play a crucial role in determining fruit quality in strawberry cultivation.

Keywords: *Fragaria* × *anannassa*, cross-breeding, stress, eating quality

*Sorumlu yazar / Corresponding author: sevpay@cu.edu.tr

GİRİŞ

Son yıllarda çilek meyvesi ile sağlık ilişkileri konusundaki çalışmalar, içeriğindeki bileşiklerin tüketicilere yüksek miktarda doğal antioksidan sağladığını ortaya koymuştur. Çilek meyvelerinin; elma, şeftali, üzüm, domates, portakal ve kividenden, 2 ila 7 kat daha fazla antioksidan kapasitesine sahip oldukları bildirilmiştir [31, 26]. Bilindiği gibi yüksek besin içeriği yanında fonksiyonel gıdalar; kanser, obezite, iltihap, kalp ve damarla ilgili patolojilerde hastalık riskini azaltmaktadır [12, 27]. Çileğin sağlık açısından bu derece önemli olması tüketimini arttırmış, bu da çilek yetiştiriciliğini hem Dünya’da hem de Ülkemizde teşvik etmiştir. Nitekim Ülkemizde 2022 yılında 728.112 ton çilek üretilmiştir [28]. Yetiştirilen çeşitlerin genetik yapıları ve çevreyle ilgili isteklerindeki farklılıklar; üreticilerin, bitki besleme ve sulama gibi konularda sorunlar yaşamasına yol açmaktadır. Su kaynaklarının, çevre kirliliği, küresel ısınma-iklim değişikliği, artan nüfus ve gelişen endüstri nedeniyle giderek azaldığı ve kullanım özelliğini yitirdiği ve yine suyun en fazla tarımda kullanıldığı bilinen gerçeklerdendir. Uygun sulama düzeyinin belirlenmesi yanında, farklı sulama düzeyleriyle çilek tüketiminde önemli olan tat ve aroma bileşimlerinin geliştirilebileceği bilinmektedir. Bu kapsamda kısıtlı sulama koşullarına maruz bırakılan ‘279/4’ ve ‘279/5’ kodlu genotiplerden elde edilen meyvelerde önemli düzeyde değişim gözlemlenmezken, ‘253/29’ kodlu genotipde meyvelerin yaklaşık 1,7 kat küçüldüğü tespit edilmiştir [4]. Yine kısıtlı sulama ile şekerlerin ve organik asitlerin önemli düzeyde artması yanında ‘Flamenco’ çeşidinde bu koşullarda birçok bireysel fenollerin de yükseldiği bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer çeşitte ise, şeker ve organik asit içeriklerinin, yüksek ve düşük tarla kapasitesi koşullarında, kısıtlı sulamaya göre önemli ölçüde (1,7-1,8 kat) yüksek bulunduğu saptanmıştır [32]. Yapılan bir çalışmada, kısıtlı sulama koşullarına maruz bırakılan çilek çeşitlerinde; toplam fenol, toplam antosiyanin, antioksidan aktivitesi ve şeker içerikleri gibi incelenen bütün biyokimyasal özelliklerin arttığı rapor edilmiştir [1]. Sarıdaş ve ark. [23] çalışmalarında 4 farklı sulama rejimi altında (IR50, IR75, IR100 ve IR125) ‘Kabarla’ çilek çeşidinde aktif hasat dönemi boyunca yaprak demir içeriklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, sulama seviyelerine bağlı olarak yapraktaki demirin değiştiği ve IR100’e kadar artan sulamayla birlikte demirin azalmasına karşın, IR125’de en yüksek düzeye ulaştığı belirtilmiştir. Kapur ve ark. [11], farklı sulama rejimlerinin (IR50,

IR75, IR100 ve IR125) sağlık ve tatla ilgili bileşikler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu kapsamda çeşidin önemli olduğu ve kısıtlı sulama koşullarında (IR50 ve IR75) suda çözünebilir kuru madde ve antioksidan aktivitesinin arttığı bildirilmiştir. Paliwoda ve ark. [18], oniki farklı *Pantoea*, *Bacillus*, *Azotobacter* ve *Pseudomonas* cinsi rizosfer bakteri suşlarını çilek bitkilerine aşılama kuraklık stresine tepkilerini ölçmüşler ve *Bacillus* sp. DLGB2, DKB26 suşları ile *Pantoea* sp. DKB63, DKB70, DKB68, DKB64 ve DKB65 suşlarının su stresindeki çilek bitkilerine olumlu etkilerinin olduğunu görmüşlerdir. Zahedi ve ark. [35], Camarosa ve Gaviota çilek çeşitlerine %100, %75, %50 ve %25 tarla kapasitesine göre su uyguladıkları çalışmalarında; Camarosa çeşidinin kuraklığa diğer çeşitten daha tolerant olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırma ekibi [36] kuraklığa karşı çileklere SiO₂ ve SiO₂-NP’lerin uygulanmasının kuraklığa toleransı arttırdığını rapor etmişlerdir.

Yapılan literatür incelemelerinden, çilek türlerinin hatta türler içerisinde yer alan çeşitlerin uygulanan su miktarına; meyve kalitesiyle ilgili parametreler bakımından farklı tepkiler verdikleri açıkça görülmektedir. Bu kapsamda melezleme ıslahı yöntemiyle elde ettiğimiz (TÜBİTAK-TOVAG-2140138 no.lu projeden) seçilmiş üstün özellikli çilek çeşit adayları ile ticari olarak bu bölgede yaygın şekilde yetiştirilen bazı çeşitler kısıtlı sulama koşullarında etkin hasat periyodu süresince meyve kalite kriterleri açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu çalışma, ileride yapılacak ıslah çalışmalarına ışık tutacaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanının denizden ortalama yüksekliği 40 m’dir. Yörenin çok yıllık yağış ortalaması 654,6 mm’dir. Yılın en yağışlı geçen ayları Kasım, Aralık, Ocak, Şubat; en kurak ayları ise, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül’dür. Toplam yağışın %50’si kış aylarında düşmekte olup, yağışın büyük bir bölümü yağmur şeklindedir. Denemede bitkisel materyal olarak; Sabrina, Rubygem ve Festival çilek çeşitleri ile “33”, “36”, “59”, “61” ve “112” no.lu seçilmiş üstün özellikli melez genotipler kullanılmıştır. Söz konusu bitkisel materyale ait özellikler Türemiş ve Ağaoğlu [29] ile Sarıdaş [21] tarafından verilmiştir.

Bitkiler, 6,5 m eninde 2,75 m yüksekliğinde, 40 m uzunluğunda üzeri 36 ay ömürlü UV, IR, AB, EVA, LD katkılı plastikle örtülü İspanyol tipi

yüksek tüneller altında yetiştirilmiştir. Dikim; eni 65-70 cm, yüksekliği 35 cm ve üzeri siyah renkli 20 mikron kalınlığında polietilen örtülerle kaplanmış seddelere yapılmıştır. İki sedde arası mesafe 35-40 cm olup, bitkiler seddeler üzerine çift sıra olarak 30 cm aralıklarla üçgen şeklinde 18 Eylül'de dikilmişlerdir. Dikimden itibaren söz konusu bitkilere sulama, gübreleme ve ilaçlama işlemleri eşit ve kontrollü olarak bitki ve toprak istekleri doğrultusunda ve önceki çalışmalarımıza göre yapılmıştır.

Çalışmada iki farklı sulama konusu ele alınmış olup, bunlar; Tam sulama IR100 konusu, uygulanacak suyun yarısının verileceği konu ise, IR50 olarak adlandırılmıştır. Damla sulamada, sedde üzerindeki iki sıra bitkinin arasına gelecek şekilde döşenen lateral hattına 30 cm aralıkla 4 lt.sa⁻¹ debili birer adet damlatıcı bulunmaktadır. Deneme fidelerinin yüksek tünele dikimini takiben bitkilere can suyu verilmiştir. Ayrıca; fidelerin yetiştirme ortamı koşullarına adaptasyonunu sağlamak amacıyla denemedeki tüm bitkilere üç adet trifoliat yaprak oluncaya kadar aynı miktarda sulama suyu verilmiştir. Bu dönemden sonra farklı sulama seviye uygulamalarına geçilmiştir. Sulama suyu hesaplanmasında A sınıfı buharlaşma havuzundan elde edilen buharlaşma değerleri esas alınmıştır. Bitki pan katsayısı; IR50 uygulaması için 0.5, IR100 uygulaması için 1 olarak alınmıştır. Su miktarları; aşağıdaki formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır. IR100 hesaplanması;

$$IR = A \times Eo \times P \times Kcp$$

$$IR = \text{Sulama suyu miktarı (lt)}$$

$$A = \text{Sulama alanı (m}^2\text{)}$$

$$Eo = \text{Klass A pan'dan ölçülen değer (mm)}$$

$$Kcp = \text{Bitki pan katsayısı}$$

$$P = \text{Bitki örtü yüzdesi (\%)}$$

Bitkilerde etkin hasat dönemi olan Mart, Nisan ve Mayıs aylarında tesadüfi olarak seçilen 5 meyvede 3 tekrarlı olarak aşağıdaki analizler yapılmıştır.

•*Meyve Et Sertliği (lb.inch⁻²):* Ölçümler 3 mm uçlu meyve et sertlik ölçer ile meyvelerin ekvatorial bölgesinin iki tarafından yapılmıştır.

•*Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı (%):* Meyve suyunda el refraktometresi ile belirlenmiştir.

•*Meyve Dış Renk Ölçümleri:* Renk ölçer ile meyvenin her iki dış tarafından, L, a, b Hunter lab değerleri olarak belirlenmiştir. Elde edilen L (koyuluk-açıklık), a (yeşillik-kırmızılık) ve b (mavilik-sarıklık) değerlerinden Hue ve Chroma değerleri hesaplanmıştır.

•*Titre Edilebilir Asit İçeriği (%):* 1 ml meyve suyuna 50 ml saf su eklenerek 0,1 N'lik NaOH ile

pH 8.2 olana kadar titre edilerek harcanan sodyum hidroksit miktarı belirlenmiştir. Daha sonra aşağıdaki formülden meyvelerin toplam titre edilebilir asit miktarına ulaşılmıştır.

$$\text{Sitrik Asit: Sitrik Asit Sabiti (0,007)} \times \text{Harcanan NaOH} \times \text{NaOH Faktörü} \times 100$$

Ayrıca etkin hasat dönemi olan Mart, Nisan ve Mayıs aylarında bitkilerde gövde sayısı ve çap ölçümleri aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

•*Gövde Sayısı (adet.bitki⁻¹):* Ayda bir kez her uygulamadan 3 bitkinin gövde sayısı bitki başına adet olarak belirlenmiştir.

•*Gövde Çapı (cm):* Ayda bir kez her uygulamadan en az 3 bitkinin gövde çapı kumpas yardımı ile gövdenin tam orta kısmından ölçülmüştür.

Deneme tesadüf bloklarında dönem tekrarlı bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 30 bitki kullanılmıştır. Ana parsellere 2 farklı sulama rejimi, alt parsellere çeşitler yerleştirilmiştir. Meyve analizleri ile bitki gövde ölçümlerinin yapıldığı Mart-Nisan-Mayıs ayları ise dönemler olarak tanımlanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde, SAS temeli üzerine kurulu JMP 8.1 istatistik paket programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar %5 önem düzeyinde LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sulama Aralıkları ve Miktarları (mm)

Bitkilere üç adet trifoliat yaprak oluşturunca kadar 138,23 mm sulama suyu uygulanmıştır. Bundan sonraki süreçte sıcaklığa bağlı olarak farklı miktarlarda 38 kez sulama yapılmıştır. Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü deneme alanında farklı iki sulama rejiminde 727,13 mm (IR 100) ve 432,72 mm (IR 50) düzeylerinde sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 1).

İspanya'nın Huelva bölgesinde çileklerde hesaplanan sulama suyu miktarı 564 ve 795 mm.yıl⁻¹ olarak değişirken, verimin 1027 ile 1084 g.bitki⁻¹ arasında dağılım gösterdiği bildirilmiştir [15]. Kaliforniya sahilinde, çilek yetiştiriciliği için yıllık 300 ile 700 mm arasında suyun kullanılması sonucunda 20 ile 50 t.ha⁻¹ ürün alındığı rapor edilmiştir [16]. Çekoslovakya'da, hektardan 16 ton çilek hasat edilebilmesi için 1000 mm suyun uygulandığı tespit edilmiştir [19]. Bulgaristan'da yapılan çalışmalarda, en yüksek çilek verimine ulaşabilmek için 700 ile 800 mm sulamanın yapılması gerektiği hesaplanmıştır [9]. Fransa ve Japonya bu değer 415 ve 336 mm iken [14, 34]

İtalya'da 485 mm olarak tespit edilmiştir [5]. Bu çalışmalardan da anlaşılacağı gibi çilek tarımı yapılan bölgenin iklim koşulları, sulama suyu hesaplama yöntemi ve yetiştirilen genotip gibi doğrudan etmenlerin yanında; toprak yapısı da sulama suyu hesaplamada önemli bileşenlerdendir. Bu bağlamda ülkemiz çilek tarımından önemli bir yer alan Akdeniz koşullarında daha önce yaptığımız çalışmalarda iklim koşullarına, dikim zamanına ve sezon uzunluğuna bağlı olarak; optimum verim için dekara 274 mm [10] ve 397 mm sulama suyu gerektiği belirlenmiştir [24].

