



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEPOLAMA ÖNCESİ UYGULANAN BAZI UÇUCU
YAĞLARIN NATÜREL İÇ FİNDİĞİN MUHAFAZA
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

GİZEM KURNAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİMDALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Gizem KURNAZ

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

DEPOLAMA ÖNCESİ UYGULANAN BAZI UÇUCU YAĞLARIN NATÜREL İÇ FINDIĞIN MUHAFAZA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

GİZEM KURNAZ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 78 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SAADET KOÇ GÜLER)

Bu çalışmada Ordu ilinde yetiştirilen 2022 hasat sezonuna ait natürel ‘Çakıldak’ çeşidine ait iç fındıklar kullanılmıştır. İç fındıklara sivri kekik, tıbbi nane ve Anadolu adaçayı uçucu yağları uygulanmıştır. Uygulamada uçucu yağlar ile fındıklar direkt temas ettirilmemiştir. Uçucu yağ damlatılmış pamuklar delikli kaplara alınarak iç fındıkların bulunduğu kapaklı plastik kaplara konulmuş ve bu şekilde 15 gün süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda fındıklar vakumlu paketlere alınmış ve 12 ay boyunca sıcaklık ve nem değerlerinin kaydedildiği bir odada depolanmıştır. Çalışmada 4 ay ara ile nem (%), su aktivitesi (a_w), serbest yağ asidi (%), peroksit ($meqO_2/kg$), toplam canlı sayısı, toplam yağ tayini, küf-maya sayısı ve renk ölçümleri (L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı) yapılmıştır. Her analiz 3 tekerrürlü yapılmış, her tekerrürde yaklaşık 350 g natürel iç fındık kullanılmıştır.

Çalışma sonunda nem, küf-maya sayısı, L^* ve a^* değerleri üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). a_w , serbest yağ asidi, peroksit, toplam yağ, toplam canlı sayısı, b^* , kroma ve hue değerleri üzerine ise depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Küf-maya sayısını en çok azaltan uygulama, sivri kekik uçucu yağ uygulaması olmuştur. Aynı uygulamada L^* değeri düşerken, a^* değeri anlamlı bir şekilde artmıştır. Serbest yağ asidi, peroksit ve toplam canlı sayılarının genel olarak uçucu yağ uygulanan gruplarda daha düşük olduğu görülmüştür. Bu değişim istatistik olarak önemli bulunmadığı için anlamlı bir düşüş olarak ifade edilememektedir. Ayrıca korelasyon sonuçları dikkate alındığında, uygulama gruplarında farklı parametreler arasında ilişkiler olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre uçucu yağların meyve dokusunda farklı etkiler göstermiş olabileceği düşünülebilir.

Bu çalışmada kullanılan uçucu yağlar dikkate alındığında, natürel iç fındığın depolanmasında hem antimikrobiyal etkisi hem de meyve özelliklerini koruması bakımından sivri kekik uçucu yağının önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Ancak sivri kekik uçucu yağının bu etkisi, sadece içeriğinde yüksek oranda bulunan karvakrol ile ilişkilendirilmemeli, bileşenlerin birbirleri ile olan ilişkileri de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca bu uçucu yağların gıdalardaki kullanımlarında alerjik özellikleri de dikkate alınmalı ve tüketiciyi bilgilendirici etiketlerin bulundurulması unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çakıldak, Sivri Kekik, Tıbbi Nane, Anadolu Adaçayı, Muhafaza

ABSTRACT

EFFECTS OF SOME ESSENTIAL OILS APPLIED BEFORE STORAGE ON THE STORAGE QUALITY OF NATURAL HAZELNUTS

GİZEM KURNAZ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

MASTER THESIS, 78 PAGES

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SAADET KOÇ GÜLER)

In this study, natural hazelnut kernels of cultivar ‘Çakıldak’ grown in Ordu province that belong to the 2022 harvest season were used. Essential oils of thyme, peppermint and Anatolian sage were applied to the hazelnut kernels. In the application, the hazelnuts did not come into direct contact with the essential oils. Cotton soaked with essential oils was placed in perforated containers and then placed in covered plastic containers containing the hazelnuts, where they were kept for 15 days. At the end of the period, the hazelnuts were vacuum-packed and stored in a room where temperature and humidity values were recorded for 12 months. Moisture (%), water activity (a_w), free fatty acid (%), peroxide (meqO_2/kg), total viable count, total oil content, total mold-yeast count, and color measurements (L^* , a^* , b^* , chroma, hue angle) were conducted every 4 months. Each analysis was performed three times repetitively using approximately 350 g of natural hazelnut kernels each time.

