



Çilekte (*Fragaria x ananassa* Duch.) Hasat Sonrası Enfeksiyon ve Kalite Üzerine Bazı Uçucu Yağların Etkisi

*The Effect Of Some Essential Oils on Postharvest Infection and Quality in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)*

Feridun YILMAZ¹ , M. Ufuk KASIM^{2*} , Semra KOŞUMCU³ , Rezzan KASIM⁴

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Kocaeli, 41380, Türkiye, **Orcid Id:** 0000-0002-0066-0063

²Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey MYO, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Kocaeli, 41380, Türkiye, **Orcid Id:** 0000-0003-2976-7320

³Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Kocaeli, 41380, Türkiye, **Orcid Id:** 0000-0003-0360-112X

⁴Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey MYO, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Kocaeli, 41380, Türkiye, **Orcid Id:** 0000-0002-2279-4767

Araştırma Makalesi

Gönderilme Tarihi : 06/02/2019

Kabul Tarihi : 16/04/2019

Anahtar Kelimeler

Çilek
Depolama
Enfeksiyon
Kalite
Uçucu Yağ

Özet

Bu çalışma farklı bitkilere ait uçucu yağların çilek meyvesinin muhafazası sırasında kalite değişimi ve enfeksiyon gelişimini engellemedeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 1000 ppm dozunda kekik (*Thymus vulgaris*), kimyon (*Cuminum cyminum*), nane (*Mentha spicata*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) ve çörekotu (*Nigella sativa*) doğal bitkisel uçucu yağları çilek meyvelerine pülverize olarak uygulanmıştır. Uygulamayı takiben çilekler her bir kutuda 200±10 g meyve olacak şekilde kapaklı polietilen tereftalat kutular içerisinde ambalajlanmıştır. Paketlenmiş çilek meyveleri 1±1°C sıcaklık ve %90 oransal nem içeren soğuk odalarda depolanmıştır. 11 gün süreyle muhafaza edilen çileklerde 3., 5., 7., 9. ve 11. günlerde, ağırlık kaybı, meyve rengi, meyve eti sertliği, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik, şeker miktarı, enfeksiyon oranı, görünüş ve tat puanlaması ölçüm ve gözlemleri yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, özellikle çörekotu ve nane uçucu yağları başta olmak üzere tüm uçucu yağların enfeksiyon gelişimini baskıladığı buna karşılık meyve rengi, SÇKM miktarı, glikoz içeriği ve görünüş puanları üzerinde uçucu yağların önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte kekik uçucu yağının ağırlık kaybını azalttığı, kekik dışındaki tüm uçucu yağların yumuşamayı geciktirdiği, nane uçucu yağının asit parçalanmasını geciktirdiği, çörek otu uçucu yağının şeker kaybını hızlandırdığı ancak kekik uçucu yağının tad kalitesinin bozulmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak kullanılan uçucu yağlar içerisinde olgunlaşmayı geciktirmesi ve enfeksiyonu engellemesi nedeniyle, çileklerin depolama kalitesinin korunması açısından nane uçucu yağının en iyi sonucu verdiği bulunmuştur.

Research Paper

Received Date : 06/02/2019

Accepted Date : 16/04/2019

Keywords

Essential Oil
Infection
Quality
Storage
Strawberry

Abstract

This study was carried out to determine the effects of different volatile oils that belongs to different plants on the prevention of quality change and infection development of strawberry fruit, during storage. For this purpose, 1000 ppm dose of thyme (*Thymus vulgaris*), cumin (*Cuminum cyminum*), mint (*Mentha spicata*), cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and black cumin (*Nigella sativa*) natural plant essential oils were spray to berries fruits. Following the application, the strawberries were packed in polyethylene terephthalate boxes with lids, each with 200 ± 10 g of fruit per box. The packaged strawberries were then stored in cold rooms set at temperature of 1 ± 1°C and a relative humidity of 90%. According to the results obtained in the study, it was found that, all essential oils, especially black cumin and peppermint essential oils were suppressed the growth of infection although volatile oils did not have a significant effect on fruit color, TSS and glucose content and appearance. In addition, it was determined that thyme essential oil decreased weight loss, all volatile oils except thyme oil delayed softening, peppermint essential oil delayed acid breakdown, black seed oil accelerated fructose loss, but thyme essential oil caused deterioration of taste quality. As a result, it was found that mint essential oil gave the best results in terms of preserving the storage quality of strawberries due to delaying maturation and preventing infection in the essential oils used.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author): rkasim@kocaeli.edu.tr



1. Giriş

Çilek çok yıllık ve iklim koşulları uygun olduğu sürece herdem yeşil bir bitkidir [1]. Hem üretim hem de ticari açıdan dünyanın en önemli üzümü meyvesidir. Dünyada 9,22 milyon ton civarında çilek üretimi yapılırken, en büyük üretici Çin'dir [2]. Ülkemiz çilek üretimi ise, 400 bin ton kadardır [3].

Üretim miktarı her geçen gün artan çileğin, insan sağlığı ve beslenmesi açısından son derece yararlı olduğu bilinmektedir. Özellikle, C vitamini ve mineral maddelerden kalsiyum, demir, fosfor bakımından zengin olan çilek, kanser önleyici özelliğe sahiptir. Bu özelliklerinin yanı sıra kendine has aroması, düşük kalorili olması (40-45 kalori/100 g) ve farklı kullanım alanlarının bulunması da bu meyveye olan talebi artırmaktadır [4].

