

Oksalik asit Zerdali ve Myrobolan 29C Anaçlarına Aşılı ‘Perfect Red’ Kayısı Çeşidinde Hasat Öncesi Oksalik Asit Uygulamalarının Meyve İriliği ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi

Fatma YILDIRIM^{1*}, Selçuk BİNİCİ², Ayşe Vildan PEPE³, Civan ÇELİK⁴, Adnan Nurhan YILDIRIM⁵

¹Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0001-7304-9647
²Ziraat Yük. Müh., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-2373-3990
³Arş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-4565-8602
⁴Arş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Ziraat Fak., Tarımsal Biyoteknoloji Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-1696-5902
⁵Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0003-2526-040X

ÖZ

Bu çalışma, Isparta ekolojik koşullarında, 2022 yılı vejetasyon döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada hasat öncesi oksalik asit uygulamasının meyve kalitesi ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Zerdali ve Myrobolan 29C anaçlarına aşılı ‘Perfect Red’ kayısı çeşidinin ağaçlarına hasat öncesinde iki kez (3 Haziran-18 Haziran) 1 mM oksalik asit (OA) uygulaması yapılmıştır. Son uygulamadan 25 gün (13 Temmuz) sonra meyveler hasat edilmiş, pomolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre meyve ağırlığı, meyve boyu, sertlik, L* ve b* değerleri bakımından istatistik anlamda farklılık çıkmamıştır. Ancak OA uygulamasında meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği nispeten yüksek değerlerde saptanmıştır. Meyve eni, a* değeri, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite açısından uygulama × anaç faktörü önemli bulunmuştur. OA uygulaması kontrole göre meyve enini Zerdali anacında %9,5, Myrobolan 29C anacında ise %14,5 düzeyinde artırmıştır. Zerdali anacında OA uygulaması meyve kabuk a* değerini kontrole göre önemli derecede düşürmüştür (%32,8). Çalışmada, OA uygulaması kontrole göre meyvelerin toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite özelliklerini önemli düzeyde artırmıştır (sırasıyla ortalama %40,1, %46,3 ve %41,6). Kayısıda, hasat öncesi OA uygulamaları, hasatta kayısı meyvelerin antioksidan özelliklerini artırmanın doğal bir yolu olabilir.

Anahtar Kelimeler: *Prunus armeniaca* L., meyve, oksalik asit, hasat öncesi, fenolik, flavonoid

The Effect of Preharvest Oxalic Acid Applications on Fruit Size and Antioxidant Properties of ‘Perfect Red’ Apricot Cultivar Grafted on Zerdali and Myrobolan 29C Rootstocks

ABSTRACT

This study was carried out in 2022 vegetation period in Isparta ecological conditions. In the study, the effect of pre-harvest oxalic acid application on fruit quality and biochemical contents was investigated. For this purpose, 1 mM oxalic acid (OA) was applied twice (June 3-June 18) before harvest to the trees of the ‘Perfect Red’ apricot cultivar grafted on Zerdali and Myrobolan 29C rootstocks. Fruits were harvested 25 days after the last application (July 13), pomological and biochemical analyzes were made. According to the results obtained, there was no statistical difference in terms of fruit weight, fruit length, firmness, L* and b* values. However, the fruit weight and flesh firmness were found to be relatively high in OA application. The factor of application × rootstock was significant in terms of fruit width, a* value, total phenolic, total flavonoid and total antioxidant capacity. OA application increased the fruit width by 9.5% in Zerdali rootstock and 14.5% in Myrobolan 29C rootstock compared to the control. OA application significantly decreased the fruit skin a* value compared to the control (32.8%) in Zerdali rootstock. In the study, OA application significantly increased the total phenolic, total flavonoid and total antioxidant capacity properties of fruits compared to the control (average 40.1%, 46.3% and 41.6%, respectively). In apricots, pre-harvest OA treatments may be a natural way to increase the antioxidant properties of apricot fruits at harvest.