At the end of the study, the effects of essential oil applications on moisture, total mold-yeast count, L^* , and a^* values were found to be statistically significant ($p < 0.05$). The effect of storage duration on a_w , free fatty acid, peroxide value, total oil content, total viable count, b^* , chroma, and hue values was significant ($p < 0.05$).

The most effective essential oil in reducing total mold-yeast count was the thyme essential oil application. In this application, the L^* value decreased, while the a^* value increased significantly. Free fatty acid, peroxide, and total viable counts were generally lower in groups that were applied with essential oils, but these changes were not statistically significant. Additionally, with the consideration of the correlation results, there were relationships between different parameters in the application groups. These results suggest that different essential oils might have variable effects on the fruit tissue.

Considering the essential oils used in this study, it can be said that thyme essential oil shows significant potential for both its antimicrobial effect and its ability to preserve fruit characteristics in the storage of kernels. However, the effect of thyme essential oil should not be attributed only to its high carvacrol content; but also the interactions between its components should also be considered as well. Additionally, when using these essential oils in foods, their allergenic properties should be taken into account, and shouldn't be forgotten to place labels that inform consumers should be provided.

Keywords: Çakıldak, Thyme, Peppermint, Anatolian Sage, Storage

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın her aőamasında ilgisini ve yardımını esirgemeyen, karőılaőtığım zorlukları bilgisi ve sabrı ile aőmamı sağlayan, desteğini her an hissettiğim değerli danıőman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Saadet KOÇ GÜLER'e teőekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın laboratuvar analizlerinin gerçekleőtirilebilmesi için sundukları donanımlı laboratuvar koşulları için Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda Sanayi ve Tic. A.Ő. Yönetim Kurulu Baőkanı ve Fındık Tanıtım Grubu Baőkanı Dursun Oğuz GÜRsoy'a, laboratuvar çalıőmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisi Sayın Aysun AYABAKAN'a, Gıda Mühendisi Sayın Zülfiye GÜMÜŐAKAYA'ya, ve tüm Gürsoy fabrikası çalıőanlarına teőekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olup beni destekleyen sevgili eőim Oğuzhan KURNAZ'a, her türlü zorlukta arkamda duran canım annem Saliha ÖZCELEP ve babam Orhan ÖZCELEP'e, varlıklarıyla bana güç veren oğullarım Metehan ve Denizhan KURNAZ'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Uçucu Yağların Mikrobiyolojik Etmenler Üzerine Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar.....	4
2.2 Hasat Sonrası Muhafaza Süresi ve Meyve Kalitesine Etki Eden Etmenlerin Araştırıldığı Çalışmalar.....	12
2.3 Fındıkta Hasat sonrası Muhafazayı Etkileyen Etmenler Üzerine Çalışmalar.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1 Materyal.....	29
3.1.1 Deneme bahçesinin genel özellikleri.....	29
3.1.1.1 ‘Çakıldak’ Fındığın Pomolojik Özellikleri.....	30
3.1.2 Denemede Kullanılan Uçucu Yağlar ve Bileşenleri.....	30
3.2 Yöntem.....	34
3.2.1 Uçucu yağ uygulamaları ve paketleme.....	34
3.2.2. Depolama.....	35
3.2.3 Ölçüm, Gözlem ve Analizler.....	36
3.2.3.1 Nem Ölçümü.....	36
3.2.3.2 Su Aktivitesi (<i>aw</i>).....	36
3.2.3.3 Serbest Yağ Asidi.....	36
3.2.3.4 Peroksit Tayini.....	37
3.2.3.5 Yağ Tayini.....	38
3.2.3.6 Toplam Canlı Sayısı (TVC).....	39
3.2.3.7 Küf-Maya Sayısı Tayini.....	39
3.2.3.8 Renk ölçümü.....	40
3.2.3.9 Uçucu Yağ Kompozisyonunun GC-MS ile Belirlenmesi.....	40
3.2.3.10 İstatistik Analiz Yöntemi.....	41
4.BULGULAR ve TARTIŞMA	42
4.1.Nem Miktarı (%).....	42
4.2 Su Aktivitesi (<i>aw</i>).....	43
4.3 Serbest Yağ Asidi (%).....	45
4.4. Peroksit (meq O ₂ /kg).....	47
4.5 Toplam Yağ (%).....	49
4.6 Toplam Canlı Değerleri (log KOB/g).....	51
4.7 Küf Maya Sayısı (log KOB/g).....	55
4.8 Renk.....	58
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	66

