



Araştırma Makalesi

Hasat Öncesi Farklı Uçucu Yağ Uygulamalarının ‘Rubygem’ Çilek Çeşidinin Muhafazası Üzerine Etkileri

Sevinç Şener^{1*}  Adem Doğan²  Canan Nilay Duran³  Zehra Kurt³ 
Mustafa Erkan¹ 

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Antalya

³Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya

*Sorumlu yazar: ssener@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 29.01.2022

Kabul Tarihi: 24.05.2022

Öz

Bahçe ürünlerinde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde bitkisel uçucu yağların da içerisinde yer aldığı kimyasallara alternatif uygulamalar giderek popüler hale gelmektedir. Bu çalışmada, hasattan önce uygulanan okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), kekik (*Origanum onites* L.) ve kayısı çekirdeği (*Prunus armeniaca* L.) yağlarının (2 mL L⁻¹) ‘Rubygem’ çilek çeşidi meyvelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Hasattan 3 gün önce uygulama yapılan çilekler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 10 gün süreyle depolanmıştır. Ayrıca, meyvelerin manav koşullarındaki dayanma durumlarının belirlenmesi için 20±2°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde 3 gün süreyle bekletilmiştir. Soğukta muhafaza sırasında kayısı çekirdeği ve okaliptüs yağları ağırlık kabını engellemede etkili bulunurken, manav koşullarında ise kayısı çekirdeği yağı daha başarılı bulunmuştur. Meyve eti sertliğinin korunmasında soğukta depolama sonunda okaliptüs ve kekik yağı etkili iken, manav koşulları sonunda ise yağ uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Soğukta depolama ve manav koşullarında kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan meyvelerde daha yüksek suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı tespit edilmiştir. Meyve renginin parlaklık (*L**) ve kroma (*C**) değerinin korunmasında bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Araştırma sonuçları hasat öncesi bitkisel yağ uygulamalarının çilek meyvesinde hasat sonrası kayıpları azaltmak ve kaliteyi korumak amacıyla kimyasal uygulamalara alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, esansiyel yağlar, hasat öncesi uygulama, depolama, manav koşulları

The Effects of Different Pre-harvest Essential Oil Treatments on Storage of the ‘Rubygem’ Strawberry Cultivar Abstract

Alternative treatments to chemicals such as essential oils are gaining popularity in the prevention of postharvest losses. This study was conducted to determine the effects of pre-harvest treatments of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), thyme (*Origanum onites* L.) and apricot seed (*Prunus armeniaca* L.) oils on the storage time and fruit quality. Treated and non-treated (Control) fruit were stored at 0 °C and 90-95% relative humidity for 10 days. Additionally, the fruit were kept at 20±2°C and 60±5% relative humidity for 3 days to simulate shelf-life period. The apricot seed and eucalyptus oils were found to be effective in preventing weight loss during cold storage while apricot seed oil was found to be more effective in shelf-life conditions. At the end of cold storage, the Eucalyptus and thyme oils were efficient in maintaining fruit firmness while there were no statistically significant differences between oils treatments during three-day shelf-life period. During both cold storage and shelf life, the maximum soluble solids content was determined in the fruit treated with apricot seed oil. Plants oil treatments were found to be more successful in maintaining the lightness (*L**) and chroma (*C**) values of fruit color compared to the control. However, there were no statistically significant difference between the oil treatments at the end of the shelf-life period. It can be concluded that preharvest

essential oils treatment can be an alternative to chemicals used for controlling decay development and maintaining quality of strawberry fruit

Keywords: Strawberry, essential oils, preharvest treatment, storage, shelf-life

Giriş

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.), dünyada örtüaltı ve açıkta yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ticari öneme sahip üzüksü meyve türlerinden birisidir. Dünyanın bir çok bölgesinde, ılıman, subtropik ve hatta tropik iklim koşullarında da yetiştirilebilmektedir (Guerrero-Chavez ve ark., 2015; Garriga ve ark., 2015). Taze ve işlenmiş olarak değişik şekillerde tüketilebilen bu meyve türü, büyük bir pazar avantajına sahiptir (Casierra-Posada ve ark., 2011). 2009 yılında 6.522,913 ton olan dünya çilek üretimi, son on yılda yaklaşık %36 oranında artarak 2019 yılında 8.885,028 tona ulaşmıştır. Bu üretimin 486. 705 ton'luk kısmı Türkiye tarafından gerçekleştirilmektedir (FAO, 2021).