Keywords: *Prunus armeniaca* L., fruit, oxalic acid, preharvest, phenolic, flavonoid

GİRİŞ

Meyveler dengeli ve sağlıklı beslenmenin bir parçasıdır. Özellikle son yıllarda yaşanan Covid-19 pandemisi ile birlikte meyveler sahip olduğu besin

değeri ve niteliği bakımından insan bağışıklığını kuvvetlendirici etkileri nedeniyle, tüketimi en çok artan ürün grupları içerisinde yer almaya başlamıştır. Kayısı meyvesi kendine özgü tat ve aroması, sarı-turuncu güzel rengi ve kadifemsi etiyile her yaştan

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

tüketicisi olan ve sevilerek tüketilen, insan beslenmesi ve sağlığı üzerinde yararlı etkileri bulunan değeri yüksek bir meyvedir [1]. Kayısı meyveleri diyet lifi, şekerler (sükroz, glukoz, früktoz), organik asitler, mineral maddeler (K, P, Mg, Zn, P, Se), vitaminler (A vitamini, tiamin, riboflavin, niasin ve pantotenik asit) ve biyoaktif fitokimyasallar (polifenoller, karotenoidler, yağ asitleri, uçucu yağlar ve polisakkaritler) bakımından zengindir [2, 3, 4, 1]. Fenolik bileşikler serbest radikalleri ve nitrojen türlerini temizleyen, oksidatif stresi önleyebilen ana antioksidan kaynaklarından biridir [5, 6, 29].

Anaçlar üzerine aşılı çeşidin büyüme kuvvetine, verimine, erkenciliğine, çiçek sayısına, meyve kalitesine ve biyokimyasal içeriklerine, besin elementi alınımına, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım gibi birçok özelliğini etkilemektedir [7, 8, 9, 10]. Ülkemizde kayıslara daha çok çöğür anaçları kullanılırken, son yıllarda özellikle sık dikime uygunluk sağlayan Myrobalon 29C erik klon anacının kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

Son zamanlarda, meyve yetiştiriciliğinde meyve kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması için organik asit uygulamaları ön plana çıkmıştır. Bu bakımdan oksalik asit (OA), meyve kalitesi üzerine olan etkileri bakımından dikkati çekmektedir. OA, bitki kökenli en tanınmış organik asitlerden birisidir ve doğal bir organik asit olduğu için insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyeceği düşünülmektedir [11]. OA birçok çalışmada, daha çok hasat sonrası depolama ömrünü artırıcı, depolama süresince meyvede veya sebze kalite kaybını önleyici olarak denenmiştir. Bu çalışmalarda, OA'in olgunlaşmayı ve yaşlanmayı geciktirme, hasat sonrası hastalıkları kontrol etme, enzimatik esmerleşmeyi engelleme ve üşüme zararını hafifletmedeki çeşitli etkileri ortaya konulmuştur [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Bununla birlikte OA'in hasat öncesi uygulamaları da yakın dönemde ilgi görmeye başlamıştır. Bu çalışmalarda, özellikle OA uygulamalarının hasat döneminde meyvelerin antioksidan özelliklerinin artırdığı görülmüştür. Kirazda yapılan bir çalışmada, hasat öncesi 2 mM OA uygulamasının meyve rengini, meyve eti sertliğini, toplam antosiyanin ve toplam fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini artırdığı bildirilmiştir [11]. Benzer şekilde erikte, hasat öncesi OA uygulamalarının hasat döneminde meyvelerin toplam fenolik içeriğini ve antioksidan aktivitesini artırdığı saptanmıştır [18]. Yine narda, 10 mM OA uygulamasının glikoz içeriğini, asitliği (özellikle malik ve askorbik asit) ve biyoaktif bileşikleri (toplam fenolik, toplam antosiyanin ve toplam antioksidan aktivite) artırdığı belirtilmiştir [19]. Kayısıda yapılan bir çalışmada da hasat öncesi 2 mM OA uygulamasının hasatta kontrol meyvesine kıyasla

meyve iriliğini önemli ölçüde artırdığı, hasattan beş gün sonra oda koşullarında meyve olgunlaşmasını geciktirdiği, meyve boyutlarını ve meyve antioksidanlarını daha iyi muhafaza ettiği bildirilmiştir [20]. Ayrıca hasat öncesi OA uygulamalarının limon meyvelerinin antioksidan sistemini geliştirerek, depoda hasat sonrası çürüme insidansını azalttığı bildirilmiştir [21].