6.KAYNAKÇA	68
ÖZGEÇMİŞ	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3. 1 Fındık örneklerinin alındığı bahçenin konumu ve genel görünümü.....	29
Şekil 3. 2 Fındıkların hasat edilmesi ve kurutulması.....	30
Şekil 3. 3 Fındıkların 4 kg olacak şekilde gruplara ayrılması.....	34
Şekil 3. 4 Uçucu yağ emdirilmiş pamukların plastik kaplara yerleştirilmesi	34
Şekil 3. 5 Uygulama yapılan ve 15 gün süre ile bekleme alınmış fındıklar.....	35
Şekil 3. 6 Uygulama yapılan fındıkların vakumlu paketlere ayrılması	35
Şekil 4. 1 Kontrol grubunda depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay	52
Şekil 4. 2 Sivri kekik UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay).....	53
Şekil 4. 3 Tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay).....	53
Şekil 4. 4 Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay).....	54
Şekil 4. 5 Kontrol (A), sivri kekik (B), tıbbi nane (C) ve Anadolu adaçayı (D) UY uygulaması yapılan gruplarda küf-maya gelişimi	57

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1	Çalışmada kullanılan sivri kekik uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler	31
Çizelge 3. 2	Çalışmada kullanılan tıbbi nane uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler	32
Çizelge 3. 3	Çalışmada kullanılan Anadolu adaçayı uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler	33
Çizelge 3. 4	Uçucu yağ uygulama anından itibaren ölçülen nem ve sıcaklık değerleri	36
Çizelge 4. 1	Nem miktarı (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	42
Çizelge 4. 2	Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin su aktivitesi değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)	44
Çizelge 4. 3	Su aktivitesi değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları	44
Çizelge 4. 4	Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin serbest yağ asidi değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)	45
Çizelge 4. 5	Serbest yağ asidi değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları	46
Çizelge 4. 6	Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin peroksit değeri üzerine etkisi (Kruskal Wallis-H testi)	47
Çizelge 4. 7	Peroksit değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları	48
Çizelge 4. 8	Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin toplam yağ değeri üzerine etkisi (Kruskal Wallis-H testi)	50
Çizelge 4. 9	Toplam yağ değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları	50
Çizelge 4. 10	Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin toplam canlı sayısı değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)	51
Çizelge 4. 11	Toplam canlı sayısının depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları	54
Çizelge 4. 12	Küf-maya sayısı değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	56
Çizelge 4. 13	Renk L* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	58
Çizelge 4. 14	Renk a* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	59
Çizelge 4. 15	Renk b* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	60
Çizelge 4. 16	Renk Chroma değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	60
Çizelge 4. 17	Renk hue değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları	61
Çizelge 4. 18	Kontrol grubunda değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri	62
Çizelge 4. 19	Sivri kekik UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri	63
Çizelge 4. 20	Tıbbi nane UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri	64
Çizelge 4. 21	Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri	65

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	:Yüzde
<	:Küçüktür
>	:Büyüktür
≤	:Küçük eşit
°C	:Santigrat derece
µl	:Mikro litre
A.Ş.	:Anonim şirketi
ANOVA	:Analysis of variance (Varyans analizi)
a _w	:Water activity (Su aktivitesi)
cfu/g	:Colony forming units/ gram (Koloni oluşturan birim/gram)
cv.	:Cultivar (Kültür varyete)
dk	:Dakika
eV	:Elektronvolt
g	:Gram
HCl	:Hidroklorik asit
kg	:Kilogram
kGy	:Kilo Gray
KOH	:Potasyum hidroksit
kW	:Kilowatt
l	:Litre
log	:Logaritma
MB (MeBr)	:Metil bromid
meqO ₂ /kg	:Mili ekuvalent oksijen/gram
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
N	:Normal
NaOH	:Sodyum hidroksit
ppm	:Parts per million (Milyonda bir)
San.	:Sanayi
Tic.	:Ticaret
TL	:Türk lirası
vb.	:ve benzeri
W	:Watt
MCP	:Methylcyclopropene

1. GİRİŞ

Fındık (*Coryllus avellana* L.), besleyici özelliği, uzun süre depolanabilmesi ve diğer gıdalarla kombine edilerek kullanılabilmesi açısından önemli bir sert kabuklu meyve türüdür. Ülkemiz, yıllık ortalama 650-700 bin tonluk kabuklu fındık üretimi ile dünya lideri konumundadır. Türkiye'nin en fazla döviz girdisi sağlayan tarım ürünü olan fındık 2023 yılında natürel olarak 284 bin 141 ton ihraç edilmiş ve 1 milyar 866 milyon 735 bin 417 dolar döviz girdisi sağlanmıştır (Anonim, 2024a).