Çok sevilen ve ekonomik değeri yüksek olan çileğin en büyük dezavantajı hasattan sonraki ömrünün çok kısa olmasıdır. Çilek, meyve türleri içinde meyvesi en nazik olanlardandır. Kısa zamanda bozulmasından dolayı çabuk tüketilmelidir. Bu nedenle hasat sonrası kısmı, üretim ve verimin önüne geçmektedir.

Çilek meyvelerinin kaliteli olarak tüketime sunulabilmesi için, uygun zamanda ve ürüne zarar vermeden hasat edilmesi, hızlı bir ön soğutma ve soğuk zincirin iyi kurulmasından geçmektedir. Bu derece hassas bir ürün için en önemli hasat sonrası uygulama düşük sıcaklıkta depolama ve nakliye dir. Ayrıca soğuk depolamaya ilave olarak kontrollü atmosferli muhafaza [5], modifiye atmosfer paket uygulamaları [6] çileğin hasat sonrası ömrünü uzatmada ve kalitesini korumada oldukça etkili olmaktadır. Bu depolama tekniklerinin uygulanmasına karşın hasat sonrası patolojik bulaşmalar ancak yavaşlatabilmekte, fakat engellenememektedir.

Pazarlama kanallarının değişik evrelerinde çileklerde muhafaza süresince kayıplara neden olan başlıca hastalıklar *Botrytis* ve *Rhizopus*'tur [7]. Bu fungus etmenleri araziden meyve üzerinde taşınmakta, uygun şartlar oluştuğunda da ürüne penetre olarak, enfeksiyona neden olmaktadır. Bu neden ürün üzerindeki mikroorganizma yükünü azaltmaya yönelik birçok uygulama yapılmaktadır. En yaygın uygulamalar arasında klor [8], kitosan kaplama [9], salisilik asit [10], ozon gazı [11], hipobarik muhafaza [12], fungusit [13] ve ultraviyole uygulamaları [14] kullanılmaktadır. Ancak bunların bazılarının renk ve kalite üzerinde olumsuz etkileri olabildiği gibi kimyasal kalıntı bırakma durumları da söz konusu olabilmektedir.

Bu nedenle son yıllarda bitkisel kaynaklı doğal bileşiklerin kullanımına yönelim artmıştır. Fitokimyasal maddeler, esansiyel yağlar, bitkisel kökenli doğal bazı maddelerin, mikroorganizmaların üremesinin

engellenmede oldukça güçlü etkiler sahip olabilmektedir. Bu özellikleri sayesinde, hassas ürünlerin muhafazası sırasında kimyasal bileşiklere alternatif olarak her geçen gün daha geniş uygulama alanı bulabilmektedirler [15].

Uçucu yağlar antifungal ve antititotoksik özellikleri sayesinde gıdalarda mantar gelişimi ve fitotoksin gelişimini engellemede kullanılabilir doğal maddelerdir. Bu sayede kalıntı ve insan sağlığı açısından zararlı bir etkisi de olmayacaktır. Ayrıca organik tarım ve entegre mücadelelerde kullanılabilir ilaç etkin maddesi olma potansiyeli de bulunmaktadır [16].

Bu çalışmada, antimikrobiyal özelliklerinin olduğu bilinen kekik (*Thymus vulgaris*), kimyon (*Cuminum cyminum*), nane (*Mentha spicata*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), ve çörekotu (*Nigella sativa*) doğal bitkisel uçucu yağlarının çilekte hasat sonrası enfeksiyon oluşumu ve kalite kayıpları üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan Albion_Yediveren çilek çeşidi, Kocaeli İli Karamürsel İlçesi Yalacdere Köyü'ndeki bir üretici bahçesinden (40° 35' 10,4" Kuzey, 29° 32' 12,4" Doğu) temin edilmiştir. Sabah saatlerinde toplanan çilekler, ısı muhafazalı kaplarda hızla laboratuara transfer edilmiştir. Daha sonra hasarlı, şekli bozuk, tip dışı olanlar ayrılarak deneme dışında bırakılmıştır. Denemeye alınan meyveler ise 13x12x5 cm boyutunda polietilen tereftalat kutulara, her birinde yaklaşık 200 gram olacak şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra hazırlanan uçucu yağ çözeltileri çileklere püskürtülerek ambalajın kapağı kapatılmıştır.

Çileklerde "Arpaş Arifoğlu Pazarlama Dağıtım ve Ticaret A.Ş." firmasından temin edilen, bitkisel kökenli 5 farklı uçucu yağ kullanılmıştır. Bunlar;

- Kekik (*Thymus vulgaris*) uçucu yağı (KeUY),
- Kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağı (KiUY),
- Nane (*Mentha spicata*) uçucu yağı (NUY),
- Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) uçucu yağı (TUY) ve
- Çörekotu (*Nigella sativa*) uçucu yağı (ÇUY)'dır.

Tüm esansiyel yağlar saf su içerisinde 1000 ppm olarak hazırlanmıştır. Çalışmada kontrol olarak saf su kullanılmıştır.