Çilek meyveleri antioksidan, C vitamini, fenolik maddeler, antosiyaninler ve ellajik asit yönünden zengin bir içeriğe sahiptir (Giampieri ve ark., 2012). Çilek meyvesinin vitamin ve besin elenenti içeriği, çeşit özelliklerine, yetiştirme koşullarına ve hasat sonrası depolama özelliklerine göre değişebilmektedir (Mahmood ve ark., 2012; Şener ve Türemiş, 2017). Meyvelerin ticari değeri meyvenin rengi ve iriliği yanında meyve tadı ile de doğrudan ilişkilidir (Azodanlou ve ark., 2003). Yapılan çalışmalar tüketicilerin meyve satın alma tercihlerinde meyve albenisinin önem taşıdığını göstermektedir (Correia ve ark., 2011). Diğer bahçe ürünlerinde olduğu gibi çilekte de tüketicilerin satın alma tercihlerinde irilik, meyve rengi, tad ve aroma önemli parametreler arasındadır (Ganhão ve ark., 2019). Çileğin meyve kalitesi üzerine etki eden çeşitli faktörler bulunmaktadır (Şener ve Türemiş, 2016). Bunlar arasında sıcaklık, dikim tarihi, olgunluk aşaması, çeşit ve kültürel işlemler yer almaktadır (Khanizadeh, 1994; Kivijärvi ve ark., 2002; Anttonen ve ark., 2006; Kumar ve Day, 2012). Birçok meyveye kıyasla hassas bir dokuya sahip olan çilek, yaralanma ve fungal hastalıklara oldukça duyarlı bir türdür (Mohammadi ve ark., 2021; Vicente ve ark., 2002). Hasat sonrası ömrü oldukça kısa olan bu türde muhafaza süresinin birkaç gün bile uzatılması elde edilen gelirin artmasını sağlayabilecektir. Çilekte raf ömrünü uzatmak için kullanılan çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamalar arasında ısı uygulamaları, ürünün dondurulması, modifiye atmosferde paketlenme, ultrases, yenilebilir kaplamalar gibi birçok kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılmaktadır (Yan ve ark., 2019; Vicente ve ark., 2002). Ancak son yıllarda tüketicilerin sağlıklı ürün tüketme taleplerinin artması sonucu organik ürünler ile kimyasal olmayan yöntemlere olan ilgi de her geçen gün artmaktadır (Vicente ve ark., 2003).

Kompleks yapıya sahip doğal bileşikler olan bitkilerin tohum, kök, yaprak, çiçek gibi değişik kısımlarından elde edilen uçucu yağlar kimya, farmakoloji, gıda ve kozmetik sektörlerinin yanında tarımsal üretimde de farklı alanlarda kullanılabilir (Şener ve ark., 2018). Son yıllarda artan gıda güvenliği endişeleri, çevreye karşı oluşan duyarlılık, bitkisel kökenli olan, kolay temin edilebilen, ucuz ve çevre dostu bu ürünlere olan ilgiyi de arttırmıştır (Şener ve ark., 2018). Bu amaçla uçucu yağlardan elde edilen preparatların hasat öncesi ve sonrası kullanımları yaygınlaşmıştır (Wei ve ark., 2018). Çilekte özellikle gri küfün önlenmesi amacıyla uçucu yağların kullanıldığı bildirilmektedir (Wei ve ark., 2018). Ancak literatürde kekik yağı ile ilgili bazı çalışmalar bulunmasına rağmen özellikle okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağının çilekte hasat öncesi kullanımının meyve kalitesi ve duyu özelliklerine olan etkileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, çilekte hasat öncesi kekik, okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağlarının muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Alanı'nda yer alan 1 da'lık cam serada yürütülmüştür. Çalışmada deneme materyali olarak, orta derecede sert tekstüre sahip, albenisi yüksek ve iyi aromalı meyvelere sahip olan kısa gün çeşidi 'Rubygem' (*Fragaria x ananassa* Duch.) kullanılmıştır.

Çilek fideleri tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her parselde 30 bitki olacak şekilde seddelere dikilmiştir. Seddeler ot kontrolü sağlamak amacıyla 100 µ kalınlığa sahip siyah plastik malç ile kaplanmıştır. Fideler sedde üzerine 30 cm X 30 cm mesafede üçgen şeklinde dikilmiştir.

Hasat öncesi bitkisel yağ uygulamasına kadar bütün bitkilere eşit şekilde kültürel uygulamalar yapılmıştır. Hasat zamanından 3 gün önce çilek bitkilerine okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), kekik (*Origanum Onites* L.) ve kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çekirdeği yağları 2 mL L⁻¹ dozunda uygulanmıştır. Hazırlanan solüsyonlara etkinliğini artırmak üzere 20 mL 100 L⁻¹ dozunda yayıcı yapıştırıcı (Tween-20) eklenmiştir. Bitkisel yağ uygulamaları püskürtme şeklinde tüm yüzeylere temas edecek şekilde yapılmıştır. Kontrol grubu bitkilere ise saf su uygulanmıştır.

Hasat edilen meyveler hızlı bir şekilde Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Prof. Dr. Mustafa Pekmezci Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Meyveler burada elle seçilerek boylanmış ve 250 g'lık delikli şale ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlanan meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 10 gün süreyle muhafaza edilmiş ve muhafazanın 5. ve 10. günlerinde analiz edilmiştir. Meyvelerin manav koşullarındaki dayanım durumlarını belirlemek amacıyla soğukta depolamaya ek olarak 20±2°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde 3 gün süreyle bekletilmiştir. Depolamanın 5.günü ve sonunda 10.günde bazı kalite analizleri yapılmıştır.