Üretilen fındığın %3-4'ü kavrulmuş, kavrulmamış (natürel) ve kabuklu (tuzlanmış/tuzlanmamış) şekillerde çerez olarak tüketilirken, %10-12'si pastacılık-bisküvi-unlu mamüller sektörlerinde, %80'i kavrulmuş, beyazlatılmış, kıyılmış, dilinmiş, un ve püre halinde çikolata sanayiinde kalanı ise dondurma sektöründe ve yağ sanayisinde kullanılmaktadır (Anonim, 2014). Fındığın, 34 milyar dolarlık dünya çikolata piyasasının önemli bir girdisi olduğu da düşünüldüğünde ülkemiz ekonomisi açısından önemi bir kez daha karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2024b).

Üretiminde ve ihracatında lider olduğumuz milli tarımsal ürünümüz fındığın yetiştiriciliği kadar depolamasıda önemlidir. Fındıkta farklı kurutma yöntemlerinin (Turan, 2017; Turan ve İslam, 2018; Turan ve Karaosmanoğlu, 2019; Sali, 2022), depolama sıcaklıkları ve nem değerlerinin (Ghirardello ve ark., 2013; Karaosmanoğlu ve Üstün, 2019;), sulamanın (Akçin, 2018), meyve büyüklüğünün (Öztürk ve ark., 2023), fındık çeşitlerinin (Baş, 1990; Akar, 2016; Bostan ve Koç Güler, 2016), depolamadan önce yapılan ışınlama (mikrodalga, gama) (Koç Güler, 2015; Basaran ve Akhan, 2010) ve ozon gazı uygulamalarının (Şeyhoğlu Akbaş, 2019) muhafaza süresine etkilerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Bunların dışında işlenmiş (kavrulmuş, dilimlenmiş vb.) fındığın muhafazası üzerine yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır (Çalikoğlu, 2008; Demirci Ercoşkun, 2009).

Yapılan çalışmalar, fındık muhafazasında depo koşulları, çeşit, yetiştirme ve kurutma koşulları vb. özelliklerin oldukça önemli parametreler olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde iyi bir depolamanın kaliteli ürün yetiştiriciliği, doğru hasat, kurutma ve diğer hasat sonrası işlemler ile uygun depolama koşullarına bağlı olduğu görülmektedir. Hasat ile depolama arasında uygulanan işlemlerin en önemli amacı ise depolama süresince üründe zarar oluşturacak

mikro/makro canlı varlığını azaltmak ya da oluşumunu engellemektir. Depolanacak fındıklarda mikrobiyal yükü azaltarak daha uzun süreli depolama kalitesi sağlamak amacıyla bazı ön uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar genel olarak fumigasyon olarak adlandırılmaktadır. Fındık fumigasyonunda; metil bromit sülfür florid, hidrojen siyanid, alüminyum fosfit gibi fumigantlar kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi sırasında kullanılan sentetik kimyasallar kadar muhafaza sürecinde kullanılan sentetik kimyasallarda (metil bromür, fosfin vb.) çevre ve insan sağlığı açısından zararlı olabilmektedir. Bu nedenle 1987 yılında Ozon tabakasını inceltmesi, ürünlerde brom kalıntısı bırakması nedenlerinden ötürü; Metil bromürün (MeBr) kullanımının ve ithalatının azaltılması kararı 160 ülkenin imzaladığı Montreal protokolü kapsamında kabul edilmiştir. Ülkemizde de 2007 yılından itibaren taşıma öncesi ve karantina amaçlı uygulamalar haricinde kullanımı yasaktır (Anonim, 2004). Uygulama ve etkinlik açısından pek çok avantaja sahip görünen alüminyum fosfid ise su veya nem ile reaksiyona girerek insanlar açısından çok zehirli olan fosfin gazının oluşumuna sebep olmaktadır. Bu yönüyle alüminyum fosfid uygulamalarının da yakın gelecekte kullanımının azaltılması yönünde adımların atılabileceği söylenebilir. Her iki örnekte fumigasyonda etkili ancak uzun vadede insan ve çevre sağlığı açısından problem oluşturma potansiyeline sahip uygulamalardır.