Hasat öncesi OA uygulamaları, meyvenin kalite ve antioksidan özelliklerinin artırılması için yararlı ve etkili bir araç olabilir. Yapılan bu çalışmada, Zerdali ve Myrobolan 29C anaçlarına aşılı 'Perfect Red' kayısı çeşidinde hasat öncesi 1 mM OA uygulamasının hasat döneminde meyve kalitesi ve antioksidan özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma, 2022 yılında, ISUBÜ-TARUM'a ait meyve koleksiyon bahçesinde yürütülmüştür. Denemede sağlıklı ve homojen gelişen altı yaşındaki Zerdali ve Myrobolan 29C anaçlarına aşılı 'Perfect Red' kayısı çeşidinin ağaçları yer almıştır. Ağaçların kültürel bakımları (gübreleme, sulama, ilaçlama vb.) TARUM tarafından düzenli olarak yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç yer alacak şekilde kurulmuştur.

Metot

Çalışmada, OA'in 1 mM konsantrasyonu çeşme suyu +%1'lik Tween 20 ile hazırlanarak, ağaçlara püskürtülmüştür. Kontrol uygulama olarak sadece çeşme suyu +%1'lik Tween 20 uygulanmıştır. Uygulamalar hasat öncesinde iki kez (3 Haziran-18 Haziran) gerçekleştirilmiştir. Son uygulamadan 25 gün (13 Temmuz) sonra meyveler hasat edilmiş, pomolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır. Biyokimyasal analizler için meyve örnekleri -20°C'de saklanmıştır. Analizler tesadüfen seçilen 30 adet meyvede gerçekleştirilmiştir. Örnek meyvelerde meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve çapı, meyve kabuk rengi ve meyve eti sertliği belirlenmiştir. Meyve kabuk rengi meyvenin en kırmızı yerinden Konica Minolta, CR-400/410 renk ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Meyve eti sertliği el penetrometresi (uç çapı 11 mm) ile gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik madde, Singleton ve Rossi [22]'ye göre Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Spektrofotometre okumaları 750 nm dalga boyunda yapılmıştır. Toplam flavonoid içeriği, Zhishen vd. [23]'ne göre analiz edilmiştir. Spektrofotometre okumaları 510 nm dalga boyunda yapılmıştır. Toplam antioksidan kapasitesi (DPPH) (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), Kumaran ve Karunakaran [24]'in

yöntemine göre saptanmıştır. Sektrofotometre okumaları metanol karşısında 517 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Tüm veriler MİNİTAB istatistik paket programına göre varyans analiz yöntemi ile F testine göre kontrol edildikten sonra çıkan önemli farklılıklar Tukey testi ile saptanarak, farklı harfler yardımıyla gösterilmiştir ($P \leq 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