Paketlenen ve uçucu yağ uygulanan çilekler, 1±1°C ve %90 oransal nem içeren soğuk odalarda depolanmıştır. Deneme başlangıcında 3., 5., 7., 9. ve 11. günlerde, çileklerde meydana gelen değişimleri gözlemlemek amacı ile aşağıda belirtilen ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

Enfeksiyon oranı (%): Analiz döneminde kutu içerisinde enfekte olan meyve sayısının toplam meyve sayısına oranlanması ile hesaplanmıştır.

Ağırlık kaybı (%): Başlangıçta ayrılan kutularda her analiz döneminde yapılan tartımlar sonucu başlangıca göre (%) olarak hesaplanmıştır.

Meyve rengi: Her analiz döneminde her tekerrürde 5 adet meyvenin 3 noktasından Minolta CR400 renkölçer ile ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar L*, a*, b* cinsinden alınmıştır. Daha sonra Denklem (1) kullanılarak Kırmızılık İndeksi (KI) hesaplanmıştır.

$$KI = \frac{200a}{\sqrt{L(a^2+b^2)}} \quad (1)$$

Meyve eti sertliği (N): Her analiz döneminde her tekerrürden 5 meyvede 45° konik uç takılmış dijital penetrometre ile (N) olarak ölçülmüştür.

Suda çözünür kuru madde miktarı (%): Atego marka dijital refraktometre ile meyve suyunda ŞÇKM miktarı (%) olarak ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitlik miktarı (%): 1:2 oranında saf su ile seyreltilen meyve suyunun 0,1 N NaOH ile 8,1 seviyesine kadar titrasyonu sonucunda kullanılan baz seviyesi kullanılarak sitrik asit cinsinden (%) olarak hesaplanmıştır.

Şeker miktarı (%): Agilent 1260 marka HPLC kullanılarak homojenize edilmiş meyve suyundaki şeker miktarı Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz ve Toplam Şeker cinsinden (%) olarak hesaplanmıştır. Bu amaçla 3 g örnek alınmış, üzerine 10 ml saf su koyulduktan sonra homojenize edilmiş ve kaba filtre kağıdından süzöldükten

sonra enjektör yardımıyla naylon 66 şırınga filtresinden geçirilerek HPLC'ye (Kolon: Karbonhidrat 4,6 × 150 mm 5-Micron, Mobil Faz: Asetonitril : su (75 : 25), Akış hızı: 1,4 mL/dakika, Kolon sıcaklığı: Ortam, Dedektör: RID (Refractive index dedector), Dedektör sıcaklığı: 35°C) enjekte edilmiştir.

Görünüş ve tat puanlaması: 5 kişiden oluşan panelistler tarafından 1-5 (1 çok kötü – 5 Çok iyi) skalasıyla değerlendirilmiştir.

Enfeksiyon oranı (%): Analiz döneminde kutu içerisinde enfekte olan meyve sayısının toplam meyve sayısına oranlanması ile hesaplanmıştır.

Deneme deseni: Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 1 paket çilek (200 gram) kullanılmıştır. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi için SPSS 16 programı ile varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için de Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Enfeksiyon Oranı

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların önemli derecede antifungal etkilerinin olduğu bilinmektedir [16]. Çileklerde hasat sonrası en önemli enfeksiyon kaynağı *Botrytis cinerea*'dir [7]. Çalışmamızda 3. günden itibaren enfeksiyon çıkmaya başlamıştır (Tablo 1). 11. gün sonunda ortalama %29 oranında enfeksiyon

Tablo 1. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde enfeksiyon oranı (%) üzerine etkileri.

Uygulama	Enfeksiyon Oranı (%)						Uyg.ort
	Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	
Kontrol	0,00	6,25	47,39	32,26	34,93	31,28	25,35 a
Kimyon	0,00	0,00	31,55	33,80	19,92	18,05	17,22 ab
Kekik	0,00	10,07	26,23	13,51	30,84	27,83	18,08 ab
Çörek otu	0,00	6,83	2,08	15,74	26,15	15,60	11,07 b
Nane	0,00	17,98	14,34	13,77	12,04	41,83	16,66 b
Tarçın	0,00	6,98	21,45	22,54	17,41	36,96	17,56 ab
Zaman ort.	0,0 c	8,02 b	23,84 a	21,94 a	23,55 a	28,59 a	

tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ortalama %25 enfeksiyon çıkması ve bu gruba en yakın uygulamada %18 enfeksiyon çıkması, uçucu yağların enfeksiyon oluşumunu azalttığını göstermektedir. Özellikle ÇUY ve NUY uygulamalarının kontrole göre önemli derecede (p<0,05) düşük çıkması bu yağların daha etkili olduğunu