Meyvelerin ağırlık kaybı miktarı 0.01g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Denver TP-152, Denver Instruments, USA) kullanılarak ölçülmüş ve meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) miktarlarını belirlemek için meyveler katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyundan dijital bir refraktometre (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) ile SÇKM miktarı yüzde (%) olarak ölçülmüştür. Örneklerin TEA miktarını belirlemek için meyve suyundan 5 mL örnek alınarak saf su ile 40 mL'ye tamamlanmış ve 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ile bir pH metre (Inolab pH 720, WTW, Germany) yardımıyla, pH=8.1'e olana kadar titre edilmiştir. Çileklerin TEA miktarı sitrik asit cinsinden yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çileklerde meyve sertliği, meyvelerin orta kısmından 6.30 mm uca sahip özel bir sertlik ölçüm cihazı (Chatillon DFI 10, Largo, FL, USA) ile Newton (N) olarak ölçülmüştür. Meyve renk ölçümleri meyvenin 3 farklı noktasından renk ölçüm cihazı (MINOLTA CR-400 MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) ile belirlenmiştir. Depolama süresince meyvelerde meydana gelen pazarlanamaz ürün miktarı belirlenmiş ve sonuçlar toplam meyvenin yüzdesi (%) olarak ifade edilmiştir.

İstatistik Analizler

Muhafaza denemesi, 3 tekerrürlü olarak "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre planlanmış ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmadan elde edilen veriler 'SAS' (SAS Inst., Cary, NC, USA) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Sonuçlar, P≤0.05 hata düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık Kaybı

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ağırlık kaybı üzerine etkileri hem soğukta depolama hemde manav koşullarında istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza süresinin ilk beş gününde uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilmemiş, buna karşın muhafazanın 10. günü sonunda kekik yağı ve kontrol uygulamalarında saptanan ortalama ağırlık kaybı okaliptüs ve kayısı çekirdeği yağı uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresine ek olarak manav koşullarında bekletme sonunda ortama ağırlık kaybı miktarları incelendiğinde, en yüksek ağırlık kaybı kontrol ve kekik yağı uygulamalarında (%9.35 ve %9.16), en düşük ağırlık kaybı ise kayısı çekirdeği yağı uygulamasında (%6.93) tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte tüm uygulamalarda ağırlık kaybı artış göstermiş ve 10 gün soğukta depolamaya ek olarak 3 gün manav koşullarında bekletilen çileklerde %11.31 oranında ağırlık kaybı saptanmıştır (Çizelge 1).

Bahçe ürünlerinde dışarıdan yapılan bitkisel yağ uygulaması veya yenilebilir kaplamaların ağırlık kaybını önleme potansiyeli meyve etrafında bir bariyer oluşturarak meyveden su kaybını azaltması ile ilişkilendirilmektedir (Yılmaz ve ark., 2019). Bu tür uygulamalar, meyvenin iç atmosferini değiştirerek, meyvenin solunum hızını yavaşlatır ve sonuçta ağırlık kaybını azaltır. Çalışmada ağırlık kaybını azaltma açısından kekik yağı ve kontrol uygulaması arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durumun kekik yağının ucuculuk özelliğinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uçucu yağ uygulamalarının başarısı uygulama zamanı, şekli ve çeşitlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Çilekte hasat sonrası ağırlık kayıplarını azaltmak amacıyla denenen kimyon, kekik, çörek otu, nane ve tarçın yağı uygulamalarından en yüksek ağırlık

kaybı tarçın yağı uygulamasında tespit edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019). Uçucu bileşik uygulamalarının hidrofobik özellikleri gereği yenilebilir film kaplama uygulamaları ile birlikte yapılmasının ağırlık kaybının engellenmesinde daha etkili olacağı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2014).

Meyve Eti Sertliği

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları ve muhafaza sürelerinin meyve eti sertliği üzerine etkileri hem soğukta depolama hemde manav koşullarında istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2). Çilek meyvelerinin sertliği soğukta muhafaza ve manav koşullarında azalış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama 4.24 N olan meyve sertliği, 10 gün soğukta muhafaza sonunda 3.69 N, buna ek olarak 3 gün manav koşulları sonunda ise 3.09 N olarak tespit edilmiştir. Meyve eti sertliğinin azalmasında soğukta depolama sonunda okaliptüs (4.27 N) ve kekik yağı (4.06 N) etkili olurken, manav koşulları sonunda ise bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur.