Çizelge 1. 2019-2020 yetiştirme döneminde farklı sulama seviyelerine uygulanan su miktarları (mm)

Sulama Sayısı	Sulama Tarihi	Sulama Suyu Miktarı (mm)	
		IR 100	IR 50
1	08.11.2019	7,33	3,66
2	11.11.2019	5,64	2,82
3	15.11.2019	9,67	4,83
4	22.11.2019	14,50	7,25
5	05.12.2019	20,14	10,07
6	12.12.2019	12,08	6,04
7	20.12.2019	8,05	4,03
8	26.12.2019	7,25	3,62
9	02.01.2020	8,86	4,43
10	09.01.2020	5,64	2,82
11	17.01.2020	13,53	6,77
12	24.01.2020	7,73	3,87
13	31.01.2020	9,67	4,83
14	10.02.2020	9,67	4,83
15	20.02.2020	16,43	8,22
16	26.02.2020	12,57	6,28
17	04.03.2020	14,50	7,25
18	13.03.2020	25,13	12,57
19	19.03.2020	17,40	8,70
20	26.03.2020	16,43	8,22
21	02.04.2020	16,43	8,22
22	09.04.2020	23,20	11,60
23	15.04.2020	30,93	15,47
24	20.04.2020	7,73	3,87
25	23.04.2020	9,67	4,83
26	28.04.2020	20,30	10,15
27	30.04.2020	13,53	6,77
28	05.05.2020	17,40	8,70
29	07.05.2020	9,67	4,88
31	12.05.2020	17,40	8,70
32	17.05.2020	11,28	5,64
33	22.05.2020	42,85	21,43
34	27.05.2020	33,83	16,92
35	29.05.2020	18,04	9,02
36	02.06.2020	22,55	11,28
37	05.06.2020	22,55	11,28
38	09.06.2020	29,32	14,66
Başlangıç		138,23	138,23
Toplam		727,13	432,72

Yuan ve ark. [34], çalışmalarında erken dönemde (4 Aralık-20 Mart) günlük bitki su tüketimini sıcaklığa bağlı olarak düşük düzeyde tespit ederlerken, sonraki dönemde (21 Mart-20 Haziran) su tüketiminin önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da artan

sıcaklığa bağlı olarak bitkilerin günlük su tüketim miktarının arttığı görülmektedir (Çizelge 1).

Meyve Et Sertlik Değerleri (lb.inch⁻²)

Çalışmada sezon boyunca meyve et sertliğine ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, incelenen bütün faktörler ile bunların etkileşiminin meyve et sertliğini önemli ölçüde etkiledikleri belirlenmiştir. Çileklerde meyve et sertliğinin kısıtlı sulamayla önemli düzeyde arttırılabileceği görülmüştür. Bunun yanı sıra genotipin oldukça belirleyici olduğu bir kez daha bu çalışma ile kanıtlanmıştır. Özellikle ticari çeşitler yüksek düzeyde meyve et sertlik değerleri ile dikkat çekmişlerdir. Elde edilen üstün özellikli genotiplerin ise ticari değer kazanabilmesi için meyve et sertlik değerlerinin geliştirilmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

Çizelge 2. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait meyve et sertlik değerleri (lb.inch⁻²)

Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
		Mart	Nisan	Mayıs		
50	33	0,73 j-m	0,69 j-o	0,80 j	0,74 G	0,99 A
	36	0,72 j-m	0,70 j-n	0,64 l-q	0,69 GH	
	59	0,61 m-q	0,56 pqr	0,53 qr	0,57 J	
	61	0,66 k-p	0,73 jkl	1,04 h	0,81 F	
	112	0,68 k-p	0,66 k-p	0,69 j-n	0,68 GH	
	Sabrina	1,42 de	1,43 d	2,40 a	1,75 A	
	Festival	1,06 h	1,21 fg	2,20 b	1,48 B	
	Rubygem	1,23 fg	1,04 h	1,45 d	1,24 DE	
	S × HZ	0,89 B	0,88 B	1,22 A		
100	33	0,77 jk	0,63 l-q	0,57 o-r	0,66 H	0,91 B
	36	0,76 jk	0,75 jkl	0,58 n-r	0,69 GH	
	59	0,74 jkl	0,66 k-p	0,48 r	0,63 J	
	61	0,71 j-m	0,68 k-p	0,70 j-n	0,69 GH	
	112	0,63 l-q	0,84 j	0,74 jkl	0,74 G	
	Sabrina	1,38 de	1,38 de	1,11 gh	1,29 D	
	Festival	1,05 h	1,16 gh	1,9 c	1,37 C	
Rubygem	1,31 ef	1,12 gh	1,15 gh	1,19 E		
S × HZ	0,92 B	0,90 B	0,91 B			
Hasat Zamanı Ort.		0,90 B	0,89 B	1,06 A		
LSDz***=0,03 LSDs***=0,025 LSDg***=0,049 LSDs×z***=0,042 LSDs×g***=0,069 LSDg×z***=0,085 LSDs×g×z***=0,12						

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Kısıtlı sulamada (IR 50) yetiştirilen bitkilerden Mayıs ayında hasat edilen meyvelerin diğer bütün dönemlere göre 1,22 lb.inch⁻² değeriyle önemli ölçüde sert etli oldukları saptanmıştır. Diğer hasat zamanı × sulama etkileşim değerlerinin ise 0,88-0,92 lb.inch⁻² değerleriyle aynı istatistik grup içerisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Sulama × genotip × hasat zamanını kapsayan üçlü etkileşimin önemli olduğu bu çalışmada meyve et sertlik değerinin 5 kata kadar farklılık göstererek; 0,48 ile 2,40 lb.inch⁻² arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum, çilek yetiştiricileri için çeşit bazında farklı stratejiler

geliştirerek meyve et sertliğini arttırılabileceklerini göstermektedir.

Hoppula ve Salo [7], çalışmalarında farklı sulama eşik değerlerini incelemişlerdir. Meyve eti sertliği bakımından; sezon ortasında -150 hPa uygulamasında en düşük et sertliği tespit edilirken, bu durum sezon başında da benzer olmuştur. Sezon sonunda ise topraktaki nem düzeyleri meyve sertliğini etkilememiştir. Genel olarak bu çalışmada, çalışmamızla benzer şekilde yüksek nemde sertlik azalmıştır. Fakat genotipler kısıtlı sulamaya karşı farklı tepkiler göstermiştir. Ticari çeşitlerde kısıtlı sulamayla birlikte meyve et sertliği önemli ölçüde artarken, '59' ve '112' kodlu melezlerde istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte azalış belirlenmiştir. Bu bulgulara göre, kısıtlı sulamaya karşı meyve et sertliğindeki değişim genotipe göre değişmektedir. Benzer şekilde, genotipin meyve et sertliği üzerine etkili olduğu daha önce yaptığımız çalışmada da açıkça belirlenmiştir [25].

Suda Çözünbilir Toplam Kuru Madde Değerleri (%)

Deneme kapsamında incelenen bütün faktörlerin meyve tadını etkileyen SÇKM üzerine önemli düzeyde etki yaptıkları istatistiksel analizlerle belirlenmiştir (Çizelge 3). Kısıtlı sulamayla birlikte incelenen bütün genotiplerde, SÇKM değerlerinin önemli ölçüde arttığı, genel olarak değerlendirildiğinde ise, IR 50 konusunda tüm sezon ortalaması olarak %8,5 değerinin tespit edildiği dikkati çekmiştir. Öte yandan hasat zamanları bakımından en yüksek değer %9,13 değeriyle nisan ayında, en düşük değerin ise %6,20 ile mart ayında hasat edilen meyvelerde ölçüldüğü tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan üç faktörün birlikte etkileşimi incelendiğinde ise, SÇKM içeriğinin önemli düzeyde değişken olduğu, söz konusu değer %5,23 (IR 50 × Rubygem × Mart) ile %12,00 (IR 50 × 36 × Nisan) arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Böylece sulama miktarı, genotip ve hasat zamanı etkileşiminin SÇKM içeriğini yaklaşık 2,5 kata kadar değiştirebilme etkisine sahip olduğu dikkati çekmiştir.

Çileklerde müşteri isteklerini karşılayabilmek için SÇKM içeriğinin en az %7 olması gerektiği bildirilmiştir [17, 30]. Bu kapsamda mart dönemi dışında genotiplerin SÇKM değeri müşteri isteklerini karşılayabilecek durumdadır. Söz konusu ayda ve tam sulama koşulunda sadece 'Festival' çeşidinin müşteri isteklerini sınırlı düzeyde karşılayabileceği dikkati çekmiştir. Adak ve ark. [1], çalışmalarında SÇKM değerlerinin %6,9 ile %8,2 arasında değişim gösterdiğini, kısıtlı sulama

koşullarında bu çalışmada elde edilen sonuçların aksine SÇKM değerinin azaldığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, farklı hasat zamanlarında genotiplere ait SÇKM değerlerinin %5,17 ile %9,33 arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir [25]. Aynı çalışmada artan sıcaklığa bağlı olarak SÇKM değerinin arttığı tespit edilmiştir. Önceki çalışmalardan da anlaşılacağı gibi meyvelerde müşteri memnuniyetini önemli ölçüde etkileyen SÇKM değerini arttırmak için kısıtlı sulama uygulaması önemli bir strateji gibi gözükmektedir.

Çizelge 3. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait SÇKM değerleri (%)

Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
		Mart	Nisan	Mayıs		
50	33	6,67 m-q	9,57 ef	10,2 cde	8,80 AB	8,50 A
	36	6,07 qrs	12,00 a	9,33 fg	9,13 A	
	59	6,93 l-o	9,50 ef	7,67 jk	8,03 C	
	61	6,30 o-r	10,7 bc	9,17 fg	8,71 B	
	112	5,90 rst	9,67 def	7,83 j	7,80 CD	
	Sabrina	6,07 qrs	9,33 fg	10,2 cde	8,52 B	
	Festival	7,07 klm	8,17 h	10,3 bcd	8,52 B	
	Rubygem	5,23 tu	9,33 fg	11,0 b	8,52 B	
S × HZ		6,28 E	9,78 A	9,46 B		
100	33	6,60 m-q	9,07 fg	6,50 m-r	7,39 EFG	7,27 B
	36	6,70 m-q	9,17 fg	7,50 jkl	7,79 CD	
	59	6,23 pqr	8,67 gh	6,83 l-p	7,24 EFG	
	61	6,23 pqr	9,50 ef	7,17 j-m	7,63 DE	
	112	6,33 n-r	8,17 h	7,00 k-n	7,17 FG	
	Sabrina	5,50 stu	7,50 jkl	6,33 n-r	6,44 H	
	Festival	6,23 pqr	8,00 h	8,17 h	7,47 DEF	
	Rubygem	5,17 u	7,83 j	8,00 h	7,00 G	
S × HZ		6,13 E	8,49 C	7,19 D		
Hasat Zamanı Ort.		6,20 C	9,13 A	8,32 B		
LSD _z ***=0,17 LSD _s ***=0,14 LSD _g ***=0,28 LSD _{s×z} ***=0,24 LSD _{s×g} ***=0,39 LSD _{g×z} ***=0,49 LSD _{s×g×z} ***=0,69						

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Meyve Dış Renk Değerleri

Meyve dış rengi ile ilgili L*, C ve hue° değerleri Çizelge 4'de bildirilmiştir. Bu araştırmada parlaklık (L*) değeri hasat zamanı, genotip, sulama × hasat zamanı ve genotip × hasat zamanı dışındaki faktörlerden istatistiksel açıdan önemsiz düzeyde etkilenmiştir. Çalışmada her iki sulama rejiminde de nisan döneminde en düşük meyve parlaklık değerlerine ulaşılmıştır. Genotipler arasında ise ticari çeşitler meyve et sertliğinde olduğu gibi yüksek L* değerleri ile dikkat çekmişlerdir.

Meyvelerde renk dolgunluğunu ifade eden C değeri incelendiğinde; hasat zamanı, genotip ve üçlü etkileşimin bu parametreyi önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Bu değer yüksek olması meyvelerin daha mat renge sahip olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait meyve dış renk değerleri (L*, C, hue°)

	Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
			Mart	Nisan	Mayıs		
L*	50	33	31,0	28,8	33,0	30,9	34,7
		36	37,1	35,3	30,1	34,1	
		59	34,3	34,7	34,1	34,4	
		61	34,1	32,9	37,5	34,8	
		112	37,8	32,3	34,0	34,7	
		Sabrina	32,8	33,9	38,4	35,0	
		Festival	36,1	34,3	42,9	37,8	
	Rubygem	35,6	33,6	37,6	35,6		
	S × HZ	34,9 B	33,2 C	35,9 A			
	100	33	33,5	30,8	31,3	31,9	34,6
		36	38,9	32,2	30,9	34,0	
		59	36,8	34,0	32,2	34,3	
		61	35,3	32,5	33,9	33,9	
		112	36,4	32,3	34,3	34,3	
Sabrina		33,7	34,0	37,0	34,9		
Festival		36,4	35,1	39,2	36,9		
Rubygem	38,7	34,2	35,7	36,2			
S × HZ	36,2 A	33,2 C	34,3 B				
Hasat Zamanı Ort.	35,5 A	33,2 B	35,1 A				
LSDz***=0,63 LSDs=Ö.D. LSDg***=1,03 LSDs×z***=0,89 LSDs×g=Ö.D. LSDg×z***=1,78 LSDs×g×z=Ö.D.							
Chr	50	33	35,1 f-j	32,5 h-m	30,1 m	32,5	35,2
		36	36,3 d-h	35,7 e-h	30,2 m	34,1	
		59	41,9 ab	39,5 b-e	32,9 h-m	38,1	
		61	35,8 e-h	30,7 lm	34,3 g-l	33,6	
		112	44,4 a	34,0 g-m	33,9 g-m	37,4	
		Sabrina	35,9 e-h	36,4 d-h	35,8 e-h	36,0	
		Festival	39,1 b-f	32,4 h-m	37,8 c-g	36,4	
	Rubygem	34,8 g-k	30,1 m	34,1 g-m	33,0		
	S × HZ	37,9	33,9	33,6			
	100	33	34,9 g-k	32,7 h-m	30,9 klm	32,8	35,3
		36	43,0 ab	32,8 h-m	30,5 lm	35,4	
		59	40,2 bcd	37,5 c-g	35,4 fgh	37,7	
		61	36,1 e-h	31,3 j-m	34,3 g-l	33,9	
		112	41,3 abc	33,2 h-m	36,4	36,9	
Sabrina		36,1 e-h	36,2 d-h	35,4 fgh	35,9		
Festival		37,3 c-g	34,9 ghj	35,1 f-j	35,8		
Rubygem	39,6	31,3 j-m	31,6 j-m	34,2			
S × HZ	38,6	33,7	33,7				
Hasat Zamanı Ort.	38,2 A	33,8 B	33,7 B				
LSDz***=1,01 LSDs=Ö.D. LSDg***=1,65 LSDs×z=Ö.D. LSDs×g=Ö.D. LSDg×z=Ö.D. LSDs×g×z*=4,04							
hue°	50	33	25,5 m-r	23,4 pqr	31,5 d-h	26,8	29,3
		36	26,9 j-p	27,6 h-o	23,9 o-r	26,2	
		59	29,8 d-l	27,5 j-o	28,9 e-m	28,7	
		61	28,4 f-m	22,2 r	38,7 bc	29,8	
		112	31,7 d-g	24,3 n-r	28,9 e-m	28,3	
		Sabrina	25,5 m-r	25,7 m-r	37,8 c	29,7	
		Festival	31,1 d-h	29,9 d-l	41,9 ab	34,3	
	Rubygem	28,1 g-n	25,8 m-r	38,9 bc	30,9		
	S × HZ	28,4 C	25,8 D	33,9 A			
	100	33	26,3 k-q	24,1 o-r	26,7 k-p	25,7	28,7
		36	31,2 d-h	23,9 o-r	24,2 n-r	26,5	
		59	32,6 de	26,5 k-q	27,1 j-p	28,8	
		61	28,2 g-m	22,7 qr	30,1 d-k	27,0	
		112	29,2 e-m	23,5 pqr	29,4 e-m	27,4	
Sabrina		26,9 j-p	26,7 k-p	32,7 de	28,8		
Festival		30,7 d-j	29,8 d-l	43,9 a	34,8		
Rubygem	33,6 d	26,0 l-r	32,2 def	30,6			
S × HZ	29,9 B	25,4 D	30,8 B				
Hasat Zamanı Ort.	29,1 B	25,6 C	32,3 A				
LSDz***=0,98 LSDs=Ö.D. LSDg***=1,60 LSDs×z***=1,39 LSDs×g=Ö.D. LSDg×z***=2,77 LSDs×g×z***=3,92							

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Bu bağlamda önemli düzeyde yüksek C değerleriyle (38,2) Mart ayında hasat edilen meyvelerin daha mat oldukları tespit edilmiştir. Denemedeki üç faktörün birlikte etkileşiminin C değerini önemli düzeyde etkileyerek, bu değer 30,1 (IR 50 × 33 × Mayıs) ile 44,4 (IR 50 × 112 × Mart) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Hasat zamanları bakımından meyvelerdeki renk yoğunluğu (hue°) önemli ölçüde değişmiş, en yoğun renkli meyvelere nisan ayında hasat edilenlerde rastlanmış ve bu değer 25,6° olarak ölçülmüştür. En az renk yoğunluğu ise; Mayıs döneminde hasat edilen meyvelerde (32,3°) tespit edilmiştir. Ticari çeşitlerin yüksek hue° değerleriyle daha açık renkli meyvelere sahip oldukları dikkati çekmiştir. Her ne kadar besin içeriği açısından düşük hue° değeri istenilen bir durum olsa da meyvenin ticaretinde bu değer yüksek olması, ürünün daha az beklemiş veya daha taze hissettirmesinden dolayı istenilen bir durumdur. Üçlü etkileşimde de benzer şekilde hue° değerinin yaklaşık iki katlık bir değişim göstererek, 22,2° (IR 50 × 61 × Nisan) ile 43,9° (IR 100 × Festival × Mayıs) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sonuçlandırılan bu çalışmada, Adak ve ark. [1] tarafından elde edilen sonuçlarla benzer şekilde, kısıtlı sulama koşullarında meyvelerde dış renge ait değerler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir. Benzer durum çalışmada yer alan her bir genotip için de geçerli olmuştur. Bunun yanında hasat zamanının bariz şekilde etki yaptığı bulunmuştur. Bu doğrultuda dış renk açısından en çekici meyvelerin mart döneminde hasat edildiği tespit edilmiştir. Genotipin her üç parametre açısından da belirleyici olduğu görülmüştür. Bu kapsamda ticari çeşitlerin L* değerlerinin seçilmiş üstün özellikli melezlerden önemli ölçüde yüksek oldukları dikkati çekmiştir. Çalışmada elde edilen L* değerlerinin, Gasperotti ve ark. [3]'ün yaptıkları çalışmayla uyumlu olduğu, o çalışmada meyvelerdeki dış renk L* parlaklık değerlerinin, 26,2 ('Clery') ile 35,0 ('Darselect') arasında değiştiği bildirilmiştir. Bir başka çalışmada [6], yine tarafımızdan yapılan bu çalışmaya benzer şekilde dört gün-nötr çilek çeşidinin ('Anabella', 'Murano', 'Portola' ve 'Triumph') dış renk özellikleri dört farklı hasat zamanında karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, meyve dış renk değerleri açısından, 'Murano' çeşidinin 41,46 L*-46,21 L* değerleri ile diğer çeşitlerden önemli ölçüde ayrıldığını, 'Triumph' çeşidinin meyvelerinin koyu renge (36,83 L*-37,13 L*) sahip olmalarından dolayı yerel pazarlar için uygun olduğunu belirlemişlerdir. C değerlerinin genotipe göre önemli ölçüde değiştiği tarafımızdan da bu çalışmada tespit edilmiştir. Capocasa ve ark. [2], yeni ıslah edilen İtalyan

çeşitlerinde fitokimyasal özellikler ile renk değerleri (L* ve C) arasında negatif ilişki olduğunu belirlemiştir. Açık parlak renkte olan 'İdea' çeşidi, daha düşük antioksidan kapasitesine sahipken, koyu mat renkli çeşitlerin (AN94.414.52 ve 'Sveva') en yüksek antioksidan düzeyine sahip oldukları dikkat çekmiştir. Yapılan bu çalışmada ise en düşük hue° değeri '33' kodlu genotipte 26,3° olarak tespit edilmiştir. Daha açık renge sahip olan ticari çeşitlerde ise bu değer 15-20° olarak tespit edilmiştir. TUBİTAK projesi sonucunda yüksek besin değerlerinden dolayı seçilen bu genotipler düşük hue° değerleri ile yüksek besin içerdikleri bir kez daha kanıtlanmıştır. Açık arazi koşullarında yapılan başka bir çalışmada ise, artan gün/gece sıcaklıkları ile meyve yüzey renginin daha koyu (düşük L* değeri), daha kırmızı (azalan hue° değeri) ve yoğun renk doygunluğuna (artan C değeri) ulaştığı belirlenmiştir [13]. Şamec ve ark. [20], renk parametrelerinden L* ve C değerleri ile polifenolik gruplar arasında negatif ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Böylece daha koyu ve renkli meyvelerin polifenol içeriğinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bilgiler doğrultusunda; '33' kodlu genotipin yüksek polifenol içeriğine sahip olabileceği ihtimal dahilindedir.

Titre Edilebilir Asit Miktarı (%)

Deneme kapsamında incelenen faktörlerin meyve asit düzeyi üzerine etkileri Çizelge 5'de sunulmuştur. Kısıtlı sulama koşullarında meyvelerdeki asit içeriğinin %1,03 değeri ile IR 100 konusundan (%0,95) önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Sulama × hasat zamanı etkileşiminde, mayıs ayında IR 50 konusuna ait meyvelerin %1,19 düzeyindeki asit değerleriyle diğer ikili interaksyonlara göre önemli düzeyde asitli oldukları dikkati çekmiştir. Meyvelerin asit miktarı üzerine sulama × genotip × hasat zamanı gibi üç faktörün birlikte etkileşiminin oldukça belirleyici olduğu, bu değerlerin yaklaşık üç katlık bir değişimle %0,56 (IR 100 × Rubygem × Mart) ile 1,64 (IR 50 × 33 × Mayıs) arasında dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir.

Sarıdaş ve ark. [25], sezonun ilerlemesiyle birlikte meyvelerin asit içeriğinin önemli ölçüde arttığını bildirdikleri çalışma ile bu çalışma sonuçları oldukça benzer bulunmuştur. Yine bu çalışmada kısıtlı sulamaya bağlı olarak meyve asit miktarı önemli ölçüde artarken, bunun aksine Adak ve ark. [1], kısıtlı sulamaya bağlı olarak meyve asit içeriğinin önemli düzeyde azaldığını belirlemiştir. Söz konusu çalışmada Hindistan

cevizi kabuğu ortam olarak kullanılırken, çalışmamızda ortamın toprak olması nedeniyle farklılığın meydana gelebileceği düşünülmektedir. Kapur ve ark. [11], benzer şekilde kısıtlı sulamaya bağlı olarak meyvelerdeki bireysel asitlerin önemli ölçüde azaldığını belirlemiştir. Ayrıca genotiplerdeki meyve asit miktarlarının hasat zamanına bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceği birçok çalışmada bildirilmiştir [33, 8, 22, 25]. Genel olarak değerlendirildiğinde ise, meyve asit içeriğinin çevresel koşullar ve genotipten güçlü düzeyde etkilendiği; böylece bu özelliğin uygun çeşit seçimi ve çevresel koşulların sağlanması ile düzenlenebileceği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait asit değerleri (%)

Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
		Mart	Nisan	Mayıs		
50	33	1,21 cd	1,38 b	1,64 a	1,41 A	1,03 A
	36	0,83 pqr	1,24 cd	0,94 k-o	1,0 CDE	
	59	0,94 j-o	1,03 ghj	1,19 cde	1,06 C	
	61	0,66 uv	0,99 h-m	1,24 cd	0,96 DEF	
	112	0,78 rst	1,09 fg	1,02 g-l	0,97 DEF	
	Sabrina	0,74 stu	1,10 efg	1,26 cd	1,03 C	
	Festival	0,69 tu	0,98 h-n	1,18 def	0,95 EF	
	Rubygem	0,65 uv	0,77 rst	1,04 gh	0,75 H	
S × HZ		0,81 E	1,07 B	1,19 A		
100	33	1,06 gh	1,28 bc	1,09 fg	1,15 B	0,95 B
	36	0,82 qrs	1,17 def	0,89 n-q	0,96 EF	
	59	0,94 k-o	0,96 j-n	0,93 l-p	0,94 F	
	61	0,79 rs	0,95 j-n	1,18 def	0,97 DEF	
	112	0,92 m-p	1,09 fg	1,03 g-k	1,02 CD	
	Sabrina	0,73 stu	0,89 n-q	0,99 h-m	0,87 G	
	Festival	0,72 stu	0,86 o-r	1,28 c	0,95 EF	
	Rubygem	0,56 v	0,77 rst	0,93 l-o	0,82 G	
S × HZ		0,82 E	0,99 D	1,04 C		
Hasat Zamanı Ort.		0,82 C	1,04 B	1,11 A		
FLSDz***=0,02 LSDs***=0,019 LSDg***=0,038 LSDs×z***=0,033 LSDs×g***=0,054 LSDg×z***=0,066 LSDs×g×z***=0,094						

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Gövde Sayısı (adet.bitki⁻¹)

Deneme kapsamında incelenen faktörlerin gövde sayısına olan etkileri Çizelge 6'dan görülmektedir. Gövde (kardeş) sayısı üzerine incelenen bütün faktörler ve bu faktörlerin etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Aylar incelendiğinde; beklendiği gibi en yüksek gövde sayısına bitki başına 7,5 adet ile mayıs ayında ulaşılmıştır. Azalan sulamayla (IR 50) birlikte bitki vejetatif aksamındaki azalmaya benzer şekilde gövde sayısının ortalama 6,1 adet.bitki⁻¹ değerine düştüğü tespit edilmiştir. Sulama × genotip etkileşimleri incelendiğinde, genel olarak azalan sulamayla birlikte gövde sayılarının azaldığı, ancak '61' kodlu genotipte IR 50 konusunda gövde sayısının IR 100 konusuna göre önemli ölçüde

arttığı, '112' kodlu genotipte de benzer durum olmakla birlikte artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı dikkati çekmiştir. Üçlü etkileşim değerleri incelendiğinde; gövde sayılarının 3 kata kadar farklılık göstererek; 3,5 adet.bitki⁻¹ ile 11,5 adet.bitki⁻¹ arasında dağılım gösterdikleri belirlenmiştir.