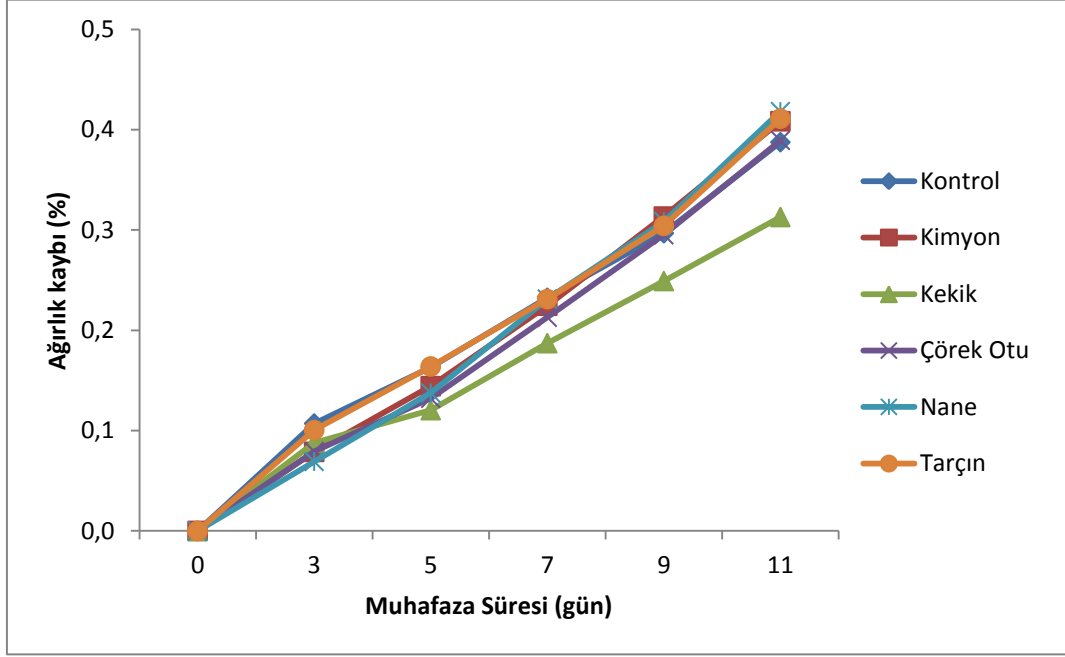
göstermektedir. Yapılan çalışmalarda farklı ürünlerde farklı uçucu yağların enfeksiyon oluşumunu azalttığı tespit edilmiştir. Kayısı ve erikte KeUY [17], Çilekte yine KeUY [18], Muzda TUY'nın [19] depolama sırasında enfeksiyon oluşumlarını geciktirmiştir. Bazı uygulamalarda muhafaza süresince oluşan eğilimin dışında farklı değerler elde

edilmiştir. Örneğin ÇUY’nda 9. günde %26,15 oranında enfeksiyon, sadece bu dönemde yüksek çıkmıştır. Bu her ne kadar homojen örnek seçimi yapılmış olsa da, yapılan işlemler sırasında oluşabilen fiziksel zararlanmaların devamında oluşmuş olabilir.

3.2. Ağırlık Kaybı

Meyve ağırlık kaybı, temel olarak solunumdan ve kabuk dokusundan meydana gelen buharlaşmadan

kaynaklanmaktadır [20]. Çilekli meyvelerin kabuk dokusunun ince olması, onları hızlı su kaybına karşı hassas hale getirmekte, bu da pörsüme ve bozulma ile sonuçlanmaktadır. Suyun kaybedilme oranı, meyve dokusu ve ürünün çevresindeki atmosfer ile arasındaki buhar basıncı farkına ve depolama sıcaklığına bağlıdır. Kullanılan PET ambalajlar, ürünün çevresindeki su buharı yoğunluğunu oldukça yüksek tutarak düşük ağırlık kaybı oluşmasını sağlamıştır (Şekil 1). Tüm uygulamalar içinde



Şekil 1. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri.

11 günlük muhafaza süresince en yüksek ağırlık kaybı %0,42 oranında NUY’da, en düşük ağırlık kaybı ise %0,31 ile KeUY’da elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki ortalama ağırlık kayıpları bakımından ise en yüksek ağırlık kaybı %0,20 ile TUY’da, en düşük ağırlık kaybı ise %0,16 ile KeUY’da elde edilmiştir. Bu iki uygulama arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken, bu uygulamalar ile diğer uygulamalar arasındaki farklılıklar tesadüfen kaynaklanmıştır. Yapılan uçucu yağ uygulamaları ürün üzerinde bir bariyer oluşturmamıştır. Dolayısıyla kabuk dokusundan su kaybını engelleyecek bir durum söz konusu değildir. Ancak burada uygulamalar arasındaki farklılığın nedeni ise solunumdan kaynaklanan su kaybını etkilemiş olabileceği düşünülebilir. Nunes ve ark [21] PVC streç film ile kapladıkları çileklerde 1°C’de 8 günlük depolama sonunda %0,7 oranında bir ağırlık kaybı, bizim sonuçlarımıza göre yüksek bulunmuştur.