Table 1. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the (%) weight loss
Çizelge 1. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)		Ortalama (Uyg.)
	5	10	
Kontrol	2.59 *	7.23 a ¹	4.90 a
Okaliptüs	2.87	6.36 b	4.62 bc
Kekik	3.09	7.34 a	5.22 a
Kayısı çekirdeği	2.84	5.71 b	4.28 c
Ortalama (Muh. Sür.)	2.85 b	6.61 a	
	5+3	10+3	
Kontrol	5.57 b	13.13 a	9.35 a
Okaliptüs	5.28 b	11.23 b	8.25 b
Kekik	6.39 a	11.92 b	9.16 a
Kayısı çekirdeği	4.89 b	8.97 c	6.93 c
Ortalama (Muh. Sür.)	5.53 b	11.31 a	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Soğukta depolama esnasında kekik ve okaliptüs yağları sertliği korumada daha etkili iken, manav koşulları sonunda bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı olmuştur. Wei ve ark. (2018) benzer şekilde çilek meyvesinde hasat öncesi çay bitkisi yağı ekstresinin 5 gün boyunca 20°C'de depolama sonunda sertlik kaybını geciktirdiğini belirtmişlerdir. Meyvelerde yumuşama mekanizmasında rol alan poligalakturonaz ve pektin esteraz enzim aktiviteleri düşük O₂ ve yüksek CO₂ içeren ortamda yavaşlamaktadır (Maftoonazad ve Ramaswamy, 2005). Benzer şekilde nano kitosan ve bitkisel yağ uygulamalarının tek ve kombinasyon uygulamalarının meyvelerde sertliği korumada etkili olduğu belirtilmiştir (Abdolahi ve ark., 2010; Eshghi ve ark., 2014).

Table 2. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the (N) fruit firmness
Çizelge 2. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	4.40*	3.58 b ¹	3.30 c	3.76 b
Okaliptüs	4.49	4.44 a	3.90 ab	4.27 a
Kekik	4.23	3.97 b	3.98 a	4.06 a
Kayısı çekirdeği	3.86	3.79 b	3.60 bc	3.75 b
Ortalama (Muh. Sür.)	4.24 a	3.95 b	3.69 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	4.40*	2.62 b	2.25 b	3.09 b
Okaliptüs	4.49	3.28 a	3.29 a	3.69 a
Kekik	4.23	3.61 a	3.55 a	3.80 a
Kayısı çekirdeği	3.86	3.43a	3.26a	3.52 a
Ortalama (Muh. Sür.)	4.25 a	3.24 b	3.09 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları çilek meyvelerinde SÇKM miktarını önemli ($P \leq 0.05$) ölçüde artırmıştır (Çizelge 3). Hasat zamanında en yüksek SÇKM miktarı kayısı yağı uygulaması yapılan çileklerde, %9.3 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek SÇKM ortalaması kayısı yağı uygulaması yapılan çileklerde (%9.0), en düşük ortalama ise kontrol meyvelerinde (%8.2) saptanmıştır. Benzer durum manav koşulları sonunda da gözlemlenmiştir. Bitkisel yağ uygulamaları kontrole kıyasla hasat zamanında çileklerin SÇKM miktarını artırmıştır. Depolama ve manav koşullarında bekletme sonunda en yüksek ortalama SÇKM miktarı kayısı çekirdeği yağı uygulamasında tespit edilmiştir.

Meyvenin metabolizma faaliyetlerinin yavaşlatılması ile SÇKM miktarındaki bu düşüş oranı da azaltılabilmektedir. Wei ve ark. (2018) örtüaltında yetiştirilen çileklere hasat öncesi yapılan çay ağacı yağı uygulamasının meyvelerin SÇKM miktarı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirirken, Shao ve ark. (2003) ise farklı dozlarda çay ağacı yağının SÇKM miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Esansiyel yağların düşük moleküler ağırlığı nedeniyle hücre zarından kolayca geçerek biyokimyasal olayları etkilemektedir (Chao ve ark., 2005). Uygulamaların SÇKM miktarındaki artışına bunun neden olduğu ve çalışmalardaki farklılıkların ise uygulama dozu ve zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ishkeh ve ark. (2019) ise bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde limon otu (*Lippia citrodora*) esansiyel yağının (LOY) farklı dozlarının (0, 250, 500 and 750 $\mu\text{L L}^{-1}$) hasat sonrası uygulamasının ahududu meyvelerinin antioksidan kapasitesi ve fitokimyasal içeriği üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmaları sonucunda uygulamaların meyvelerin SÇKM içeriği üzerine önemli düzeyde etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Çok farklı biyolojik işlevlere sahip olan, ana bileşeni terpen ve terpenoid türevleri olan uçucu yağlar, enzimatik reaksiyonları durdurabilmekte, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilmekte, hücre zarının yapısını değiştirebilmekte, dengeleyici ve dış etkenlere karşı koruyucu olarak da görev yapabilmektedirler (Evren ve Tekgüler, 2011; Nasırcılar ve ark., 2018). Çalışma kapsamında kullanılan uçucu yağ uygulamalarının olgunlaşma ve yaşlanmaya bağlı asitlik kaybını azalttığı düşünülmektedir.