Çizelge 6. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait gövde sayıları (adet.bitki⁻¹)

Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
		Mart	Nisan	Mayıs		
50	33	6,7 ghj	6,5 ghj	6,5 ghj	6,6 CD	6,1 B
	36	3,7 mn	4,0 lmn	4,5 k-n	4,1 F	
	59	6,0 hjk	5,5 jkl	9,5 bcd	7,0 C	
	61	10,0 abc	7,5 e-h	11,5 a	9,3 A	
	112	5,5 jkl	4,0 lmn	6,5 ghj	5,3 E	
	Sabrina	5,0 j-n	3,5 n	7,5 e-h	5,3 E	
	Festival	5,0 j-n	7,0 fgh	5,0 j-n	5,7 DE	
	Rubygem	5,3 j-m	5,5 jkl	6,5 ghj	5,8 DE	
S × HZ		5,8 C	5,4 C	7,2 B		
100	33	6,7 ghj	8,5 c-f	9,5 bcd	8,2 B	6,9 A
	36	4,0 lmn	5,5 jkl	6,0 hjk	5,2 E	
	59	10,0 abc	7,0 fgh	7,5 e-h	8,2 B	
	61	7,7 e-h	5,0 j-n	8,5 c-f	7,1 C	
	112	6,3 ghj	3,5 n	6,0 hjk	5,3 E	
	Sabrina	10,0 abc	7,0 fgh	11,0 ab	9,3 A	
	Festival	6,0 hjk	5,0 j-n	6,0 hjk	5,7 DE	
	Rubygem	7,0 fgh	5,0 j-n	8,0 d-g	6,7 CD	
S × HZ		7,2 AB	5,8 C	7,8 A		
Hasat Zamanı Ort.		6,5 B	5,63 C	7,5 A		
LSDz***=0,44 LSDs***=0,36 LSDg***=0,72 LSDs×z**=0,62 LSDs×g***=1,02 LSDg×z***=1,24 LSDs×g×z**=1,76						

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Benzer bulgular önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir [10, 24]. Bu bağlamda her iki çalışmada da sezonun ilerlemesiyle gövde sayısının artması yanında, kısıtlı sulamaya karşı gövde sayısında önemli düzeyde azalışın olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalarda sezon boyunca ortalama kardeş sayıları sırasıyla; 2,57 ve 2,20 adet.bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin sonuçlandırılan bu çalışmaya göre oldukça düşük olmasının nedenleri arasında; genotipik yapıdaki farklılık ve kullanılan fide tipi olduğu düşünülmektedir.

Gövde Çap Değerleri (mm)

Denemedeki çilek bitkilerine ait gövde çap (mm) değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda gövde çaplarının denemedeki bütün faktörlerden önemli ölçüde etkilendikleri saptanmıştır. Gövde sayısında olduğu gibi Mayıs ayında en yüksek (65,9 mm) gövde çap değerine ulaşılmıştır. Bu değeri farklı istatistiksel grup içerisinde yer alan mart ayı 55,1 mm değeriyle izlemiştir. En düşük değer ise, nisan ayında 51,6 mm olarak ölçülmüştür. Beklendiği şekilde kısıtlı

sulamaya birlikte gövde çapının önemli ölçüde azaldığı ve IR 50 konusunda bu değer 54,5 mm olduğu tespit edilmiştir. Sulama × genotip etkileşimi incelendiğinde; '61' kodlu melez dışındaki genotiplerde kısıtlı sulamaya bağlı olarak gövde çapının azaldığı tespit edilmiştir. Sulama × genotip × hasat zamanı etkileşimin de; gövde çap değerlerinin 38,3 mm (IR 50 × 112 × Mart) ile 83,7 mm (IR 100 × 33 × Mayıs) gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Yetiştirme sezonu boyunca farklı sulama rejimi altındaki çilek genotiplerine ait gövde çap değerleri (mm)

Sulama	Genotip	Hasat Zamanı			S × G	Sulama Ortalaması
		Mart	Nisan	Mayıs		
50	33	64,4 fgh	58,8 h-n	62,2 f-k	61,8 CD	54,5 B
	36	42,2 stu	39,7 tu	49,9 o-r	43,9 H	
	59	53,6 m-q	54,5 l-p	75,6 b	61,2 D	
	61	56,8 j-o	57,2 j-o	74,2 bcd	62,7 A-D	
	112	38,3 u	46,5 q-t	58,8 h-n	47,8 GH	
	Sabrina	53,0 n-q	39,2 tu	61,5 f-l	51,2 FG	
	Festival	54,9 k-p	53,7 m-q	59,2 h-n	55,9 E	
	Rubygem	42,7 r-u	50,8 opq	59,8 g-n	51,1 FG	
S × HZ		50,7 DE	50,0 E	62,6 B		
100	33	62,5 f-j	54,5 l-p	83,7 a	66,9 A	60,6 A
	36	47,9 p-s	54,5 l-p	62,4 f-k	54,9 EF	
	59	64,8 fgh	60,9 f-m	73,0 b-e	66,2 AB	
	61	67,3 c-g	51,1 opq	67,9 c-f	62,1 BCD	
	112	53,0 n-q	42,3 stu	61,4 f-l	52,2 EF	
	Sabrina	65,4 fgh	57,1 j-o	75,1 bc	65,9 ABC	
	Festival	62,9 f-j	56,4 j-o	65,5 e-h	61,6 CD	
	Rubygem	52,5 n-q	47,8 p-s	65,8 e-h	55,3 EF	
S × HZ		59,5 C	53,1 D	69,3 A		
Hasat Zamanı Ort.		55,1 B	51,6 C	65,9 A		
LSDz***=1,89 LSDs***=1,55 LSDg***=3,09 LSDs×z**=2,68 LSDs×g***=4,38 LSDg×z***=5,36 LSDs×g×z**=7,58						

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

(2): Ö.D.: Önemli Değil. ***:p<0,001; **:p<0,01; *:p<0,05

Bu çalışmaya oldukça benzer şekilde önceki çalışmalarda da sezonun ilerlemesi ve artan sulama suyu miktarı ile çilek gövde çapının arttığı belirlenmiştir [10, 24]. Bunun yanında; Sarıdaş ve ark. [24], farklı malç kullanımıyla da bitki gövde çapının önemli ölçüde değişebileceğini bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada gövde çap değerlerinin 15,5 mm ile 32,3 mm arasında [22], başka bir çalışmada ise 13,0 mm ile 48,4 mm arasında değiştiği belirlenmiştir [10]. Sonuçlandırılan bu çalışmada ise gövde çap değerlerinin 38,3 mm ile 83,7 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarla olan bu farklılığın yine gövde sayısında olduğu gibi yetiştirilen genotip ve kullanılan fide tipinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunların yanında bakım (gübreleme, ilaçlama) ve iklim koşulları (sıcaklık, nem) ile çilek dikim zamanı gibi faktörler de gövde sayısı ve çapını önemli ölçüde etkileyebilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda azalan sulama suyuna bağlı olarak SÇKM ve meyve et sertliğinin önemli ölçüde arttığı, dış renk parametrelerinin ise çok fazla değişmediği belirlenmiştir. Bu çalışmanın temelini oluşturan yeni ıslah ettiğimiz genotiplerin kısıtlı sulamaya karşı verdikleri tepkilerin oldukça farklı olduğu saptanmıştır. Bu durum, her bir genotipin strese karşı farklı savunma mekanizmaları geliştirerek olumsuz durumlardan korunmaya çalıştığı şeklinde açıklanabilmektedir. Yeme kalitesini etkilen SÇKM değerinin '36' kodlu melezde diğer genotiplerden önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer bir kalite parametresi olan meyve et sertliğinin güçlü düzeyde genotipten etkilenmesi yanında, kısıtlı sulamayla bu değer önemli ölçüde artırılabilceği tespit edilmiştir. Ayrıca sulama, genotip ve yetiştirme sezonunun çilek bitkilerinin gelişmesi üzerine güçlü etki yaptıkları da doğrulanmıştır. Çalışma sonucunda, çilek yetiştiriciliğinde uygun genotip seçimi yanında sulama gibi kültürel işlemlerin bazı meyve kalite parametreleri üzerine çok önemli etkilerinin olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Meyve kalite kriterleri bakımından kabul edilebilir düzeylerde su stresine toleran genotiplerin ortaya konulması ıslah çalışmalarına alt yapı oluşturulması bakımından çok önemlidir. Ayrıca her çeşidin güncel bir sorun olan kuraklığa toleranlık durumlarının belirlenmesi ticari yetiştiricilikte daha fazla tercih edilme şanslarını arttıracaktır. Bununla birlikte ıslah edilen genotiplerin kurağa toleranlık seviyelerini arttıracak kültürel (organik kökenli gübre ve faydalı bakteri vb.) uygulamaların da çalışılmasında büyük yarar vardır.

KAYNAKLAR

1. Adak, N., Gübbük, H., Tetik, N. 2018. Yield, quality and biochemical properties of various strawberry cultivars under water stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98(1):304-31.
2. Capocasa, F., Diamanti, J., Tulipani, S., Battino, M., Mezzetti, B. 2008-b. Breeding strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) to increase fruit nutritional quality. *BioFactors* 34:67-72.
3. Gasperotti, M., Masuero, D., Guella, G., Palmieri, L., Matinatti, P., Pojer, E., Mattivi, F., Vrhovsek, U. 2013. Evolution of ellagitannin content and profile during fruit ripening in *Fragaria* spp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61:8597-8607.
4. Giné-Bordonaba, J., Terry, L.A. 2016. Effect of deficit irrigation and methyl jasmonate application on the composition of strawberry (*Fragaria × ananassa*) fruit and leaves. *Sci. Hort. Amsterdam*. 199:63-70.
5. Giovanardi, R., Testolin, R. 1984. Evapotranspiration and yield response of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) as affected by soil water conditions. *L'Irrigazione* 31:15-23.
6. Giuggioli, N.R., Briano, R., Alvariza, P., Peano, C. 2018. Preliminary evaluation of day-neutral strawberry cultivars cultivated in Italy using a qualitative integrated approach. *Horticultural Science (Prague)*, 45(1):29-36.
7. Hoppula, K.I., Salo, T.J. 2007. Tensiometer-based irrigation scheduling in perennial strawberry cultivation. *Irrig. Sci.* 25:401-409.
8. Hwang, H., Kim, Y.-J., Shin, Y. 2019. Influence of ripening stage and cultivar on physicochemical properties, sugar and organic acid profiles, and antioxidant compositions of strawberries. *Food Sci. Biotechnol.* 28(6):1659-1667.
9. Ivanov, A. 1977. Strawberry water requirements in the Danubian irrigation system region. *Gradinarska-i-Lozarska-Nauka* 14:37-42.
10. Kapur, B., Çeliktopuz, E., Sarıdaş, M., Paydaş Kargı, S. 2018-b. Irrigation regimes and biostimulant application effects on yield and morpho-physiological responses of strawberry. *Horticultural Science and Technology*. 36(3):313-325.
11. Kapur, B., Sarıdaş, M., Çeliktopuz, E., Kafkas, E., Paydaş Kargı, S. 2018-a. Health and taste related compounds in strawberries under various irrigation regimes and bio-stimulant application. *Food Chemistry* 263:67-73.
12. Kaur, S., Das, M. 2011. Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology* 20:865-875.
13. Krüger, E., Josuttis, M., Nestby, R., Toldam-Andersen, T.B., Carlen, C., Mezzetti, B. 2012. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *Journal of Berry Research* 2:143-157.
14. Lemaitre, R. 1976. Strawberry water requirements and irrigation. *Pepinieristes Horticulteurs Maraichers* 166:57-59.
15. Lozano, D., Ruiz, N., Gavilan, P. 2016. Consumptive water use and irrigation performance of strawberries. *Agr. Water Manage* 169:44-51 (doi:10.1016/j.agwat.2016.02.011).
16. McNiesh, C.M., Welch, N.C., Nelson, R.D. 1985. Trickle irrigation requirements for strawberries

- Fragaria ananassa* cultivar Heidi in coastal California USA. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110:714-718.
17. Mitcham, E., Crisosto, C., Kader, A. 1996. Produce facts. Strawberry. Recommendations for maintaining postharvest quality. Perish Handl. Newsl. 87:21-22.
 18. Paliwoda, D., Mikiciuk, G., Mikiciuk, M., Kisiel, A., Sas-Paszt, L., Miller, T. 2022. Effects of rhizosphere bacteria on strawberry plants (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) under water deficit. Int. J. Mol. Sci. 23:10449. (<https://doi.org/10.3390/ijms231810449>).
 19. Prazak, M. 1979. Results of field trials on the effectiveness of strawberry irrigation. Vedecke-Prace-Ovocnarske 7:133-142.
 20. Šamec, D., Maretić, M., Lugarić, M., Mešić, A., Salopek-Sondi, B., Duralija, B. 2016. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. Food Chemistry, 194:828-834.
 21. Sarıdaş, M.A. 2018. Melezleme ıslahıyla seçilmiş çilek genotiplerinin verim, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
 22. Sarıdaş, M.A. 2021. Seasonal variation of strawberry fruit quality in widely grown cultivars under Mediterranean climate condition. Journal of Food Composition and Analysis 97:103733.
 23. Sarıdaş, M.A., Kapur, B., Çeliktöpuz, E., Paydaş Kargı, S. 2018. Leaf iron concentration of 'Kabarla' strawberry under various irrigation levels and a biostimulant application. Acta Hort. 1217. ISHS 2018. (doi:10.17660/Acta Hort.2018.1217.46).
 24. Sarıdaş, M.A., Kapur, B., Çeliktöpuz, E., Şahiner, Y., Paydaş Kargı, S. 2021-a. Land productivity, irrigation water use efficiency and fruit quality under various plastic mulch colors and irrigation regimes of strawberry in the eastern Mediterranean region of Turkey. Agricultural Water Management. 106568.
 25. Sarıdaş, M.A., Simsek, O., Donmez, D., Aka Kacar, Y., Paydaş Kargı, S. 2021-b. Genetic diversity and fruit characteristics of new superior hybrid strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne ex Rozier) genotypes. Genet. Resour. Crop. Evol. 68:741-758. (<https://doi.org/10.1007/s10722-020-01020-4>).
 26. Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B., Battino, M. 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. Nutrition, 21:207-213.
 27. Schulz, M., Borges, G.D.C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O., Fett, R. 2016. Jucara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. Food Research International 89:14-26.
 28. TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK. <http://tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 25.07.2023).
 29. Türemiş, N., Ağaoğlu, S. 2013. Çilek. s:55-117. Ağaoğlu, S., Gerçekçiöğlü, R., Üzümsü Meyveler. ISBN:978-975-978-605-64181-1-NaN. 654s.
 30. Voća, S., Dobričević, N., Dragović-Uzelac, V., Duralija, B., Družić, J., Čmelik, Z., Babojelić, M.S. 2008. Fruit quality of new early ripening strawberry cultivars in Croatia. Food Technology and Biotechnology 46(3):292-298.
 31. Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. 1996. Total antioxidant capacity of fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44:701-705.
 32. Weber, N., Zupanc, V., Jakopic, J., Veberic, R., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F. 2017. Influence of deficit irrigation on strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruit quality. J. Sci. Food Agric. 97:849-857.
 33. Winardiantika, V., Lee, Y.H., Park II, N., Yeoung, Y. 2015. Effects of cultivar and harvest time on the contents of antioxidant phytochemicals in strawberry fruits. Hortic. Environ. Biotechnol. 56(6):732-739.
 34. Yuan, B.Z., Sun, J., Nishiyama, S. 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. Biosyst. Eng. (doi:10.1016/j.biosystemseng.2003.10.014) 87:237-245.
 35. Zahedi, S.M., Hosseini, M.S., Hoveizeh, N.F., Kadkhodaei, S., Vaculík, M. 2023-a. Physiological and biochemical responses of commercial strawberry cultivars under optimal and drought stress conditions. 2023. Plants 12:496 (<https://doi.org/10.3390/plants12030496>).
 36. Zahedi, S.M., Hosseini, M.S., Hoveizeh, N.F., Kadkhodaei, S., Vaculík, M. 2023-b. Comparative morphological, physiological and molecular analyses of drought-stressed strawberry plants affected by SiO₂ and SiO₂-NPs foliar spray. Scientia Horticulturae, 309:111686 (<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111686>).