3.3. Meyve Rengi

Çileklerde de hasat sonrası dönemde renk değişimi meydana gelebilmektedir. Ancak bu renk değişimi hasattaki kırmızı renk yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Erken hasat edilen çileklerde renkte kızarma olmamakta $\frac{3}{4}$ oranda kırmızı dönemde hasat edilen ürünlerde kızarma devam etmektedir [22]. Genelde bu kızarma koyu kırmızıya ya da kahverengimsi kırmızıya dönmektedir [23]. Denemede kullanılan çilek meyveleri bu dönemde hasat edildiği için kızarmaya devam etmiştir. Başlangıç kırmızılık indeksi 287,0 iken depolama sonunda bu değer 310,79’a yükselmiştir (Tablo 2). Depolama süresince parlaklığın (L^* değeri), sarılığın (b^* değerinin) ve hue değerinin azalması da bu durumu desteklemektedir. Ancak kullanılan uçucu yağlar arasında renk değişiminde önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Bu nedenle meydana gelen renk değişimlerinin çilek meyvelerinin

normal metabolizmasına bağlı su kaybı, yaşlanma ve solunumdan kaynaklandığı düşünülebilir.

Tablo 2. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde renk değişimi üzerine etkisi.

Uygulama	L* değeri							a* değeri						
	Muhafaza Süresi (Gün)							Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	32,91	29,43	31,62	31,59	32,23	30,82	31,43 a	32,14	31,92	32,86	31,54	34,58	31,87	32,49 a
Kimyon	32,91	31,71	31,52	31,76	30,68	32,16	31,79 a	32,14	33,14	33,02	32,80	32,11	31,50	32,45 a
Kekik	32,91	32,97	30,53	34,80	31,09	31,04	32,22 a	32,14	32,72	32,74	32,58	33,41	29,39	32,16 a
Çörek otu	32,91	33,59	33,67	30,25	31,38	30,87	32,11 a	32,14	33,24	32,57	31,69	33,76	31,02	32,40 a
Nane	32,91	31,54	32,68	32,30	33,22	30,71	32,23 a	32,14	32,98	32,99	33,02	34,23	30,29	32,61 a
Tarçın	32,91	31,14	31,74	32,50	31,56	28,81	31,44 a	32,14	32,84	33,45	32,35	32,51	30,28	32,26 a
Zaman ort.	32,91 a	31,73 b	31,96 ab	32,20 ab	31,69 b	30,74 c		32,14 b	32,81 ab	32,94 ab	32,33 b	33,43 a	30,73 c	

Uygulama	b* değeri							hue* değeri						
	Muhafaza Süresi (Gün)							Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	22,33	17,21	20,83	19,68	22,20	18,71	20,16 a	34,43	28,12	31,99	31,80	32,65	30,41	31,57 a
Kimyon	22,33	21,32	20,85	20,17	19,69	19,89	20,71 a	34,43	32,76	32,28	31,50	31,43	32,23	32,44 a
Kekik	22,33	21,65	20,50	22,91	20,16	17,88	20,91 a	34,43	33,49	32,03	35,11	31,11	31,29	32,91 a
Çörek otu	22,33	23,73	23,36	17,58	20,56	17,42	20,83 a	34,43	35,54	35,52	28,99	31,35	29,26	32,52 a
Nane	22,33	20,87	22,70	19,21	23,55	17,89	21,09 a	34,43	32,32	34,40	30,05	34,45	30,56	32,70 a
Tarçın	22,33	20,51	21,84	21,01	21,05	16,44	20,53 a	34,43	31,99	33,12	32,91	32,91	28,49	32,31 a
Zaman ort.	22,33 a	20,88 ab	21,68 ab	20,09 b	21,20 ab	18,04 c		34,43 a	32,37 bc	33,22 ab	31,73 bc	32,31 bc	30,37 c	

Uygulama	Kırmızılık İndeksi						
	Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	287,00	325,58	302,00	302,66	296,95	310,79	304,16 a
Kimyon	287,00	310,58	301,16	303,48	300,64	304,78	301,27 a
Kekik	287,00	307,79	301,98	291,39	301,73	307,86	299,62 a
Çörek otu	287,00	300,47	289,93	311,43	301,19	314,27	300,71 a
Nane	287,00	312,05	293,56	307,95	290,51	310,34	300,23 a
Tarçın	287,00	313,26	298,35	298,91	296,12	316,72	301,73 a
Zaman ort.	287,00 c	311,62 a	297,83 b	302,64 ab	297,86 b	310,79 a	

3.4. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği çilekte önemli pazarlama ve tüketim kriterlerinden birisidir. Çabuk bozulabilen bir ürün olması nedeni ile çok çabuk yumuşamakta ve tüketim dışı kalmaktadır. Bu nedenle sertliğin korunması önemlidir. Yürüttüğümüz çalışmada uçucu yağ uygulamalarının sertliği korumada etkili olduğu görülmektedir (Tablo 3). Özellikle KiUY, NUY, TUY ve ÇUY uygulamaları kontrole göre sertliğin korunmasında daha başarılı olmuştur. Uçucu yağların hücredeki etkisi, yapı ve fonksiyon değişikliği ile sitoplazma zarında görülmektedir [24]. Bu durum kullanılan uçucu yağın içeriğine göre

Tablo 3. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri.

Uygulama	Meyve Eti Sertliği (N)						
	Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	3,88	2,78	3,72	4,02	3,94	3,94	3,71 b
Kimyon	3,88	4,11	3,77	5,18	4,30	4,61	4,31 a
Kekik	3,88	3,87	4,24	4,74	4,09	3,93	4,12 ab
Çörek otu	3,88	3,91	4,44	5,44	4,51	4,37	4,43 a
Nane	3,88	4,68	4,23	5,13	5,33	3,73	4,50 a
Tarçın	3,88	3,47	4,24	4,71	4,76	4,57	4,27 a
Zaman ort.	3,88 c	3,80 c	4,11 bc	4,87 a	4,49 ab	4,19 bc	

farklı sonuçlar vermektedir. Kullandığımız uçucu yağlardan, KeUY dışındaki uçucu yağların hücre duvarındaki pektat moleküllerinin dağılımını geciktirmiştir.