Table 3. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the SSC (%)

Çizelge 3. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin SÇKM miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	7.9 d ¹	8.4 d	8.3 c	8.2 d
Okaliptüs	8.4 c	8.7 c	8.4 c	8.5 c
Kekik	8.9 b	8.9 b	8.8 a	8.9 b
Kayısı çekirdeği	9.3 a	9.1 a	8.6 b	9.0 a
Ortalama (Muh. Sür.)	8.6 b	8.8 a	8.6 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	7.9 d	9.0 a	6.7 d	7.9 d
Okaliptüs	8.4 c	8.3 c	7.4 c	8.0 c
Kekik	8.9 b	8.4 b	8.2 b	8.5 b
Kayısı çekirdeği	9.3 a	8.0 d	8.7 a	8.7 a
Ortalama (Muh. Sür.)	8.6 a	8.4 b	7.7 c	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Titre edilebilir asit (TEA) miktarı

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamalarının TEA miktarı üzerine etkileri hasat zamanı ve muhafazanın 5. ve 10. günlerin istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunur iken muhafaza süresi sonunda uygulama ortalaması önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). Hasat zamanında kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan çileklerin TEA miktarı diğer uygulamalardan daha düşük bulunmuştur. Muhafazanın 10. gününde bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Muhafaza süresine ek olarak manav koşullarında bekletme sonrasında en yüksek TEA miktarı okaliptüs yağı uygulamasında (%0.59), en düşük TEA miktarı ise kontrol grubunda (0.70) tespit edilmiştir. Muhafazanın başlangıcında ortalama %1.09 olan TEA miktarı, soğukta depolama sonunda %0.75 ve buna ek olarak 3 gün manav koşullarında bekletme sonunda ise azalarak %0.49 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte TEA miktarı azalış göstermiştir. Soğukta depolama

sonunda uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiş, buna karşın manav koşullarında hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları TEA miktarındaki azalışı yavaşlatmıştır. TEA miktarının azalışı organik asitlerinin solunumunda kullanılmasıyla ilişkilendirilmiştir (De Ancos ve ark., 1999). Hasat sonrası kekik, kimyon, nane, tarçın ve çörekotu yağı uygulamaları yapılan çilek meyvelerinde benzer şekilde yağ uygulamalarının TEA miktarının korunumunda etkili olabileceği belirtilmiş, ancak nane yağının kontrole göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019).

Table 4. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on titratable acid contents (TAC) (%)

Çizelge 4. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin TEA sitrik asit miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	1.13 a ¹	0.84 a	0.63 b	0.86*
Okaliptüs	1.11 a	0.69 b	0.81 a	0.87
Kekik	1.11 a	0.71 b	0.81 a	0.88
Kayısı çekirdeği	1.02 b	0.80 a	0.75 a	0.86
Ortalama (Muh. Sür.)	1.09 A	0.76 B	0.75 B	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	1.13 a	0.69 c	0.46 c	0.59 C
Okaliptüs	1.11 a	0.78 a	0.51 a	0.70 A
Kekik	1.11 a	0.65 d	0.48 b	0.65 B
Kayısı çekirdeği	1.02 b	0.73 b	0.49 b	0.65 B
Ortalama (Muh. Sür.)	1.09 A	0.71 B	0.49 C	

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

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Meyve rengi

Farklı bitkisel yağ uygulamaları hasat zamanında çilek meyvesinin parlaklık (L^*) değerini kontrole göre artırmıştır. Bu durum çalışma sonunda uygulama ortalamalarına da yansımıştır. Benzer durum soğukta muhafazaya ek olarak 3 gün 20°C bekletilen meyvelerde de gözlemlenmiştir. Meyvelerin başlangıçtaki L^* değeri 5 gün muhafaza sonunda sabit kalmış, depolamanın 10. günü sonunda ise azalış göstermiştir. Buna karşılık L^* değeri depolamanın 5+3. ve 10+3. günlerinde azalış göstermiştir (Çizelge 5).

Table 5. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the value of (L^*)

Çizelge 5. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin (L^*) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	32.09 b ¹	30.25 b	30.55 b	30.96 b
Okaliptüs	33.98 a	34.27 a	31.42 ab	33.22 a
Kekik	34.39 a	32.76 a	32.73 a	33.29 a
Kayısı Çekirdeği	33.52 ab	33.50 a	32.19 ab	33.07 a
Ortalama (Muh. Sür.)	33.49 a	32.69 a	31.72 b	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	32.09 b	28.83 b	29.13 b	30.02 b
Okaliptüs	33.98 a	33.35 a	31.54 a	32.96 a
Kekik	34.39 a	32.10 a	30.87 ab	32.45 a
Kayısı çekirdeği	33.52 ab	33.37 a	31.77 a	32.89 a
Ortalama (Muh. Sür.)	33.49 a	31.91 b	30.83 b	

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

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Hasat öncesi farklı bitkisel yağ uygulamaları hasat zamanında çilek meyvelerinin kroma (C^*) değerlerini bir miktar artırmıştır. Muhafazanın 5. gününde kekik ve kayısı çekirdeği yağı uygulamalarının kontrol ve okaliptüs yağı uygulamalarına göre daha yüksek C^* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın 10. gününde ve muhafaza sonunda uygulamalar arasında bitkisel yağ uygulamalarının C^* değerleri, kontrol uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 6).