Yükseltinin Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinde Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

Yunus YILDIRIM¹, Nihal ACARSOY BİLGİN^{2*}, Adalet MISIRLI³

¹Ziraat Mühendisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0009-0009-8706-726X

²Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-5018-6347

³Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-6128-9974
Geliş Tarihi / Received: 05.08.2023 Kabul Tarihi / Accepted: 05.10.2023

ÖZ

Bu çalışmada, Malatya ilinin Battalgazi ilçesinde 770 m ve 850 m, Yeşilyurt ilçesinde ise 910 m olmak üzere 3 farklı yükseltide yer alan Ferragnes ve Ferraduel badem çeşitlerinde yükseltinin bazı meyve özelliklerine olan etkisinin tespiti amaçlanmıştır. Meyve ağırlığı bakımından en yüksek değerler 910 m yükseltide, Ferraduel çeşidinde 4,83 g iken Ferragnes çeşidinde 4,53 g olarak saptanmıştır. Buna karşılık, yükseklik arttıkça iç randımanında artış kaydedilmiştir. Ferragnes çeşidinde 850 ve 950 m yükseltide meyve boyutları önemli artış göstermiştir. Ancak aynı çeşidin iç badem eni (12,90 mm) ve boyu (25,50 mm) 770 m yükseltide daha az olmuştur. Ferragnes ve Ferraduel çeşitlerinde L*, b*, C* ve h° renk parametrelerinin 910 m de yüksek bulunması açık sarı, doymun ve parlak rengin varlığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, meyve ağırlığı, boyutları ve renk değerleri bakımından 770 m ve 910 m lokasyonlardaki bahçelerde olumlu veriler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Amygdalus communis*, yükselti, kalite

Effect of Altitude on Fruit Properties in Ferragnes and Ferraduel Almond Varieties

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of altitude on some fruit characteristics of Ferragnes and Ferraduel almond varieties, which are located at 3 different altitudes, 770 m and 850 m in the Battalgazi district of Malatya, and 910 m in the Yeşilyurt district. The highest fruit weight values were found at 910 m altitude, 4.83 g in Ferraduel variety and 4.53 g in Ferragnes variety. On the other hand, the kernel ratio decreased as the altitude increased. Fruit sizes increased significantly at 850 and 950 m altitudes in Ferragnes variety. However, the kernel width (12,90 mm) and length (25,50 mm) of the same cultivar were less at 770 m altitude. High color parameters of L*, b*, C* and h° in Ferragnes and Ferraduel cultivars at 910 m indicate the presence of light yellow, saturated and bright color. As a result, positive data were obtained in the orchards at 770 m and 910 m locations in terms of fruit weight, size and color values.

Keywords: *Amygdalus communis*, altitude, quality

GİRİŞ

Badem gıda, tarım ve orman ürünü olarak değer taşıyan bir meyve türüdür. Erken verime yatması, kurak koşullara dayanımı ve yüksek adaptasyon yeteneği yetiştiricilik açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Meyve, kabuk ve kereste olarak farklı kullanım alanları dolayısıyla daha cazip hale gelmektedir. Çağla olarak da tüketilen bademe çerez çikolata, şekerleme, pasta, kozmetik ve ilaç endüstrisinde kullanım alanı nedeniyle talep gün geçtikçe artmaktadır. Badem, besin içeriği, kalori ihtiyacı ve bazı hastalıklar üzerine olumlu etkilerinden dolayı fonksiyonel gıdalar grubunda yer

almaktadır [16]. Doymamış yağ asitleri (oleik, linoleik ve linolenik), protein, lif, mineral madde (fosfor, kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, çinko), vitamin (A, B, C ve E), polifenoller ve antioksidan kapasitesi sayesinde sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı pazarlamacılar ve tüketiciler tarafından tercih edilen bir meyve türü olarak dikkat çekmektedir [20, 4].

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı sertifikalı fidan, hibe destekleri sağlamakta olup, bozuk orman ve hazine arazilerinde bahçe kurulmasını teşvik ederek badem yetiştiriciliğini cazip hale getirmekte ve üretimi desteklemektedir. Böylece kırsal ekonominin canlanmasına katkı sağlanmaktadır. Diğer yandan,

*Sorumlu yazar / Corresponding author: nihal.acarsoy@ege.edu.tr

ekolojik koşullara adapte olan çeşitlerle bahçe tesisi sayesinde verim ve kalite artışı dış pazarda rekabet şansını arttırabilmektedir [5, 23]. Bu meyve türünde ilkbahar geç donları, mevcut çeşitlerin verim düşüklüğü, bölgelere uygun çeşit seçilmemesi yetiştiriciliği sınırlayan en önemli faktörlerdir. Geç çiçeklenen çeşitlerin ülkemize girişiyle birlikte üretici talebinde artış olmuş ve bu yabancı çeşitlerle yeni kapama bahçeler tesis edilmiştir. Bu bağlamda, Ferragnes ve Ferraduel en fazla fidan üretimi yapılan ve bahçe tesisinde kullanılan çeşitler arasında ilk sıralarda yer almaktadır [5].

Türkiye’de, Doğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgeleri’nin yüksek kısımları dışında, Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgeleri’nde yetiştiricilik, yoğun olmakla beraber diğer bölgelerde de yaygınlaşmaktadır. Ekonomik değer taşıyan badem türünde fiyat artışı paralelinde Dünya’da ve ülkemizde üretim alanlarında artış kaydedilmektedir. Türkiye’de, 2022 yılında, meyve veren ağaç sayısı 13.616.290 adet ve üretim miktarı ise 190 bin ton olmuştur [6]. Meyve yetiştiriciliğinde çeşit, iklim koşulları, lokasyon ve kültürel uygulamalar verim ve kalite özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Bir lokasyonun deniz seviyesinden yüksekliğini açıklayan yükselti, ekonomik anlamda yetiştiricilik açısından büyük önem taşımaktadır. Zira sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi iklim faktörleri yükseltiye bağlı olarak değişim göstermekte olup bu durumdan vejetatif gelişme, verim, içsel ve dışsal kalite özellikleri ile biyoaktif bileşenlerde değişim ortaya çıkmaktadır. Bilindiği üzere, yükselti artışına bağlı olarak sıcaklık azalmaktadır. Bu bağlamda 33 m rakım artışında türe ait aynı çeşidin çiçeklenmesinin 1 günlük gecikme ile gerçekleştiği bilinmektedir. Buna karşılık, sıcaklığın artmasıyla beraber havanın su tutma kapasitesi de artış göstermektedir. Su yüzeyindeki buharlaşma oranı buna bağlı olarak artmaktadır. Diğer yandan, yüksek rakımda sıcaklık azalmakta ve yağış ihtimali artış göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, soğuyan havanın hacmi azalıp yoğunlaşmakta ve bunun sonucunda yağışlar meydana gelmektedir. Ayrıca yükselti artışına bağlı rüzgâr hızında da artış kaydedilmektedir. Zira 2-5 m/s hızla esen rüzgârlar fotosentezi arttırmakla birlikte tozlanmaya da yardımcı olmakta bu da verimi olumlu yönde etkilemektedir. Rüzgâr hızı daha şiddetli olursa mekanik zararlanmaya sebep olmaktadır [8, 14]. Çeşitler farklı bölgelerde değişik performans sergilemektedir. Son zamanlarda, badem, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, kurağa dayanım, üretim yetersizliği, yüksek fiyatla satılması, depolama ve pazarlama avantajı nedeniyle olan ilginin giderek arttığı bir türdür. Özellikle geç çiçeklenen çeşitlerle tesis edilen bahçe sayısı artış

göstermektedir. Ferragnes ve Ferraduel çeşitlerinin Uşak [22], Şanlıurfa [19], Aydın [12] ve Adıyaman [13] ekolojik koşullarında kabuklu ve iç meyve özelliklerinin belirlendiği çalışmalar yürütülmüştür. Aynı ekolojide yükseltinin iklim koşullarını etkilemesi nedeniyle farklı yükseltelerde yetiştiricilikte meyve kalite özellikleri değişebilmektedir. Bu açıklamalar ışığında planlanan çalışmada, Ferragnes ve Ferraduel badem çeşitlerinin Malatya ilinin Battalgazi ilçesinde 770 m ve 850 m, Yeşilyurt ilçesinde ise 910 m olmak üzere 3 farklı yükseltide bazı meyve özelliklerinin değerlendirilmesi ve yorumlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma, 2022 yılında, Malatya ilinin Battalgazi (770 m ve 850 m) ve Yeşilyurt (910 m) ilçelerinde bulunan 3 farklı yükseltide yer alan 5 yaşlı Ferragnes ve Ferraduel badem çeşitleriyle yürütülmüştür. Çöğür anacı üzerine aşılı çeşitler, 6×6 m aralıklarla dikilmiştir. Sulama damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiş olup kültürel uygulamalar düzenli şekilde yapılmıştır.

Ferragnes çeşidi; sert badem grubunda olup geç çiçeklenmektedir. Tozlayıcıları Ferraduel, Ferrastar, Primorski, Nonpareil, Tuono ve Texas’tır. Kabuklu badem ağırlığı, uzunluğu, eni ve kalınlığı sırasıyla 3,5 g, 36 mm, 21 mm ve 16 mm’dir. İç badem ağırlığı, uzunluğu, eni ve kalınlığı sırasıyla 1,5 g, 29 mm, 13 mm ve 8 mm’dir. İç randımanı %33-40 olup, çift iç oluşturmaz [18, 5].

Ferraduel çeşidi; taş badem grubunda olup geç çiçeklenmektedir. Tozlayıcıları Ferragnes, Tuono ve Texas’tır. Kabuklu badem ağırlığı, uzunluğu, eni ve kalınlığı sırasıyla 4,7 g, 35 mm, 22 mm ve 17 mm’dir. İç badem ağırlığı, uzunluğu, eni ve kalınlığı sırasıyla 1,3 g, 25 mm, 14 mm ve 8 mm’dir. İç randımanı %23-32 olup, çift iç oluşturmaz [9, 5].

Metot

Yeşil dış kabuk çatlayıp sert kabuklu meyvelerin görüldüğü dönem olan Ağustos-Eylül periyodunda hasat edilen meyveler, kabuklarından ayrılarak gölgede kurutulmuştur. Meyve analizleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nde yapılmıştır. Ortalama meyve ağırlığı ve iç ağırlığı için örnekler 0,01 g duyarlı elektronik terazide tartılmıştır. Kabuklu ve iç bademlerin eni, boyu, yüksekliği ve kabuk kalınlığı mm cinsinden 0,01 mm’ye duyarlı dijital kumpas yardımıyla

ölçülmüştür. Meyve ve iç ağırlığı belirlenen örneklerin iç randımanı % olarak ifade edilmiştir. İç badem rengi Minolta kolorimetresi (CR-400, Minolta Co., Japonya) ile CIE L*, a*, b* cinsinden okunmuştur. Elde edilen a* ve b* değerlerinden kroma ($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$), ve hue açısı ($h^\circ = \tan^{-1} [b^*/a^*]$) değeri hesaplanmıştır [17]. L* rengin parlaklığındaki değişimi, a* yeşilden kırmızıya renk değişimini, b* sarıdan maviye renk değişimini, C rengin yoğunluğunu ve h° rengin açı değerini ifade etmektedir.

Tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 ağaç olarak planlanan çalışmada her tekerrürde 10 meyve örneği değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 20 istatistik paket programı kullanılarak One-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) analizi yapılmıştır. Veriler normal dağılım göstermiş olup homojenlik söz konusudur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile ortaya konmuş ve özellikler arasındaki farklılıklar harflendirilmiştir. Ayrıca çeşit ve yükselti arasındaki ilişki yorumlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı yükseltideki Ferraduel ve Ferragnes çeşitlerinin meyve ve iç badem ağırlığı, randımanı ve kabuk kalınlığına ait veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Meyve ağırlığı, randımanı doğrudan etkileyen en önemli kriterlerin başında gelmektedir. İncelenen çeşitlerde, kabuklu badem ağırlığı yükseltiye bağlı olarak önemli istatistiksel değişim göstermiştir. Ferraduel çeşidinde 910 m'de kabuklu badem ağırlığı en yüksek değeri almıştır (4,83 g). Aynı istatistiksel gruptaki diğer yükseltelerde bu değer sırasıyla 3,83 g ve 4,06 g bulunmuştur. Benzer şekilde, Ferragnes çeşidinde, en yüksek değer 4,53 g ile 910 m yükseklikte elde edilirken, bunu 4,44 g ile 850 m izlemiştir. En düşük değer (3,43 g) ölçüldüğü 770 m farklı istatistik grupta yer almıştır. Kabuklu badem ağırlığının değişimi çeşitler açısından önem taşımamaktadır.