3.5. Suda Çözünür Kuru Madde ve Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Hasat edilen tüm bitkisel ürünlerde olduğu gibi çilekte de solunum devam etmektedir. Solunum sırasında öncelikli olarak basit şekerler kullanılmaktadır. Bu durum SÇKM değerindeki azalma şeklinde görülebilmektedir. Başlangıçta %10,97 olan SÇKM değeri, 11. günde %9,81'e düşmüştür (Tablo 4). SÇKM değerinin azalmasının diğer bir nedeni de olgunlaşma ve yaşlanmaya bağlı asitlik kaybıdır. Tablo 3'te görülebileceği gibi

özellikle 7. günden sonra önemli bir azalma meydana gelmiştir. Uçucu yağ uygulamaları, SÇKM üzerinde önemli bir fark meydana getirmemiştir. Tzortzakıs [25], domateslerde okaliptüs ve tarçın uçucu yağlarının SÇKM değerini yükselttiğini ancak çilekte bu etkisinin olmadığını tespit etmiştir. TA üzerinde kullanılan uçucu yağlardan farklı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle NUY'nın kontrole göre TA değerinin önemli derecede ($p<0,05$) yüksek çıkmıştır. Yüksek bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, enzimatik reaksiyonları durdurabilmekte, ortamdaki besin maddelerinin alımını engelleyebilmekte, hücre zarının yapısını değiştirebilmekte, çekirdek ve ribozomal seviyede enzim sentezini engelleyebilmektedirler [24]. NUY ise asitliğin parçalanmasında etkili enzimlerin aktivasyonunu azalttığı düşünülmektedir.

Tablo 4. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve titrasyon asitliği (TA) üzerine etkileri.

Uygulama	SÇKM							TA						
	Muhafaza Süresi (Gün)							Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	10,97	9,73	9,47	9,03	10,27	9,93	9,90 a	0,88	0,80	0,87	0,72	0,87	0,86	0,83 b
Kimyon	10,97	9,53	10,43	10,40	10,63	9,80	10,29 a	0,88	0,81	0,87	0,89	0,81	0,81	0,84 ab
Kekik	10,97	10,17	9,87	9,80	11,13	9,80	10,29 a	0,88	0,90	0,86	0,82	0,83	0,85	0,86 ab
Çörek otu	10,97	9,23	10,53	9,73	9,83	9,13	9,91 a	0,88	0,92	0,90	0,82	0,84	0,83	0,87 ab
Nane	10,97	10,13	10,57	10,50	10,53	9,57	10,38 a	0,88	0,81	0,89	0,93	0,89	0,85	0,88 a
Tarçın	10,97	10,17	10,40	9,50	9,20	10,60	10,14 a	0,88	0,88	0,92	0,85	0,87	0,81	0,87 ab
Zaman ort.	10,97 a	9,83 b	10,21 b	9,83 b	10,27 b	9,81 b		0,88 ab	0,85 abc	0,89 a	0,84 bc	0,85 bc	0,83 c	

3.6. Şeker Tayini

Çilekte toplam şeker miktarı 5,35 -10,96 g/100 ml ve önemli şeker bileşenleri, fruktoz (2,14–4,14 g/100 ml), glikoz (1,89–4,52 g/100 ml) ve sakkaroz (0,90–3,87 g/100 ml)'dur [26]. Hasat döneminde çok düşük seviyede sakkaroz tespit edilmiş, ancak muhafaza süresince belirlenememiştir. Bu durum bir disakkarit olan sakkarozun parçalanarak diğer basit şekerlere, monosakkaritlere (glikoz ve fruktoz) parçalanmıştır. Bu nedenle burada verilmemiş ve toplam şeker hesabına da katılmamıştır. Hasat dönemindeki glikoz (%2,63) fruktoz (%2,81) değerleri Kallio ve ark [26]'nın sonuçları ile uyumludur. Depolama süresince fruktoz miktarında bir azalma, glikozda bir artış ve toplam şekerde de 7. güne kadar önemli bir değişiklik olmamış, ancak takiben azalmıştır (Tablo 5). Şeker metabolizmasında, solunum şeker kullanımına neden olurken, nişasta gibi depo karbonhidratlarının enzimler tarafından parçalanarak meyve suyunun içinde erimiş halde birikmektedir.

Uygulanan uçucu yağlar, glikoz miktarını önemli düzeyde etkilememiştir. Ancak ÇUY, fruktoz ve toplam şeker miktarının önemli derecede azalmasına neden olmuştur.