Table 6. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the croma value (C^*)
Çizelge 6. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin kroma (C^*) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	34.57 b ¹	33.22 b	30.47 b	32.75 b
Okaliptüs	37.24 ab	33.24 b	34.86 a	35.22 a
Kekik	38.50 a	37.28 a	34.17 a	36.65 a
Kayısı çekirdeği	38.75 a	37.39 a	36.21 a	37.45 a
Ortalama (Muh. Sür.)	37.26 a	35.28 b	33.93 c	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	34.57 b	34.82*	32.09 b	33.83 b
Okaliptüs	37.24 ab	36.21	35.17 a	36.21 a
Kekik	38.50 a	34.68	37.24 a	36.81 a
Kayısı çekirdeği	38.75 a	35.92	36.17 a	36.95 a
Ortalama (Muh. Sür.)	37.26 a	35.41 b	35.17 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çilek meyvelerinin h° değeri üzerine farklı bitkisel yağ uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. (Çizelge 7). Hasat zamanında en yüksek h° değeri okaliptüs ve kekik yağlarında tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda uygulama ortalamaları incelendiğinde; en yüksek h° değeri okaliptüs yağı uygulamasında, en düşük h° değeri ise kontrol meyvelerinde belirlenmiştir. Buna karşılık manav koşullarında bekletme sonrasında bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha yüksek h° değerine sahip olmuştur.

Çalışmada L^* ve C^* değerleri açısından yağ uygulamaları daha başarılı sonuçlar vermiştir. Meyve h° değeri açısından ise soğukta depolama esnasında okaliptüs yağı etkili olurken, manav koşullarında tüm bitkisel yağ uygulamaları kontrole göre daha başarılı bulunmuştur. Genel olarak bitkisel yağ uygulamaları çilek meyvelerinin renk değerlerini korumada etkili olmuştur. Meyve dış renginin L^* , C^* ve h° değerleri Colla ve ark. (2006)'nın yapmış oldukları çalışmalar ile benzerlik göstermiştir. Hasat sonrası farklı bitkisel yağ uygulamalarının 10 gün depolama sonunda çilek meyvelerinin renk değerlerini etkilemediği, ancak muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte L^* ve h° değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Yılmaz ve ark., 2019). Enzim ve birçok biyokimyasal olayı etkilemelerinden dolayı, hasat sonrası daldırma ve buhar şeklinde uygulanan okaliptüs ve biberiye yağlarının domatesde görünüş kalitesini artırmada etkili rol oynadığı belirtilmiştir (Xylia ve ark., 2021).

Table 7. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the value of hue angle (h°)
Çizelge 7. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin hue açısı (h°) değeri üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)			Ortalama (Uyg.)
	0	5	10	
Kontrol	30.26 c ¹	28.31 b	28.89 c	29.16 c
Okaliptüs	33.96 a	32.72 a	31.68 a	32.79 a
Kekik	32.98 ab	30.70 ab	30.60 b	31.43 b
Kayısı çekirdeği	32.49 b	31.15 ab	30.98 ab	31.54 b
Ortalama (Muh. Sür.)	32.42 a	30.72 b	30.54 b	
	0	5+3	10+3	
Kontrol	30.26 c	28.03 b	28.86 b	29.16 b
Okaliptüs	33.96 a	30.88 a	30.74 a	31.86 a
Kekik	32.98 ab	30.35 a	30.12 a	31.15 a
Kayısı çekirdeği	32.49 b	31.08 a	30.39 a	31.32 a
Ortalama (Muh. Sür.)	32.42 a	30.17 b	30.03 b	

¹ Farklı harflerle gösterilen değerler Duncan testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Pazarlanamaz ürün miktarı

Çilek, pomolojik özellikleri nedeniyle hasat sonrası dayanımı son derece kısa olan meyve türleri arasındadır. Bu meyve türünde hasattan sonra uygun olmayan koşullarda yapılan işlemler sırasında çok kısa sürede yüksek kayıplara ulaşabilmektedir. Çilek meyvelerinde düşük sıcaklıkta depolama kayıplarının engellenmesinde etkili olmaktadır. Soğukta depolama esnasında pazarlanamaz

ürün miktarı üzerine bitkisel yağ uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Muhafazanın 5. gününde çileklerde pazarlanamaz ürün tespiti edilmemiştir. Buna karşın depolamanın 10. günü sonunda %5.95 oranında pazarlanamaz ürün tespit edilmiştir. Çilek meyvelerinde ürün kayıpları manav koşullarında daha belirgin ortaya çıkmış ve yüksek seviyelere ulaşmıştır. Nitekim, 5+3 gün manav koşullarında bekletilen çileklerde %20.24 olan pazarlanamaz ürün miktarı, 10+3 gün manav koşulunda bekletme sonunda %59.52 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 8). Pazarlanamaz ürün miktarının azaltılmasında hasat öncesi bitkisel yağ uygulamaları kontrole (%50.00) göre etkili sonuçlar vermiş ve en düşük pazarlanamaz ürün miktarı kayısı çekirdeği yağı uygulaması yapılan çileklerde (%30.96) meydana gelmiştir (Çizelge 8).