İç badem ağırlığı bakımından Ferraduel çeşidinde istatistiksel farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 1). Ferragnes çeşidinde en yüksek iç badem ağırlığı 1,41 g ile 850 m yükseklikte elde edilmiştir. 1,37 g ile 910 m ikinci sırada yer almaktadır. En düşük değer 1,11 g ile 770 m yükseltide tespit edilmiş olup farklı gruptadır. İç badem ağırlığının çeşitler ve yükseltiye bağlı değişimi önem taşımaktadır. Ferragnes çeşidi daha iri iç oluşturmaktadır.

İç randımanının yükseltiye bağlı değişiminin Ferraduel çeşidinde istatistiksel önem taşıdığı

saptanmıştır (Çizelge 1). Buna göre, en yüksek değer 850 m yükseltide %26,59, en düşük değer ise 910 m yükseltide %23,56 olarak saptanmıştır. Ferragnes çeşidi ise yükseltiye göre önemli değişim göstermemiştir. İç randımanının çeşitler ve yükseltiye bağlı değişimi önem taşımaktadır. Bu değer, Ferraduel çeşidinde %25,04 iken Ferragnes çeşidinde %31,47 olarak hesaplanmıştır.

Kabuk kalınlığı meyve kalitesini ve iç oranını etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Bu özellik bakımından her iki çeşitte yükseltinin etkisi görülmemiştir (Çizelge 1). Çeşitler arasında da farklılık ortaya çıkmamıştır. Ferragnes çeşidinin kabuğu diğer çeşide göre daha ince olmuştur.

Ferraduel ve Ferragnes çeşitleriyle 770, 850 ve 910 m'lerde yürütülen çalışmada yükseltiye bağlı olarak meyve ve iç ağırlığı artış gösterirken iç randımanında azalış kaydedilmiştir. Bunu destekler biçimde, meyve ağırlığı Ferragnes çeşidinde Malatya ilinin Battalgazi (750 m), Akçadağ (1059 m) ve Doğanşehir (1293 m) ilçelerinde sırasıyla 3,67 g, 3,89 g ve 4,25 g olarak ölçülmüştür. Buna karşılık, iç ağırlığının aynı çeşitlerde yüksek rakımlarda daha az olduğu ifade edilmektedir. İç randımanı açısından ise bu araştırmadan elde edilen sonuçları doğrular şekilde, Ferraduel çeşidinde rakımın yüksek olduğu ilçede bu değer düşük (%25,72) olduğu saptanmıştır [15]. Sert kabuklu meyve türlerinde iç ağırlığı ve randıman önemli bir kalite özelliği olup doğrudan tüketilen kısım olması dolayısıyla önem taşımaktadır. İç randımanı yükselti ile ters orantılı değişim göstermektedir [8]. Ayrıca Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen diğer bir araştırmada Ferraduel ve Ferragnes çeşitlerinde meyve ağırlığı sırasıyla 4,21 g ve 4,15 g buna karşılık, iç randımanı ise %31,5 ve %35,1 olarak tespit edilmiştir [9].

Ferraduel ve Ferragnes çeşitlerinde farklı yükseltlerdeki ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalarda meyve ağırlığı sırasıyla Demirci/Manisa'da 5,31 g ve 4,75 g [1]; Karaman'da 5,07 g ve 3,59 g [21] olarak saptanmıştır. Benzer şekilde iç ağırlığının da Demirci/Manisa'da 1,31 g ve 1,25 g [1], Karaman'da ise 1,62 g ve 1,37 g [21] olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca iç randımanı Demirci/Manisa'da %24,87 ve %26,74 [1]; Karaman'da %28,37 ve %35,17 [21] olarak hesaplanmıştır. Diğer yandan, Şanlıurfa ekolojisinde Ferragnes çeşidinde meyve ağırlığı 3,5 g iken iç ağırlığı 1,5 g olarak saptanmıştır [3]. Ferraduel çeşidinde, iç randımanının, Kahramanmaraş ve Gaziantep lokasyonlarında sırasıyla %23 ve %32 olduğu belirlenmiştir [9, 10].

Kaliteli bir badem çeşidinde kabuğun ince, iç randımanının yüksek olması istenmektedir. Bu

bağlamda, sert kabuklu meyve türlerinde kabuk kalınlığı meyve kalitesini ve iç oranını etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Ferragnes badem çeşidinin Demirci/Manisa ekolojisinde kabuk kalınlığı 2,81 mm [1], Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesinde ise 4,16 mm olduğu ifade edilmektedir [7]. Aynı çeşidin farklı yükseltelerde kabuk kalınlığının değişim göstermesi yürütülen bu çalışmada da ortaya konmuştur.

Çizelge 1. Badem çeşitlerinin bazı meyve özellikleri

		Meyve ağırlığı (g)	İç badem ağırlığı (g)	İç randımanı (%)	Kabuk kalınlığı (mm)
Ferraduel	770	4,06 b	1,01	24,98 ab	3,03
	850	3,83 b	1,01	26,59 a	3,18
	910	4,83 a	1,14	23,56 b	3,15
	Ortalama	4,23	1,05 B	25,04 B	3,11
Ferragnes	770	3,43 b	1,11 b	32,49	2,89
	850	4,44 a	1,41 a	31,68	3,07
	910	4,53 a	1,37 a	30,24	2,89
	Ortalama	4,13	1,29 A	31,47 A	2,95
Çeşit	öd	**	**	öd	
Yükselti	**	**	*	öd	
Çeşit × Yükselti	**	*	öd	öd	

Yükseltiye ait ortalama değerler küçük harf, çeşitlere ait değerler ise büyük harfler ile gösterilmiştir. öd: Önemli değil, *P<0,05, **P<0,01'e göre önemli.

Meyve ve iç badem eni, boyu ve yüksekliğine ait değerler Çizelge 2'de izlenmektedir. Buna göre, meyve eni ve boyu Ferraduel çeşidinde yükseltiye bağlı olarak önemli değişim göstermemiştir. Buna karşılık, Ferragnes çeşidinde istatistiksel farklılık ortaya çıkmış olup meyve eni bakımından 850 m ve 910 m yükseltelerde bu değer sırasıyla 23,78 mm ve 23,05 mm ölçülürken 770 m yükselti 18,87 mm ile diğer grupta değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, meyve boyu 850 m (36,39 mm) ve 910 m (36,78 mm) yükseltelerde yüksek bulunurken, 770 m yükselti ise en düşük değer ile (32,69 mm) farklı istatistik grupta yer almıştır. Meyve yüksekliğinin badem çeşitlerinde yükseltiye bağlı değişimi istatistik açıdan önem taşımaktadır. Ferraduel çeşidinde 15,86 mm ile 910 m'de en yüksek değer tespit edilmiştir. Diğer yükseltelerde bu değer azalmış ancak istatistik değişim ortaya çıkmamıştır. Ferragnes çeşidinde 850 m (15,85 mm) ve 910 m (15,30 mm) ilk, 14,51 mm ile 770 m ikinci gruptadır.

İç badem eni ve boyu kabuklu meyveye benzer şekilde Ferragnes çeşidinde de yükseltiye göre önemli değişim tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu bağlamda, 850 m (14,44 mm) ve 910 m (13,93 mm) yükseltelerde farklılık önem taşımamıştır. En düşük değer elde edildiği (12,90 mm) 770 m diğer grupta yer almaktadır. İç badem boyu bakımından ise en yüksek değer 27,62 mm ile 910 m yükseltelerde elde edilmiştir. En düşük değer 25,50 mm ile 770 m yükseklikte hesaplanmış ve diğer yükselti ile aynı

grupta yer almıştır. Ferraduel çeşidinde ise bu özelliklerde yükseltinin etkisi söz konusu olmamıştır. İç badem yüksekliğinde Ferraduel çeşidinde değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek değer 7,25 mm ile 910 m, en düşük değer 6,87 mm ile 770 m yükseltide tespit edilmiştir.

Yürütülen bu çalışmada meyve ve iç badem eni, boyu ve yüksekliği yükseltiye paralel olarak artış göstermiştir. Ancak aynı çeşitlerle yürütülen farklı bir araştırmada, 750 m, 1059 m ve 1293 m lokasyonlarda meyve ve iç badem eni bakımından korelasyon tespit edilmemiş buna karşılık, meyve ve iç badem boyu değerleri yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, iç badem yüksekliği bakımından bu değerler ile uyum tespit edilmemiştir [15]. Ayrıca, meyve ve iç badem boyutları farklı araştırmacılar tarafından Manisa, Karaman, Uşak ve Şanlıurfa ekolojik koşullarında yürütülen çalışmalarda ortaya konmuştur [22, 1, 21, 3, 7].

Çizelge 2. Meyve ve iç badem boyutları (mm)

		Meyve eni	Meyve boyu	Meyve yüksekliği	İç badem eni	İç badem boyu	İç badem yüksekliği
Ferraduel	770	22,11	31,93	14,84 b	14,02	23,13	6,87 b
	850	22,11	32,26	14,67 b	13,88	22,78	7,15 ab
	910	23,41	32,27	15,86 a	14,76	23,94	7,25 a
	Ort.	22,54	32,15B	15,12	14,21	23,28B	7,08
Ferragnes	770	18,87 b	32,69 b	14,51 b	12,90 b	25,50 b	7,14
	850	23,78 a	36,39 a	15,85 a	14,44 a	25,90 ab	7,52
	910	23,05 a	36,78 a	15,30 a	13,93 a	27,62 a	7,00
	Ort.	21,90	35,28A	15,22	13,76	26,34 A	7,22
Çeşit	öd	**	öd	öd	**	öd	
Yükselti	**	**	**	*	**	*	
Çeşit × Yükselti	**	**	**	*	öd	öd	

Yükseltiye ait ortalama değerler küçük harf, çeşitlere ait değerler ise büyük harfler ile gösterilmiştir. öd: Önemli değil, *P<0,05, **P<0,01'e göre önemli.

Meyve renk parametrelerine ait bulgular açısından yükseltiye bağlı olarak her iki çeşitte de önemli değişim kaydedilmiştir (Çizelge 3). Bu değişim çeşitlerde benzer şekilde ortaya çıkmıştır. Her iki çeşitte de en yüksek L*, b*, C* ve h° değerleri 910 m yükseklikte tespit edilmiştir. En düşük a* değeri ise 770 m yükseltide elde edilmiştir.

Badem renk değerlerini ifade eden L* (parlak), b* (açık sarı renkli) ve h° (sarı tonlu renk varlığı) değerlerinde yükseltiye bağlı artış tespit edilmiştir (Çizelge 3). Ayrıca, düşük lokasyonda, kırmızı rengi gösteren a* değeri düşük bulunmuştur. Buna göre, en yüksek değerler 910 m yükseltide yetiştirilen ağaçların meyvelerinden elde edilmiştir. Buna karşılık, 770 m yükseltideki ağaçlarda iç bademleri daha koyu renklidir. Zira önemli bir kalite özelliği olan açık iç rengi renk L, b* ve h° değerlerinin yüksek, a* değerinin ise düşük olması durumunda ortaya çıkmaktadır.

İç badem renginde b* değerinin Demirci/Manisa'da Ferraduel çeşidinde (39,35) Ferragnes çeşidine göre (38,44) daha yüksek olması bu çeşidin kısmen açık sarı renkte olduğunu işaret etmektedir [1]. Diğer bir sert kabuklu meyve türü olan cevizde yükseklik arttıkça açık sarı renk ortaya çıkmaktadır [2]. İç renk üzerine genetik yapı etkili olmakla birlikte çevre koşulları da etkilidir. Yükseklik arttıkça iç rengi daha açık olmuştur. Farklı yükseltelerde yetiştirilen fındık ve ceviz diğer sert kabuklu meyve türlerinde de farklı özelliklerin yükseltiye bağlı değişimleri ortaya konmuştur [2, 11]. Bilindiği üzere, meyve özellikleri bakımından genotipler arasında farklılıklar kalıtsal yapıdan kaynaklanmakla beraber ağaç yaşı, ürün miktarı, kültürel uygulamalar ve topoğrafik özellikler nedeniyle de ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, aynı çeşitlerle farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlarda farklılıklar tespit edilmektedir. Bu bağlamda, yükselti etkili bir faktör olarak ifade edilmektedir. Araştırmada incelenen özelliklerle ilgili bulgularının genel olarak diğer araştırma sonuçları ile uyumlu olduğu izlenmektedir. Ancak farklı sonuçların ortaya çıkması, çeşitlerin yükselti artışı ve buna bağlı olarak ekolojik şartların değişiminden kaynaklanabilmektedir.

meyve kalite özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, her iki çeşitte yükseklik arttıkça meyve ağırlığı, yüksekliği ve renk parametrelerinden L*, b*, C* ve h° değerlerinde artış meydana gelmiştir. Ayrıca kabuk kalınlığının yükseltiden etkilenmediği saptanmıştır. Ferragnes çeşidinde iç badem ağırlığı, meyve ve iç badem eni ve boyunda artış kaydedilirken iç randımanı yükseltiden etkilenmemiştir. Diğer yandan, Ferraduel çeşidinde ise bu özellikler açısından yükseltiye bağlı değişim ortaya çıkmamıştır.