3.7. Görünüş ve Tat Puanlaması

Uçucu yağların kendine has bir aroması ve kokusu bulunmaktadır. Ayrıca çok hızlı buharlaşması ve ürünlerin içine kolaylıkla sızması, tat bakımından sorun yaratabilmektedir. 11 günlük muhafaza süresince görünüş ve tat puanlarında meydana gelen değişimler Tablo 6'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, görünüş puanları bakımından uçucu yağ uygulamaları arasında önemli bir fark oluşturmamıştır. Ancak tat değerlerinde KeUY'nın tatta bozulmaya neden olmuştur. Bu durum kekik tadının baskınlığının ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum diğer uygulamalara göre KeUY'nın kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Diğer uygulamalarda uçucu yağların tadı üründe çok fark edilmemiş olmakla beraber, TUY ve NUY uygulamalarının muhafazanın son

günü olan 11. günde tad ve görünüşün bozulmasına neden olmuştur.

Tablo 5. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde fruktoz (%), glikoz (%) ve toplam şeker (%) üzerine etkileri.

Uygulama	Fruktoz (%)							Glikoz (%)						
	Muhafaza Süresi (Gün)							Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	2,89	2,98	2,50	2,79	2,23	2,14	2,59 a	2,63	2,01	2,22	3,02	2,34	3,00	2,51 a
Kimyon	2,89	3,17	2,71	2,72	2,24	2,75	2,75 a	2,63	2,50	2,32	3,16	2,70	3,33	2,77 a
Kekik	2,89	2,64	2,78	2,44	2,14	2,46	2,56 ab	2,63	1,84	2,00	2,79	3,20	3,28	2,62 a
Çörek otu	2,89	2,45	2,67	2,46	1,35	2,06	2,31 b	2,63	1,84	2,06	2,93	2,73	2,85	2,50 a
Nane	2,89	2,86	2,89	2,74	2,03	1,89	2,55 ab	2,63	2,29	2,13	3,34	2,64	2,51	2,59 a
Tarçın	2,89	3,33	2,86	3,00	2,35	2,44	2,81 a	2,63	3,78	2,24	3,41	2,15	3,16	2,89 a
Zaman ort.	2,89 a	2,90 a	2,73 a	2,69 a	2,05 b	2,29 b		2,63 bc	2,38 c	2,16 c	3,11 a	2,63 bc	2,99 ab	

Uygulama	Toplam Şeker (%)						
	Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	5,51	4,99	4,73	5,81	4,57	4,98	5,10 ab
Kimyon	5,51	5,66	5,02	5,89	4,95	6,08	5,52 a
Kekik	5,51	4,48	4,79	5,23	5,35	5,75	5,18 ab
Çörek otu	5,51	4,29	4,73	5,38	4,08	4,91	4,82 b
Nane	5,51	5,15	5,02	6,09	4,67	4,40	5,14 ab
Tarçın	5,51	7,11	6,00	6,41	4,50	5,60	5,70 a
Zaman ort.	5,51 ab	5,28 abc	4,90 bc	5,80 a	4,67 c	5,29 abc	

Ancak 9. Güne kadar tat ve görünüş açısından da önemli bir farklılık olmamıştır. Uygulama ortalamalarında

da, Tablo 6'da da görüldüğü gibi görünüşte istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmazken, tatta da sadece KeUY uygulanan çileklerde farklılık önemli bulunmuştur.

Tablo 6. Muhafaza süresince farklı türlere ait uçucu yağların çileklerde görünüş ve tat puanları üzerine etkileri.

Uygulama	Görünüş Puanı							Tat Puanı						
	Muhafaza Süresi (Gün)							Muhafaza Süresi (Gün)						
	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort	0	3	5	7	9	11	Uyg.ort
Kontrol	5,00	3,78	2,78	2,67	3,50	3,00	3,45 a	5,00	4,22	3,89	3,00	3,67	2,67	3,74 a
Kimyon	5,00	4,56	3,56	3,17	2,83	3,50	3,77 a	5,00	4,56	3,67	3,56	3,00	2,67	3,74 a
Kekik	5,00	4,33	3,44	3,83	2,83	3,00	3,74 a	5,00	3,22	3,22	2,78	2,17	2,67	3,18 b
Çörek otu	5,00	4,33	3,78	3,50	3,00	3,50	3,85 a	5,00	3,89	3,78	3,00	3,33	2,83	3,64 a
Nane	5,00	3,67	4,33	4,00	3,83	2,67	3,92 a	5,00	4,44	3,67	3,56	3,67	1,67	3,67 a
Tarçın	5,00	3,89	3,56	3,17	3,33	2,17	3,52 a	5,00	4,11	3,44	3,44	3,00	2,17	3,53 a
Zaman ort.	5,00 a	4,09 a	3,57 a	3,39 a	3,22 a	2,97 b		5,00 a	4,07 b	3,61 c	3,22 d	3,14 d	2,44 e	

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuçta, ÇUY ve NUY başta olmak üzere tüm uçucu yağların enfeksiyon gelişimini önemli derecede azaltmıştır. Kalite parametrelerine bakıldığında meyve renginde,

SÇKM'de, glikoz içeriğinde ve görünüş puanlarında uçucu yağların önemli bir etkisi tespit edilmemiştir. Buna karşın KeUY ağırlık kaybını azaltmış, KeUY dışındaki tüm uçucu yağlar yumuşamayı geciktirmiş, NUY uçucu yağı asit parçalanmasını geciktirmiş, ÇUY fruktoz kaybını hızlandırmış ve KeUY tatta bozulmaya neden olmuştur.