Table 8. Effect of different pre-harvest essential oil treatments and storage times on the unmarketable fruit rate (%)

Çizelge 8. Hasat öncesi farklı uçucu yağ uygulamalarının ve depolama sürelerinin pazarlanamaz ürün miktarı üzerine etkileri (%)

Bitkisel Yağ Uygulamaları	Muhafaza Süresi (Gün)		Ortalama (Gün)
	5 gün	10 gün	
Kontrol	0.00*	9.53*	4.76*
Okaliptüs	0.00	4.76	2.38
Kekik	0.00	4.76	2.38
Kayısı çekirdeği	0.00	4.76	2.38
Ortalama (Muh. Sür.)	0.00 b	5.95 a	
	5+3	10+3	
Kontrol	28.57 a ¹	71.43 a	50.00 a
Okaliptüs	19.05 ab	57.14 b	38.10 b
Kekik	19.05 ab	57.14 b	40.48 b
Kayısı	14.29 b	47.62 c	30.96 c
Ortalama (Muh. Sür.)	20.24 b	59.52 a	

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

* Duncan testine göre ortalamalar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P> 0.05).

Uygulamaların pazarlanamaz meyve miktarı üzerine etkinliği özellikle sıcaklığın yükselmesiyle manav koşullarında daha belirgin hale gelmiştir. Kekik (Nabigol ve Morshedi, 2011; Yan ve ark., 2020) ve okaliptüs (Fontana ve ark., 2021) yağlarının çilek meyvelerinde fungal çürümeyi azaltma üzerine etkisi çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara benzer bulunmuştur. Uçucu yağların antifungal özellik gösterdiği ve fungal etmenlere karşı etkili olduğu bilinmektedir (Kasım ve ark., 2017). Wei ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, örtüaltında yetiştirilen ‘Hongyan’ çeşidi çileklere hasat öncesi yapraktan püskürtme şeklinde yapılan çay ağacı yağ ekstresi (1.4 mL L⁻¹) uygulamasının ortaya çıkan fungal çürümelere azalttığı bildirilmektedir. Yapılan başka bir çalışmada, limon otu yağının farklı dozlarının (0, 250, 500 ve 750 µL L⁻¹) hasat sonrası uygulamasının ahududu meyvelerinde fungal çürümelere engellemede kontrole göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Ishkeh ve ark., 2019).

Sonuç ve Öneriler

Okaliptüs, kekik ve kayısı çekirdeği yağlarının hasat öncesi uygulamalarının örtüaltında yetiştirilen ‘Rubygem’ çilek çeşidi meyvelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan uçucu yağların pazarlanamaz ürün miktarını azaltmada da etkili olduğu, ancak kayısı çekirdeği yağının etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, kekik ve okaliptüs yağlarının meyve sertliğini korumada daha başarılı olduğu bulunmuştur. Uçucu yağ uygulamalarının hasat öncesi ve hasat sonrası kullanımının meyve ve sebzelerde, kalite ve ürün kayıplarının azaltılmasında potansiyeli olduğu söylenebilir. Ancak uçucu yağların etkinliklerinin ortaya konması için daha detaylı ve çok sayıda çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Bernousi, I., Meshkatalasadat, M., 2010. Study on the potential use of essential oils for decay control and quality preservation of Tabarzeh table grape. *J. Plant Prot. Res.* 50(1): 45-52.
- Anttonen, M.J., Hoppula, K.I., Nestby, R., Verheul, M.J., Karjalainen, R.O., 2006. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits. *J. Agric. Food Chem.* 54(7): 2614-2620.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., Amado, R., 2003. Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *J. Agric. Food Chem.* 51: 715-721.
- Casierra-Posada, F., Fonseca, E., Vaughan, G., 2011. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. *Agron. Colomb.* 29(3):407-413.
- Chao, L.K., Hua, K.F., Hsu, H.Y., Cheng, S.S., Liu, J.Y., Chang, S.T., 2005. Study on the Antiinflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *Journal of Agric. Food Chem.*, 53(18): 7274-7278.
- Colla, E., do Amaral Sobral, P.J., Menegalli, F.C., 2006. *Amaranthus cruentus* flour edible films: influence of stearic acid addition, plasticizer concentration, and emulsion stirring speed on water vapor permeability and mechanical properties. *J. Agric. Food Chem.* 54(18): 6645-6653.
- Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P., 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Sci. Hortic.* 130(2): 398-403.
- De Ancos, B., Gonzalez, E., Cano, M.P., 1999. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. *Zschr. Lebensmitteluntersuch.*208(1): 33-38.
- Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammadhoseini, Z., Ahmadi, K., 2014. Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa Duchesne*) during storage. *Food Bioproc. Tech.* 7(8): 2397-2409.
- Evren, M., Tekgüler, B. (2011). Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri, *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*,(Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), Cilt: 09: 3, 28-40.
- FAO (2021). Agricultural production data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi 09/06/2021.
- Fontana, D.C., Neto, D.D., Pretto, M.M., Mariotto, A.B., Caron, B.O., Kulczynski, S.M., Schmidt, D., 2021. Using essential oils to control diseases in strawberries and peaches. *Int. J. Food Microbiol.* 338: 108980.
- Ganhão, R., Pinheiro, J., Tino, C., Faria, H., Gil, M.M., 2019. Characterization of Nutritional, Physicochemical, and Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity of Three Strawberry "*Fragaria* × *ananassa* Duch." Cultivars ("Primoris", "Endurance", and "Portola") from Western Region of Portugal. *Foods.* 8(12): 0682.
- Garriga, M., Muñoz, C.A., Caligari, P.D., Retamales, J.B., 2015. Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Sci. Hortic.* 195: 37-47.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M., 2012. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition.* 28(1): 9-19.
- Guerrero-Chavez, G., Scampicchio, M., Andreotti, C., 2015. Influence of the site altitude on strawberry phenolic composition and quality. *Sci. Hortic.* 192: 21-28.
- Ishkeh, S. R., Asghari, M., Shirzad, H., Alirezalu, A., Ghasemi, G., 2019. Lemon verbena (*Lippia citrodora*) essential oil effects on antioxidant capacity and phytochemical content of raspberry (*Rubus ulmifolius* subsp. sanctus). *Sci. Hortic.* 248: 297-304.
- Kasım M., Şanlıbaba P., Kasım R., 2017. Tibbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antifungal ve antifitotoksik etkileri. I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants: "Natural and Healthy Life" Bildiri Kitabı. 197-208.10-12 Mayıs, Konya.
- Khanizadeh, S., 1994. Breeding strawberries for eastern central Canada. *Euphytica.* 77(1-2): 45-49.
- Kivijärvi, P., Parikka, P., Tuovinen, T., 2002. The effect of different mulches on yield, fruit quality and strawberry mite in organically grown strawberry. Organic production of fruit and berries. The Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Horticulture, Årsløv, Denmark.
- Kumar, S., Dey, P., 2012. Influence of soil hydrothermal environment, irrigation regime, and different mulches on the growth and fruit quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* L.) plants in a sub-temperate climate. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 87(4):374-380.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methylcellulose-based coating. *LWT- Food Sci. Technol.* 38: 617-624.