OA Uygulamasının Kalitesi Üzerine Etkisi

Çeşitli organik asitler bitki büyüme elikatörü olarak rapor edilmiştir. Bu organik asitler hücre genişliğini artırma eğilimindedirler [20]. Çalışmada, 1 mM OA uygulamasının meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, meyve eti sertliği ve meyve kabuk renk özellikleri (L^* , a^* ve b^*) üzerine etkisine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eti sertliği bakımından istatistik anlamda önemli farklar saptanmamış, ancak bu özellikler 1 mM OA uygulamasında nispeten yüksek değerlerde (sırasıyla 53.87 g, 49.13 mm ve 3,86 kg) ölçülmüştür. Meyve eni bakımından ise uygulama, anaç ve uygulama \times anaç interaksiyon faktörleri önemli çıkmıştır (Çizelge 1). OA uygulaması kontrole göre meyve enini zerdali anacında %9,5, Myrobolan 29C anacında ise %14,5 düzeyinde önemli derecede artırmıştır. Benzer sonuçları Ahmed vd. [20] kayısıda ve Martinez-Esplá vd. [11] kirazda bildirmişlerdir. Kurucu [25], ‘Aprikoz’ kayısı çeşidinde 2 mM OA uygulamasının meyve ağırlığını artırdığını, 4 mM ve 8 mM OA uygulamalarının ise etkisiz kaldığını, ‘Roksana’ çeşidinde ise 4 mM OA uygulamasının meyve ağırlığı ve boyutlarını artırdığını rapor etmiştir. Çalışma sonuçları ile literatür bilgileri karşılaştırıldığında, OA uygulamalarının meyve iriliğini artırmada etkili olduğu, ancak tür ve çeşitlere göre uygulama konsantrasyonlarının etkilerinin değiştiği anlaşılmaktadır.

Kayısı meyveleri hasattan sonra çok çabuk bozulan ve raf ömrü kısa olan taze meyvelerdir. Bu nedenle kayısıda meyve eti sertliği hasat sonrası dayanımı etkileyen önemli kalite parametrelerindedir. Bu çalışmada, meyve eti sertliği bakımından önemli fark çıkmamış, ancak 1 mM OA uygulamasında her iki anaçta da nispeten yüksek değerler elde edilmiştir. Benzer şekilde 2 mM OA uygulamasının kirazda [11] ve ‘Aprikoz’ kayısı çeşidinde [25] meyve eti sertliğini artırdığı bildirilmiştir. Martinez-Esplá vd. [11] bu durumu OA uygulamalarının poligalakturonaz ve pektin metilesteraz enzim aktivitelerini azaltarak meyve eti sertliğini koruduğu şeklinde açıklamıştır.

Kayısıda meyve rengi tüketici tercihlerinde önemli bir kriteri oluşturmaktadır [26]. Çalışmada meyve kabuk L^* ve b^* değerleri bakımdan istatistik anlamda önemli fark saptanmazken, a^* değeri açısından uygulama \times anaç interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Buna göre Zerdali anacında 1 mM OA uygulaması kırmızılığı ifade eden meyve kabuk a^* değerini kontrole göre önemli derecede düşürmüştür (%32.8), ancak Myrobolan 29C anaç için önemli bir etki saptanmamıştır. Kurucu [25] ‘Aprikoz’ kayısı çeşidinde OA asit uygulamalarının renk oluşumunu geciktirdiğini bildirmiştir. Buna karşın Martinez-Esplá vd. [11] kirazda OA uygulamasının meyve rengini artırdığını rapor etmiştir. Çalışma sonuçları ile literatür bilgileri karşılaştırıldığında, OA uygulamalarının meyve rengi üzerine etkisinin değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Hasat öncesi 1 mM OA uygulamasının Zerdali ve Myrobolan 29C anaçlarına aşılı ‘Perfect Red’ kayısı çeşidinde meyve iriliği, meyve eti sertliği ve meyve kabuk rengi üzerine etkisi

Özellikler	Anaç	Kontrol	1 mM OA	Ortalama
Meyve ağırlığı (g)	Zerdali	50.46	53.19	51.83
	Myrobolan 29 C	45.21	54.55	49.88
	Ortalama	47.84	53.87	
Meyve eni (mm)	Zerdali	40.42 b*	44.67 a	42.54 B***
	Myrobolan 29 C	42.08 b	48.15 a	45.11 A
	Ortalama	41.45 B**	46.41 A	
Meyve boyu (mm)	Zerdali	48.82	49.09	48.96
	Myrobolan 29 C	45.60	49.15	47.38
	Ortalama	47.22	49.13	
Meyve eti sertliği (kg)	Zerdali	2.91	3.85	3.38
	Myrobolan 29 C	3.05	3.87	3.46
	Ortalama	2.98	3.86	
Meyve kabuk renk değerleri				
L^*	Zerdali	43.16	43.67	43.41
	Myrobolan 29 C	43.51	43.09	43.30
	Ortalama	43.38	43.33	
a^*	Zerdali	26.48 a	19.94 b	23.21
	Myrobolan 29 C	22.23 ab	23.12 ab	22.68
	Ortalama	24.36	21.53	
b^*	Zerdali	22.79	23.35	23.07
	Myrobolan 29 C	22.26	21.98	22.12
	Ortalama	22.66	22.52	

* Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle gösterilen uygulama \times anaç ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

** Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

*** Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

OA Uygulamasının Antioksidan İçerikleri Üzerine Etkisi

Son zamanlarda insan sağlığına yararlı etkileri ortaya konmuş, antioksidan özellik gösteren biyoaktif bileşiklerce (fenolik maddeler, uçucu yağlar, askobik asit vb.) zengin meyve ve sebzelerin tüketimine olan talep daha da artmıştır. OA, bitkide antioksidan enzimatik aktivitelerin ve fenolik bileşiklerin artması

yoluyla esas olarak mantar ve viral hastalıklara karşı sistemik direncin indüklenmesiyle ilgili birçok fizyolojik olayda rol alan doğal bir organik asittir [19]. Çalışmada, 1 mM OA uygulamasının toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite üzerine etkisine ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur. Buna göre uygulama ve uygulama × anaç interaksiyon faktörleri önemli bulunmuştur. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında 1 mM OA uygulaması kontrole göre meyvelerin toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite içeriklerini sırasıyla ortalama %40,1, %46,3 ve %41,6 oranlarında artırmıştır. Benzer şekilde önceki çalışmalarda da OA’in meyvelerin antioksidan özelliklerini artırdığı veya muhafaza ettiği kirazda [11], erikte [18, 16], narda [27, 19], kayısıda [20] ve limonda [21] ortaya konmuştur. OA’nın biyoaktif bileşikleri ve antioksidan özellikleri artırdığı mekanizma henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Ancak OA’nın *in vitro* lipid peroksidasyonunu baskılayarak ve askorbik asit oksidasyonunu azaltarak, doğal bir antioksidan olduğu bildirilmektedir [19].

Çizelge 2. Hasat öncesi 1 mM OA uygulamasının Zerdali ve Myrobolan 29C üzerine aşılı ‘Perfect Red’ kayısı çeşidinde toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasite üzerine etkisi

Özellikler	Anaç	Kontrol	1 mM OA	Ortalama
Toplam fenolik (mg GAE/100 g)	Zerdali	175.639 c*	414.528 a	295.083
	Myrobolan 29 C	261.750 b	315.917 b	288.833
	Ortalama	218.694 B**	365.222 A	
Toplam flavonoid (mg kateşin/100 g)	Zerdali	19.6022 b	35.3548 a	27.2258
	Myrobolan 29 C	20.0323 b	38.4194 a	29.2258
	Ortalama	19.8172 B	36.8871 A	
Toplam antioksidan kapasite (%)	Zerdali	40.4922 b	71.7002 a	56.0962
	Myrobolan 29 C	43.7360 b	72.4832 a	58.1096
	Ortalama	42.1141 B	72.0917 A	

*Aynı satır ve sütunda farklı küçük harflerle gösterilen uygulama × anaç ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

**Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Bu çalışmada, incelenen kalite parametreleri ve antioksidan özellikler bakımından anaçlar arasında önemli fark saptanmamıştır (Çizelge 1, 2). Buna karşın Myrobolan 29-C, Myrobolan GF-31, Marianna 2624, Pixy ve Tokaloğlu anaçları üzerinde Hacihaliloğlu kayısı çeşidinin toplam antioksidan kapasitesi ve fenolik içerikleri bakımından anaçlar arasında farklar olduğunu bildirilmiştir [28]. Bu durumun çalışma koşullarının farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim meyve kalitesi genotip, ekoloji ve kültürel işlem (budama, seyreltme, gübreleme vb.) faktörlerinden etkilenmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak, ‘Perfect Red’ kayısı çeşidinde hasat öncesi 1 mM OA uygulamasının meyve büyüklüğünü artırdığı, meyve eti sertliğini koruduğu ve meyve kabuk üst renk kırmızılığını azaltarak olgunluğu geciktirdiği görülmüştür. Yine hasat öncesi OA uygulaması hasatta meyve antioksidan (toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite) özelliklerini önemli ölçüde artırdığı, bu bakımdan anaçlar arasında önemli fark olmadığı belirlenmiştir. Böylelikle kayısı meyvesinin rapor edilen sağlık üzerine olan etkilerinin iyileştirilmesi için hasat öncesi OA uygulamaları, doğal ve kullanışlı bir araç olarak düşünülebilir. Bu konuda daha detaylı çalışmaların yapılmasında yarar görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Wani, S.M., Masoodi, F.A., Ahmad, M., Ahmada Mir, S. 2018. Processing and storage of apricots: effect on physicochemical and antioxidant properties. J. Food Sci. Tech. 55(11):4505-4514.
2. Özçağırın, R., A. Ünal, E. Özeker, M. İsfendiyaroğlu, 2011. Ilıman iklim meyveleri, sert çekirdekli meyveler. Cilt:1. Ege Üniversitesi, İzmir, ISBN: 9789754838947.
3. Özdoğru, B., Şen, F., Acarsoy-Bilgin, N., Mısırlı, A. 2015. Bazı sofralık kayısı çeşitlerinin depolanma sürecinde fiziksel ve biyokimyasal değişimlerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 52(1):23-30.
4. Wani, S.M., Masoodi, F.A., Wani, T.A., Ahmad, M., Gani, A., Ganai, S.A. 2015. Physical characteristics, mineral analysis and antioxidant properties of some apricot varieties grown in north India. Cogent Food & Agriculture, 1:1, 1118961, (<http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2015.1118961>) (Erişim Tarihi: 21.06.2023).
5. Haciseferoğlu, H., Gezer, İ., Öcan, M.M., Asma, B.M. 2007. Post-harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. Journal of Food Engineering 79:364-373.
6. Susanna, B., Annamaria, L., Viti, R. 2007. quality and antioxidant properties of apricot fruits at ready-to-eat: influence of the weather conditions under Mediterranean coastal area. J. Food Process Technol. 7:538. doi:10.4172/2157-7110.1000538.
7. Hernández, F., Pinochet, J., Moreno, M.A., Martínez, J.J., Legua, P. 2010. Performance of prunus rootstocks for apricot in Mediterranean conditions. Scientia Horticulturae 124:354-359.

8. Nadarnejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hossyinifard, J., Poorseyedi, S. 2013. Effect of different rootstocks on pal activity and phenolic compounds in flowers, leaves, hulls and kernels of three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Trees* 27:1681-1689. doi:10.1007/S00468-013-0915-8.
9. Polat, D., Yıldırım F. 2016. Farklı gelişme kuvvetine sahip 14 elma anacının yapraklarında fenolik bileşenlerin değişimi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11:63-70.
10. Uğur, R., Sümbül, A., Yaman, M. 2023. Effect of different clonal rootstocks on plant nutrient content in leaves of some apricot (*Prunus armeniaca*) cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, (<https://doi.org/10.1007/s10341-023-00935-3>) (Erişim Tarihi: 28.08.2023).
11. Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Valero, D., García-Viguera, C., Castillo, S., Serrano, M. 2014. Preharvest application of oxalic acid increased fruit size, bioactive compounds, and antioxidant capacity in sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62:3432-3437.
12. Zheng, X., Tian, S. 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. *Food Chemistry*, 96(4):519-523.
13. Wang Q., Qin, G.Z., Lai, T.F., Tian, S.P. 2009. Response of jujube fruit to exogenous oxalic acid treatment based on proteomic analysis. *Journal of Plant Cell Physiology*, 50: 230-242.
14. Huang H., Jing, G., Guod, L., Zhanga, D., Yanga, B., Duana, X., Ashrafe, M., Jianga, Y. 2013-a. Effect of oxalic acid on ripening attributes of banana fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology* 84:22-27.
15. Huang, H., Zhua, Q., Zhang Z., Yanga, B., Duana, X., Jianga, Y. 2013-b. Effect of oxalic acid on antibrowning of banana (*Musa* spp., AAA group, cv. 'Brazil') fruit during storage. *Scientia Horticulturae* 160:208-212.
16. Martínez-Esplá, A., Serrano, M., Martínez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P.J. 2019. Oxalic acid preharvest treatment increases antioxidant systems and improves plum quality at harvest and during postharvest storage. *J. Sci. Food Agr.* 99:235-243.
17. Sevinç-Üzümcü, S., M.A. Koyuncu, C. Onursal, A. Güneyle, D. Erbaş 2020. Effect of pre-harvest oxalic acid treatment on shelf-life of apricot cv. 'Roxana'. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* 9(1):73-80.
18. Serrano, M., Marínez-Esplá, A., Giménez, M.J., Valero, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Castillo, S. 2018. Preharvest application of oxalic acid improves antioxidant systems in plums. *Acta Hort.* 1194. doi:10.17660/actahort.2018.1194.4.
19. García-Pastor, M.E., Giménez M.J., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D., Zapata, P.J. 2020. Preharvest application of oxalic acid improved pomegranate fruit yield, quality, and bioactive compounds at harvest in a concentration-dependent manner. *Agronomy* 10:1522, doi:10.3390/agronomy10101522.
20. Ahmed, M., Ullah, S., Razzaq, K., Rajwana, I.A., Akhtar, G., Naz, A., Amin, M., Khalid, M.S., Khalid, S. 2021. Pre-harvest oxalic acid application improves fruit size at harvest, physico-chemical and sensory attributes of 'Red Flesh' apricot during fruit ripening. *J. Hort. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.46653/jhst2142048>. 4:48-55.
21. Serna-Escolano, V., Giménez, M.J., Castillo, S., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M., Valero, D., Zapata, P.J. 2021. Preharvest treatment with oxalic acid improves postharvest storage of lemon fruit by stimulation of the antioxidant system and phenolic content. *Antioxidants* 10:963, <https://doi.org/10.3390/antiox10060963>. (Erişim Tarihi: 22.06.2023).
22. Singleton, V.L. Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3):144.
23. Zhishen, J.M., Jianming, W. 1999. La determinación del cönktendim de flavonoides en la morera y sus efectos depuradores sobre los radicales superóxidos. *International Journal of Applied Poultry Research, Food Chem.* 64(1):555-559.
24. Kumaran, A., Joel Karunakaran, R. 2006. Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2):146-151.
25. Kurucu, Ş.N. 2019. Hasat öncesi oksalik asit uygulamalarının aprikoz ve roxana kayısı çeşitlerinde meyve kalitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). ISUBÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 53s.
26. Acarsoy-Bilgin, N., Y. Evrenosoğlu, K.U. Yılmaz, T. Yiğit, R. Kokargül, A. Türkoğlu, Ö. Boztepe, E. Kaçar, E. Bilen, A. Mızırlı 2016. Melez kayısı popülasyonunun meyve kalite özellikleri ile ilgili genel değerlendirme. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53(1):25-34.
27. Zhu, Y., J. Yu, J.K. Brecht, T. Jiang, X. Zheng 2016. Pre-harvest application of oxalic acid increases quality and resistance to *Penicillium expansum* in kiwifruit during postharvest storage. *Food Chemistry* 190:537-543.

28. Gündoğdu, M. 2019. Effect of rootstocks on phytochemical properties of apricot fruit. *Turk J. Agr. For* 43:1-10, doi:10.3906/tar-1803-99.
29. Demir, S., L. Başayığıt, 2022. Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi* 5(2):20-28.