ÇUY ve NUY enfeksiyon gelişimin baskımlarken, ÇUY şeker kaybını hızlandırmış, NUY asitlik kaybını geciktirmiştir. Görsel ve tat değerlendirmesinde NUY'nın 11. günde diğer uygulamalara göre düşük puanlar almasına rağmen, olgunlaşmayı geciktirmesi ve enfeksiyonu engellemesi bakımında kullanımı önerilmektedir. Ayrıca bu tür çalışmaların sayısının ve kapsamının artırılması, hasat sonrası ürün kalitesinin doğal yollarla korunmasında etkili olacağı ümit vericidir.

Kaynaklar

- [1] Serçe S., Özgen M., 2014. Çilek Yetiştiriciliği ve Güncel Eğilimler. Türk Tarım Dergisi, 1-6.
- [2] FAO, 2017. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 15.01.2019).
- [3] TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuik.gov.tr/PreTabloArama.do>. (Erişim tarihi: 15.01.2019).
- [4] Özeke E., 2003. Çilek Yetiştiriciliği. Çiftçi Broşürü. E.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, No:30.
- [5] Almenar E., Hernández-Muñoz P., Lagarón J. M., Catalá R., Gavara R., 2006. Controlled atmosphere storage of wild strawberry fruit (*Fragaria vesca* L.). Journal of agricultural and food chemistry, **54**(1), 86-91.
- [6] Yang F. M., Li H. M., Li F., Xin Z. H., Zhao L. Y., Zheng Y. H., Hu Q. H., 2010. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa* Duch. cv Fengxiang) during storage at 4 C. Journal of food science, **75**(3), C236-C240.
- [7] Bal E., Çelik, S., 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Meyvesindeki Anatomik Yapılaşmanın Muhafaza Süresi Üzerine Etkisi. JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, **2**(3), 260-267.
- [8] Aday M. S., Caner C., 2011. The applications of 'active packaging and chlorine dioxide' for extended shelf life of fresh strawberries. Packaging Technology and Science, **24**(3), 123-136.
- [9] Reddy M. B., Belkacemi K., Corcuff R., Castaigne F., Arul J., 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, **20**(1), 39-51.
- [10] Babalar M., Asghari M., Talaei A., Khosroshahi A., 2007. Effect of pre-and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food chemistry, **105**(2), 449-453.
- [11] Nadas A., Olmo M., Garcia J. M., 2003. Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. Journal of food science, **68**(5), 1798-1802.
- [12] Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A., Salerno M., 2001. Effect of short hypobaric treatments on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. Postharvest Biology and Technology, **22**(1), 1-6.
- [13] Mertely J. C., MacKenzie S. J., Legard D. E., 2002. Timing of fungicide applications for *Botrytis cinerea* based on development stage of strawberry flowers and fruit. Plant disease, **86**(9), 1019-1024.
- [14] Allende A., Marín A., Buendía B., Tomás-Barberán F., Gil M. I., 2007. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. Postharvest Biology and Technology, **46**(3), 201-211.
- [15] Öz A. T., Süfer Ö. 2016. Doğal Bileşiklerin MAP ile Kombinasyonun Meyve ve Sebze Ürün Kalitesi ve Muhafaza Ömrü Üzerine Etkileri. TÜRKAS 2016 Bildiri Kitabı, 73.
- [16] Kasım M., Şanlıbaba P., Kasım R., 2017. Tıbbi 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.
- [17] Nabigol A., Morshedi H., 2011. Evaluation of the antifungal activity of the Iranian thyme essential oils on the postharvest pathogens of strawberry fruits. African Journal of Biotechnology, **10**(48), 9864-9869.
- [18] Reddy M. B., Angers P., Gosselin A., Arul J., 1998. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. Phytochemistry, **47**(8), 1515-1520.
- [19] Maqbool M., Ali, A., Alderson P. G., 2010. Effect of Cinnamon Oil on Incidence of Anthracnose Disease and Postharvest Quality of Bananas during Storage. International Journal Of Agriculture & Biology, **12**(4) 516-520.
- [20] Hernández-Muñoz P., Almenar E., Del Valle V., Velez D., Gavara, R., 2008. Effect of chitosan coating

combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria*× *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, **110**(2), 428-435.

- [21] Nunes M. C. N., Brecht J. K., Morais A. M., Sargent S. A. 2005. Possible influences of water loss and polyphenol oxidase activity on anthocyanin content and discoloration in fresh ripe strawberry (cv. Oso Grande) during storage at 1 C. *Journal of Food Science*, **70**(1), S79-S84.
- [22] Nunes M. C. N., Brecht J. K., Morais A. M., Sargent S. A., 2006. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **86**(2), 180-190.
- [23] Nunes M. C. N., 2009. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables. John Wiley & Sons, 463.
- [24] Evren M., Tekgüler B., 2011. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, **9**(3), 28-40.
- [25] Tzortzakis N. G., 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative food science & emerging technologies*, **8**(1), 111-116.
- [26] Kallio H., Hakala M., Pelkkikangas A. M., Lapveteläinen A., 2000. Sugars and acids of strawberry varieties. *European Food Research and Technology*, **212**(1), 81-85.