- Mahmood, T., Anwar, F., Iqbal, T., Bhatti, I.A., Ashraf, M., 2012. Mineral composition of strawberry, mulberry and cherry fruits at different ripening stages as analyzed by inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy. *J. Plant Nutr.* 35(1): 111-122.
- Mohammadi, L., Ramezani, A., Tanaka, F., Tanaka, F., 2021. Impact of Aloe vera gel coating enriched with basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil on postharvest quality of strawberry fruit. *J. Food Meas. Charact.* 15: 353-362
- Nabigol, A., Morshedi, H., 2011. Evaluation of the antifungal activity of the Iranian thyme essential oils on the postharvest pathogens of Strawberry fruits. *Afr. J. Biotechnol.* 10(48): 9864-9869.
- Nasırcılar, A., Ulukapı K., Şener, S. 2018. Esansiyel Yağların Tarımsal Üretimde Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi. *Fen Bilimleri ve Matematik*, (Edt: Yakar A., Topaklı H.), Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ss.115-122.
- Sun, X., Narciso, J., Wang, Z., Ference, C., Bai, J., Zhou, K., 2014. Effects of chitosan-essential oil coatings on safety and quality of fresh blueberries. *J. Food Sci.* 79(5): 955-960.
- Şener, S., Türemiş, N.F., 2016. Effects of genotype and fertilization on fruit quality in several harvesting periods of organic strawberry plantation. *Int. J. Agric. Innov. Res.* 5(1): 252-256.
- Şener, S., Türemiş, N.F., 2017. Influence of mulch types on yield and quality of organically grown strawberry cultivars. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi.* 12(2): 66-72.
- Şener, S., Ulukapı, K., Nasırcılar A.G., 2018. The effect of Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) essential oil on the germination and plant growth parameters of some *Solanaceae* species. *J. Agric. Vet. Sci.* 11(12): 28-33.
- Vicente, A.R., Martínez, G.A., Civello, P.M., Chaves, A.R., 2002. Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biol. Technol.* 25(1): 59-71.
- Vicente, A.R., Martínez, G.A., Chaves, A.R., Civello, P.M., 2003. Influence of self-produced CO₂ on postharvest life of heat-treated strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 27(3): 265-275.
- Wei, Y., Shao, X., Wei, Y., Xu, F., Wang, H., 2018. Effect of preharvest application of tea tree oil on strawberry fruit quality parameters and possible disease resistance mechanisms. *Sci. Hortic.* 241: 18-28.
- Xylia, P., Ioannou, I., Chrysargyris, A., Stavrinides, M.C., Tzortzakis, N., 2021. Quality attributes and storage of tomato fruits as affected by an eco-friendly, essential oil-based product. *Plants.* 10: 1125.
- Yan, J., Luo, Z., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Yang, D., Aghdam, M.S., Li, L. (2019). The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 147: 29-38.
- Yan, J., Wu, H., Shi, F., Wang, H., Chen, K., Feng, J., Jia, W., 2020. Antifungal activity screening for mint and thyme essential oils against *Rhizopus stolonifer* and their application in postharvest preservation of strawberry and peach fruits. *J. Appl. Microbiol.* 130: 1993-2007.
- Yılmaz, F., Kasım, M.U., Kosumcu, S., Kasım, R., 2019. Çilekte (*Fragaria x ananassa* Duch.) hasat sonrası enfeksiyon ve kalite üzerine bazı uçucu yağların etkisi. *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi.* 2(1): 27-35.