Sonuç olarak, meyve ağırlığı, boyutları ve renk değerleri bakımından 770 m ve 910 m lokasyonlardaki bahçelerde olumlu veriler elde edilmiştir. Farklı ekolojilere uyum sağlayan kaliteli standart çeşitlerin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Bu bağlamda, söz konusu çeşitler ile benzer lokasyonlar ve daha yüksek rakımlarda bahçe tesis edilebileceği öngörülmektedir. Zira dağlık arazilerde de yetiştirilme potansiyeline sahip olan bu türün küresel pazarda da sürdürülebilirliği yüksektir. Bu araştırmadan elde edilen bulguların çok yönlü ifade edebilmesi için verim ve iklim değerlerinin de göz önünde bulundurularak çalışmanın sürdürülmesi değer taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Çizelge 3. Meyve renk parametreleri

		L*	a*	b*	C*	h°
Ferraduel	770	45,41 b	19,83 c	33,98 b	39,34 b	59,72 b
	850	40,79 c	21,48 a	30,11 c	36,99 c	54,48 c
	910	50,59 a	20,59 b	38,86 a	43,98 a	62,09 a
	Ortalama	45,59	20,63 A	34,31	40,10 A	58,76 B
Ferragnes	770	46,06 b	17,71 c	33,30 b	37,71 b	61,99 b
	850	39,37 c	21,68 a	30,18 c	37,16 b	54,31 c
	910	49,43 a	18,40 b	37,88 a	42,11 a	64,08 a
	Ortalama	44,95	19,26 B	33,78	38,99 B	60,12 A
Çeşit	öd	**	öd	**	**	
Yükselti	**	**	**	**	**	
Çeşit × Yükselti	öd	**	öd	*	**	

Yükseltiye ait ortalama değerler küçük harf, çeşitlere ait değerler ise büyük harfler ile gösterilmiştir. öd: Önemli değil, *P<0,05, **P<0,01'e göre önemli.

SONUÇ

Meyve yetiştiriciliğinde kaliteli üretim ve yüksek verim en önemli üretim hedefleri olup pazarda rekabet gücünün artmasına yol açmaktadır. Bu süreçte iklim, arazi ve diğer ekolojik koşullar önemli rol oynamaktadır. Özellikle biyotik ve abiyotik koşullara dayanıklı olması ve dağlık hazine arazilerinde yetiştiriciliğin teşvik edilmesi nedeniyle bu türe talep her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, farklı yükseltinin (770, 850 ve 910 m) Ferragnes ve Ferraduel badem çeşitlerinde bazı

1. Acarsoy Bilgin, N., 2020. Manisa ili Demirci ilçesinde yetiştirilen badem çeşitlerinin performanslarının belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 23(1):44-48.
2. Acarsoy Bilgin, N., 2022. Effects of foliar applications on nutrient concentrations of kernel, pomological properties and yield of 'Chandler' walnut variety at different altitudes. Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi), 28(4):603-612.
3. Ak, B.E., Parlakçı, H., 2018. Fruit set, yield and some quality traits of different foreign almond cultivars grown Sanlıurfa province. Proceedings of the 9 International Agricultural Symposium, Agrosym.
4. An, J., Liu, J., Liang, Y., Ma, Y., Chen, C., Cheng, Y., Peng, P., Zhou, N., Zhang, R., Addy, M., Chen, P., Liu, Y., Huang, G., Ren, D., Ruan, R., Chen, P. 2020. Characterization, bioavailability and protective effects of phenolic-rich extracts from almond hulls against pro-oxidant induced toxicity in Caco-2 cells. Food Chemistry, 126742.
5. Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı badem bahçe tesisi projesi fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.

6. Anonim, 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
7. Aslan, R., 2015. Bazı yabancı kökenli badem çeşitlerinin Şanlıurfa koşullarında fenolojik ve pomolojik özellikleri. (Yüksek Lisans Tezi) Ordu Üniversitesi, Ordu.
8. Aslantaş, R., Karakurt, H., 2007. Rakımın meyve yetiştiriciliğinde önemi ve etkileri. Alınteri, 12(B):31-37. ISSN:1307-3311.
9. Atlı, H.S., 2019. Bazı badem çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 6(2):222-229.
10. Atlı, H.S., Çağlar, S., Kaşka, N., Rastgeldi, U., Soyulu, M.K., Aydın, Y., Arpacı, S., Açar, İ., Akgün, A., Bilim, C., Ak, B.E., 2008. Yerli ve yabancı badem çeşitlerinin GAP bölgesi sulu koşullarında gelişme, meyveye yatma, verim ve bazı kalite değerlerinin belirlenmesi. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Gaziantep.
11. Gülsoy, E., Balta, F., 2014. Aydın ili Yenipazar, Bozdoğan ve Karacasu ilçeleri badem (*Prunus amygdalus* Batch) seleksiyonu: pomolojik özellikler. Akademik Ziraat Dergisi 3(2):61-68.
12. Gülsoy, E., Şimşek, M., Çevik, C., 2019. Ordu İlinin farklı rakım ve lokasyonlarında yetiştirilen bazı fındık çeşitlerinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 5(1):25-30.
13. Karaat, F.E., 2019. Organics conventional almond: market quality, fatty acid composition and volatile aroma compounds. Applied Ecology and Environmental Research 17(4):7783-7793 (http://dx.doi.org/10.15666/aer/1704_77837793)
14. Korkutal, İ., Bahar, E., Özge, K., 2012. Rakımın üzüm kalitesi üzerine etkileri. Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 13:17-29.
15. Küçük, E., 2019. Malatya koşullarında farklı rakımlarda yetiştirilen Ferragnes ve Ferraduel badem çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Malatya Turgut Özal Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.
16. Martins, I.M., Chen, Q., Chen, C.Y.O. 2017. Emerging functional foods derived from almonds. in: wild plants, mushrooms and nuts: functional food properties and applications. First Edition. Ed: Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L. John Wiley & Sons, Ltd., pp:445-469.
17. Mcguire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27:1254-1255.
18. Miarnau, X., Alegre, S., Vargas, F., 2010. Productive potential of six almond cultivars under regulated deficit irrigation. In: XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds. Zakyntinos G. (eds.), Athens, March 31-April 4, 2010, pp:267-271.
19. Parlakçı, H., 2008. Yabancı kökenli değişik badem çeşitlerinin bazı pomolojik ve kimyasal özellikleri ile bitki besin maddesi kapsamının belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
20. Richardson, D.P., Astrup, A., Cocaul, A., Ellis, P. 2009. The nutritional and health benefits of almonds: a healthy food choice. Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods 6(4):41-50.
21. Yıldırım, E., 2022. Ferragnes, Ferraduel ve Bertina badem çeşitlerinin Karaman ili merkezinde ekolojik performanslarının belirlenmesi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi). Karaman.
22. Yıldız, E., Erol Perdahcı, Ç., 2019. Uşak ekolojik koşullarında bazı badem çeşitlerinin adaptasyonu. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 2(1):11-19.
23. Yurtkulu, V., 2020. Badem bahçe tesisi projesi fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- Ağaç türü;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44
- Amygdalus communis;** Yükseltinin Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinde Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(2):113-118
- Biyoenerji;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Brassica napus;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Brassica nigra;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Bursa;** Bursa ve Yalova İllerinde Soğuk Depolarda Karşılaşılan Sorunlar ve Ürün Kayıpları. 52(1):73-79
- CaCl₂;** Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi. 52(2):81-88
- Çilek;** Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi. 52(2):81-88
- DPPH;** Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(1):45-56
- Ex-situ koruma;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Fenolik;** Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(1):45-56
- Ficus carica;** Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi. 52(2):89-94
- Fragaria × ananassa;** Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. 52(2):103-112
- Giberellik asit;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Gübre etkinliği;** Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 52(2):95-102
- İslah;** Kırkkale Yerel Kavun (*Cucumis melo* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri. 52(1):65-71
- Kalite;** Yükseltinin Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinde Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(2):113-118
- Karadeniz Bölgesi;** Karadeniz Bölgesinden Seçilen Bazı Trabzon Hurması Çeşit/Tiplerinin Yalova Ekolojisindeki Fenolojik ve Pomolojik Performansları. 52(1):57-63
- Katlama;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Kavun;** Kırkkale Yerel Kavun (*Cucumis melo* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri. 52(1):65-71
- Kimyasal gübreler;** Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 52(2):95-102
- Kütük yetiştiriciliği;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44
- Lentinula edodes;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44
- LPE;** Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi. 52(2):81-88
- Marul;** Farklı Dozlarda Vermikompost ve Azaltılmış Kimyasal Gübre (N:P:K) Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Besin İçeriklerine Etkisi. 52(1):17-23
- Marul;** Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 52(2):95-102
- Mezleme ıslahı;** Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. 52(2):103-112
- Meyve kalitesi;** Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi. 52(2):81-88
- Mikrodalga kurutma;** Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(1):45-56
- Mineral;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44
- Morfoloji ve fenoloji;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Morfolojik özellikler;** Kırkkale Yerel Kavun (*Cucumis melo* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri. 52(1):65-71
- Muhafaza;** Bursa ve Yalova İllerinde Soğuk Depolarda Karşılaşılan Sorunlar ve Ürün Kayıpları. 52(1):73-79
- N:P:K;** Farklı Dozlarda Vermikompost ve Azaltılmış Kimyasal Gübre (N:P:K) Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Besin İçeriklerine Etkisi. 52(1):17-23
- Pırasa (*Allium porrum* L.);** Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(1):45-56
- Pomoloji;** Karadeniz Bölgesinden Seçilen Bazı Trabzon Hurması Çeşit/Tiplerinin Yalova Ekolojisindeki Fenolojik ve Pomolojik Performansları. 52(1):57-63
- Protein;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44
- RT-PCR;** Aydın, Balıkesir ve İzmir İllerinde Zeytin Fidanlarındaki Viral Hastalık Etmenlerinin Tanımlanması ve Varlığının Belirlenmesi. 52(1):7-15
- Sinapis arvensis;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Soğuk hava deposu;** Bursa ve Yalova İllerinde Soğuk Depolarda Karşılaşılan Sorunlar ve Ürün Kayıpları. 52(1):73-79
- Stres;** Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. 52(2):103-112
- Struvit;** Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 52(2):95-102
- Şeker bileşimi;** Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi. 52(2):89-94
- Taze incir;** Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi. 52(2):89-94
- Tepsili kurutma;** Farklı Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pırasanın (*Allium porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(1):45-56
- Topraksız kültür;** Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi. 52(2):81-88
- Trabzon hurması;** Karadeniz Bölgesinden Seçilen Bazı Trabzon Hurması Çeşit/Tiplerinin Yalova Ekolojisindeki Fenolojik ve Pomolojik Performansları. 52(1):57-63
- Uçucu aroma bileşimi;** Havran Siyah İncirinin (*Ficus carica*) Şeker ve Uçucu Aroma Bileşimi. 52(2):89-94
- Üretim;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Ürün kaybı;** Bursa ve Yalova İllerinde Soğuk Depolarda Karşılaşılan Sorunlar ve Ürün Kayıpları. 52(1):73-79
- Verbascum bombyciferum;** Olumsuz Ekolojik Koşullar İçin *Verbascum bombyciferum* Boiss.'un Generatif Üretimi, Morfolojik ve Fenolojik Özelliklerinin Tanımlanması ve *ex-situ* Korunması. 52(1):25-34
- Verikompost dozları;** Farklı Dozlarda Vermikompost ve Azaltılmış Kimyasal Gübre (N:P:K) Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Besin İçeriklerine Etkisi. 52(1):17-23
- Verim parametreleri;** Struvit ve Bazı Ticari Gübrelerin Marulun Büyümesi Üzerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 52(2):95-102
- Verim;** Farklı Dozlarda Vermikompost ve Azaltılmış Kimyasal Gübre (N:P:K) Uygulamalarının Marul (*Lactuca sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Besin İçeriklerine Etkisi. 52(1):17-23
- Verim;** Kütük Yetiştiriciliğinde Misel Ekim Zamanı ve Ağaç Türlerinin Shiitake Mantarının (*Lentinula edodes*) Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. 52(1):35-44

- Virüs hastalıkları;** Aydın, Balıkesir ve İzmir İllerinde Zeytin Fidanlarındaki Viral Hastalık Etmenlerinin Tanınması ve Varlığının Belirlenmesi. 52(1):7-15
- Yağ asitleri;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Yalova;** Bursa ve Yalova İllerinde Soğuk Depolarda Karşılaşılan Sorunlar ve Ürün Kayıpları. 52(1):73-79
- Yalova;** Karadeniz Bölgesinden Seçilen Bazı Trabzon Hurması Çeşit/Tiplerinin Yalova Ekolojisindeki Fenolojik ve Pomolojik Performansları. 52(1):57-63
- Yeme kalitesi;** Kısıtlı Sulamanın Seçilmiş Üstün Özellikli Genotipler ile Ticari Çilek Çeşitlerinde Aktif Hasat Süresi Boyunca Meyve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. 52(2):103-112
- Yerel genotip;** Kırıkkale Yerel Kavun (*Cucumis melo* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik Özellikleri. 52(1):65-71
- Yeşil enerji;** Farklı Yabani Brassica Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Biyodizel Kalitesi. 52(1):1-6
- Yükselti;** Yükseltinin Ferragnes ve Ferraduel Badem Çeşitlerinde Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi. 52(2):113-118
- Zeytin;** Aydın, Balıkesir ve İzmir İllerinde Zeytin Fidanlarındaki Viral Hastalık Etmenlerinin Tanınması ve Varlığının Belirlenmesi. 52(1):7-15

BAHÇE Yazım Kuralları

Sayfa düzeni ve yazı karakteri: Makaleler A4 ebadındaki kâğıda, her taraftan 2,5 cm boşluk bırakılacak şekilde, **11 punto büyüklüğünde, tek satır aralığı ve Times New Roman karakteri** ile Word dosyası olarak hazırlanmalıdır. Şekil ve Çizelgeler dahil toplam sayfa sayısının 15'i geçmemelidir. Paragrafların ilk satırı 0,5 cm içeriden başlamalı, paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır. Makale tek sütun halinde düzenlenmelidir.

Makale metni sırasıyla; Başlık, yazarların isim, adres ve ORCID numaraları, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce başlık, Abstract, Keywords, metin, Teşekkür (gerekli ise) ve kaynaklar bölümünden oluşmalıdır.

Makale Başlığı: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı 14 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Yazar isim(ler)i: Başlığın altına yazar(lar)ın isim ve soyisimleri yazılmalı, yazar(lar)ın ünvanı, adresi ve ORCID numaraları yazar isimlerinin altında bir boşluk bırakılarak verilmelidir. Yazar isimleri 11 punto ile adres ve ORCID numaraları ise 9 punto ile yazılmalıdır. Sorumlu yazara ait eposta adresi ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.

Öz ve Anahtar Kelimeler: Türkçe Öz, yazar(lar)ın isim, kurum ve ORCID numaraları altında 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde olmalı, Anahtar Kelimeler verilmelidir. Ardından makalenin İngilizce başlığı ve Abstract 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde verilmeli, hemen altına Keywords yazılmalıdır. Anahtar kelimeler 3 ile 5 adet arasında olması gerekmektedir.

Metin: Yazı genel olarak a) Giriş, b) Materyal ve Metot, c) Bulgular, d) Tartışma, e) Sonuç(lar), f) Kaynaklar bölümlerinden meydana gelmelidir, c ve d maddeleri "Bulgular ve Tartışma" başlığı altında tek bölümde incelenebilir. Derleme makaleler, materyal, metot ve bulgular başlıkları dikkate alınmadan diğer kurallara uyumlu olarak yazılır.

Makalenin metin bölümünde bulunan Ana başlıklar koyu ve büyük harfle, İkinci derece başlıklar koyu, italik ve küçük harfle, Üçüncü derece başlıklar normal tümce düzeninde ve italik olarak verilir. Ana başlıklar üstten iki alttan tek satır boşlukla, ikincil başlıklar alt ve üstten tek satır boşlukla, üçüncül başlıklar boşluksuz satır olarak yer almalıdır. Paragraflar 0,5 cm içeriden başlamalıdır.

GİRİŞ: Bu bölümde sorunun ne olduğu ortaya konulacak ve sorunun, çalışmanın başındaki durumu belirtilecektir. Sadece konuya uygun ve gerekli olan literatür bilgileri aktarılacaktır. Sonunda araştırmanın amacı yazılacaktır.

MATERYAL VE METOT: Kullanılan materyal ve uygulanan metot kısa ve öz bir şekilde açıkça anlatılmalıdır. Materyal ve metot ayrı alt başlıklar halinde verilmelidir.

BULGULAR: Araştırma bulguları sunuşunda, metin yazısı, çizelge ve şekiller birbirlerini tamamlayıcı olmalıdır.

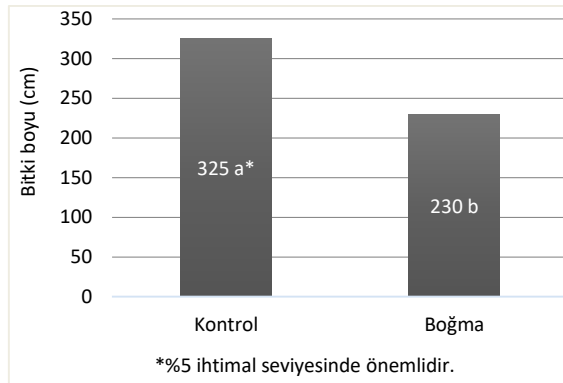
Şekiller ve Çizelgeler: Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Ayrıca çizelge ve şekil içerisinde kullanılan ifadelerin İngilizce karşılıkları da yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgeler mümkün olduğu kadar birleştirilerek ve özetlenerek (Kaynaklar bölümünden sonra değil) metin içerisinde verilmelidir. Ortalamalar arasındaki farklılığın önemi için yapılan test ve seviyesi Çizelge altında verilmelidir. Çizelgelerde dip not koyarken alfabenin son harfinden başlanmalıdır. Şekiller baskı tekniğinin gereği olarak Microsoft Office programında düzenlenmelidir. Fotoğraflar baskıya uygun olarak seçilmelidir. Şekil ve Çizelge örnekleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. 2001 yılında Çanakkale yöresinde yetiştirilen Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşma sürecinde kimyasal yapılarındaki değişimler

	MES (kg)	SÇKM (%)	L-askorbik asit (mg.100g ⁻¹)	Tanen (mg.l ⁻¹)	Pektin (mg.100g ⁻¹)	Toplam şeker (mg.100g ⁻¹)
1. Hasat	4,30 b	23,84 a	21,85 ab	20,59 a	1,02	22,04 d
2. Hasat	4,61 a	23,65 a	22,69 ab	20,01 a	1,17	26,15 b
3. Hasat	3,74 c	22,65 ab	23,74 a	17,45 b	1,26	27,90 a
4. Hasat	3,51 c	22,75 ab	20,14 b	17,22 b	1,46	23,74 c
5. Hasat	3,38 c	22,46 b	7,89 c	16,90 b	1,19	23,93 c
LSD	0,28	0,37	2,00	0,89	Ö.D.	1,46

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

Ö.D.: Önemli değil



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Birimler: Makalelerde SI (Système International d'Units) ölçü birimleri kullanılacaktır. Birimlerde "/" yerine üstel ifade kullanılmalıdır (örn: mg/l yerine mg.l⁻¹).

TARTIŞMA: Bu bölümde sonuçlar irdelenerek, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak aradaki farkın bir genellemesi yapılmalıdır. Girişte belirtilen amaç ile sonuç arasında bir bağlantı kurularak, sorunun açık kalan yanları literatür ışığında tartışılmalıdır.

SONUÇ/LAR: Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular, bilime/uygulamaya katkı yönünden değerlendirilerek öneriler şeklinde ifade edilmelidir.

KAYNAKLAR: Çalışmada faydalanılan kaynaklar metinde geçtikleri yere göre sıraya konularak numaralanmalıdır. Yazar isimleri gerek metin içerisinde ve gerekse kaynaklar listesinde baş harfi büyük diğer kısmı küçük harflerle yazılmalıdır. Metin içerisinde kaynaklar belirtilirken kaynağın sadece numarası genellikle cümle sonuna ve köşeli parantez içine konulmalı, cümle başında ise yazarın isimden sonra kaynak numarası verilmelidir. (Örneğin: Satsuma'da yüzde meyve suları miktarı bölgelere göre değişmektedir [1]. Meyve ağırlığı yönünden bölgeler arasında fark yoktur [2, 3, 4]. Kaşka ve Yılmaz [5] yaptıkları çalışmada... gibi). Eserde faydalanılmayan kaynaklar bu bölümde gösterilmez.

Kaynak verilmesine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.

Kitap:

1. Özbek, N., 1969. Deneme tekniği (I. Sera denemesi, tekniği ve metotları). *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 406. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 346s.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, ABD. pp:3–37.*

Çeviri:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği (Çeviri: "Plant propagation" H.T. Hartman ve D.E. Kester). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları 79. 610s.*

Makale / Bildiri:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Marmara bölgesi için ümitvar armut çeşitleri–III. *Bahçe 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. EurepGap uygulamalarının Türk yaş meyve–sebze üretimi ve rekabet gücü üzerine etkileri. *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16–18 Eylül 2004. Tokat. Cilt 1:315–322.*

Tez:

6. Akpınar, I., 1990. Değişik turuncgil anaçları üzerine aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 146s.*

Sürelili Yayınlar:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. *18. U.S. Govern Prin. Office. Washington, D.C. pp:340–343.*
8. Anonim, 2000. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No:2614, Haziran 2002, Ankara. 598s.

Elektronik Kaynaklar:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April,* (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Erişim Tarihi: Mayıs 2000).

BAHÇE Author Guide

Page Layout and Font: Articles should be written on A4 size paper, with 2.5 cm margins on all sides, **11 font size, single line spacing and Times New Roman character** as a Word document. The total number of pages, including Figures and Tables, should not exceed 15. The first line of the paragraphs should start with 0.5 cm indent; no space should be given between the paragraphs. The article should be organized in a single column.

Article should contain following parts: Title of the article in English, the names of the authors, addresses and ORCID numbers of the authors, Abstract and Keywords in English; Title of the article, Abstract and Keywords of the article in Turkish; text, Acknowledgments (if necessary) and references.

Article Title: The Turkish and English title of the article should be written in 14 points.

Author name(s): Name(s) of the author(s) should be written below the title. Title, address and ORCID numbers should be given below the names of the authors with a space. Author names should be written with a font size of 11 and address and ORCID numbers should be written with a font size of 9. The e-mail address of the corresponding author should be given as a footnote on the first page.

Abstract and Keywords: Abstract and Keywords should follow Address and ORCID number(s). Abstract should not exceed 200 words. Keywords should be given after the abstract. Keywords should be between 3 and 5 words.

Text: Content of the paper should include the following parts: a) **Introduction**, b) **Material and Method**, c) **Results**, d) **Discussion**, e) **Conclusions**, f) **References**. If preferred Results and Discussion parts can be combined as one section with the title "**Results and Discussion**". Review articles are prepared without materials, methods and Results parts.

Main headings in the text section of the article are given in bold and capital letters, Second-degree headings in bold, italic and lowercase, Third-degree headings in normal sentence order and italics. Main headings should be placed with two-line space from the top and one-line space from the bottom, secondary headings should be placed with a single line space from the bottom and top and tertiary headings should be placed as a line without spaces. Paragraphs should start with 0.5 cm indent.

INTRODUCTION: In this section, the problem will be revealed and the situation of the problem at the beginning of the study will be stated. Only relevant and necessary literature information will be given. Finally, the purpose of the research will be written.

MATERIAL AND METHOD: The material and the method used should be clearly explained in a short and concise manner. Material and method should be given under separate sub-headings.

RESULTS: In presenting research findings, text, tables and figures should complement each other.

Figures and Tables: In the article Figures, graphics, photographs etc. should be specified as "Figures"; tables with numeric values should be specified as "Table" and referenced in the text. Explanations should be given below the figures and above the tables. Figures and Tables should be combined and summarized as much as possible with in the text, they should not after the References section). The test for the significance of the difference between the means and its level should be given in the Table. When placing footnotes in the tables, it should be started with the last letter of the alphabet. Figures should be arranged in Microsoft Office program as a requirement of printing technique. Photos should be selected in accordance with the printing. Figure and Table examples are given below.

Table 1. Changes in the chemical structures of persimmon fruits grown in Çanakkale in 2001 during the ripening.

	Fruit firmness (kg)	Water-soluble dry matter content (%)	L-ascorbic acid (mg.100g ⁻¹)	Tannin (mg.l ⁻¹)	Pectin (mg.100g ⁻¹)	Total sugar (mg.100g ⁻¹)
1. Harvest	4.30 b	23.84 a	21.85 eu	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Harvest	4.61 a	23.65 a	22.69 eu	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Harvest	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Harvest	3.51 c	22.75 eu	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Harvest	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD	0.28	0.37	2.00	0.89	N.S.	1.46

There is a 5% difference between the means expressed with different letters in the same column (LSD)

N.S.: Not Significant

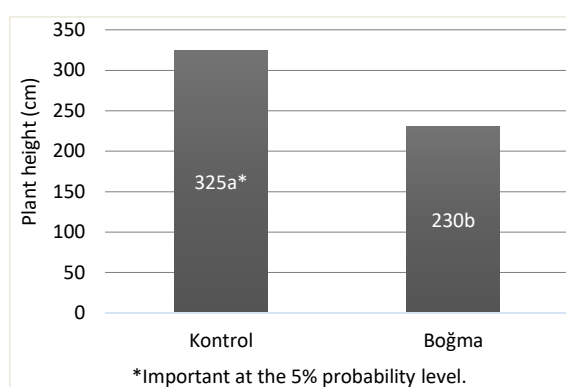


Figure 1. The effect of strangulation on plant height (cm)

Units: SI (Systeme International d'Units) measurement units will be used in the articles. Units should be given as "mg.l⁻¹" instead of mg/l).

DISCUSSION: In this section, a generalization of the difference should be made by examining the results and comparing them with previous studies. By establishing a connection between the aim and the result stated in the introduction, the open aspects of the problem should be discussed in the light of the literature.

CONCLUSION/S: In this section, the findings obtained as a result of the study should be evaluated in terms of contribution to science/practice and expressed as suggestions.

REFERENCES: The sources used in the study should be numbered by placing them in order according to their place in the text. Author names should be written both in the text and in the references list with capital letters and the other parts in lower case letters. When citing sources in the text, only the number of the source should be placed at the end of the sentence and in square brackets, at the beginning of the sentence, the source number should be given after the author's name. (For example: The percentage of fruit juices in Satsuma vary according to the regions [1]. There is no difference between regions in terms of fruit weight [2, 3, 4]. Kaşka and Yılmaz [5] in their study...). The sources that are not used in the work are not shown in this section.

Some examples of citation are shown below.

Book:

1. Özbek, N., 1969. Trial technique (I. Greenhouse experiment, technique and methods). *A.U. Faculty of Agriculture Publications 406. Ankara University Press, Ankara. 346p.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, USA. pp:3–37.*

Translation:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Horticultural cultivation technique (Translation: "Plant propagation" H.T. Hartman and D.E. Kester). *Çukurova University Faculty of Agriculture, Publications 79. 610p.*

Article / Statement:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Promising pear varieties for the Marmara region– III. *Garden 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. The effects of EurepGap applications on Turkish fresh fruit-vegetable production and competitiveness. *Türkiye VI. Agricultural Economics Congress, 16–18 September 2004. Tokat. Volume 1:315–322.*

Thesis:

6. Akpınar, I., 1990. Studies on the preservation of Washington Navel, Valencia and Moro orange fruits grafted on different citrus rootstocks (Master's Thesis). *Çukurova University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, Adana, 146s.*

Periodic:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. *18. US Govern Print office. Washington, DC pp:340–343.*
8. Anonymous, 2000. Agricultural structure (production, price, value). TR Prime Ministry State Institute of Statistics, Publication No:2614, June 2002, Ankara. 598p.

Electronic Sources:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April,* (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Accessed May 2000).