Değişen dünya eğilimleri ve özellikle COVID-19 salgını sonrası tüketici talepleri dikkate alındığında gıda işleme uygulamalarında daha çevreci ve doğal yöntemler araştırılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda uçucu yağlar, bitki kökenli, doğal, çevreye ve insan sağlığına zararlı olmayan, sürdürülebilir ve tarımsal ürünlerin depolanmasında koruyucu olarak kullanılabilme potansiyeline sahip maddeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bitkilerin çeşitli kısımlarından (çiçek, meyve, yaprak vb.) elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal, antifungal ve antibakteriyal özelliklerini araştıran araştırmalar mevcuttur (Elgayyar ve ark., 2001; Bayaz, 2014; Hou ve ark., 2022). Uçucu yağların ve ihtiva ettikleri bileşenlerinin, kullanılan mevcut fumigantlara karşı alternatif bileşikler olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olabileceği tamamlanan ve devam etmekte olan yeni araştırmalar tarafından desteklenmektedir (Gözek, 2007). Ayrıca pek çok uçucu yağ, gıdaları ransiditeden koruyan antioksidant özelliklere de sahiptir (Amorati ve ark., 2013).

Özellikle son yıllarda uçucu yağların/etken maddelerin meyvelerin muhafazasında kullanımıyla ilgili araştırmalar yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalarda uçucu yağlar direkt olarak (daldırma, spreyleme ya da buhara maruz bırakma) kullanılabilirdiği gibi (Köse, 2007; Göksel, 2011; Yılmaz, 2019; Mirdehghan ve ark., 2023) diğer muhafaza araçlarıyla entegre olarakta (yenilebilir film kaplamalar, ambalaj veya paketleme malzemelerine emdirme) kullanılmaktadır (Hashemi ve ark., 2021; Alkın ve ark., 2022). Yapılan çalışmalarda nane, kekik, adaçayı, lavanta v.b. uçucu yağlarının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu yağların antimikrobiyal etkileri yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (İşcan ve ark., 2002; Ruiz-Navajas ve ark., 2013; Cui ve ark., 2015).

Ülkemizde ve uluslararası literatürde natürel iç fındıkta depolama öncesinde yapılan uçucu yağ uygulamasının, depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tüm fındıklı ürünlerin hammaddesi olması, COVID-19 pandemisi sonrası sert kabuklu meyvelerin çiğ tüketimine artan talep ve uçucu yağların ürün üzerindeki etkisini daha iyi gözlemlemek amacıyla materyal olarak natürel iç fındık seçilmiştir. Uçucu yağ olarak sivri kekik, tıbbi nane ve Anadolu adaçayı kullanılmıştır. Bu uçucu yağların seçilme nedeni ise uçucu yağ özelliklerinin önceki çalışmalarda belirlenmiş olması ve bu bitkilerin ülkemizde yetişebiliyor olmasıdır. Ülkemiz için önemli bir ürün olan fındığın muhafazasında yine ülkemizde doğal olarak yetişebilen bitkilerden elde edilen uçucu yağların kullanılmasının sürdürülebilirlik açısından önemli olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmada tıbbi nane, sivri kekik ve Anadolu adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinden faydalanmak amacı ile natürel iç fındığın 12 aylık depolama kalitesine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Uçucu Yağların Mikrobiyolojik Etmenler Üzerine Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar

Hasat sonrası kayıplar, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre değişmekle birlikte, çok büyük değerlere (üretilen ürünün yaklaşık %50'si) ulaşabilmektedir. Bu nedenle tarımsal ürünlerde hasat sonrası uygulamalar son derece önemlidir.

Hasat sonrası uygulamalarda (fumigasyon, kaplama vb.) sentetik kimyasallar (fosfin, metil bromid vb.) kullanılmaktadır. Kullanılan bu sentetik kimyasallar özellikle fumigasyon açısından oldukça başarılı olmuş, muhafaza kalitesini olumlu etkilemiştir. Ancak son yıllarda sürdürülebilirliğinin sağlanamaması, çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri gibi nedenlerden ötürü bu maddelerin yerine bitkisel kaynaklı doğal maddelerin (uçucu yağlar ve etken maddeleri) kullanımını yönünde bir eğilim başlamıştır. Konu ile ilgili çalışmaların sayısı ise her geçen gün artmaktadır.

Hasattan sonra ürünlerde sorunlara neden olan mikrobiyal etmenlere karşı kullanılan uçucu yağlar ve etken maddelerin gösterdikleri antimikrobiyal özelliklerin incelendiği araştırmalar bu başlık altında özetlenmiştir. Bu tür araştırmalarda nihai hedef mikrobiyal etmenlerin popülasyonlarını ve etkinliklerini azaltmak olmuştur.

Arras ve Usai (2001), tıbbi bitkilerden elde ettikleri 12 uçucu yağın dört önemli fungus üzerine (*Botrytis cinerea*, *Alternaria citri*, *Penicillium italicum* ve *Penicillium digitatum*) antifungal etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada 250 ppm konsantrasyonda kekik (*Thymus capitatus*) yağının fungusların gelişimini engelleyen güçlü fungitoksik aktivitesi olduğunu bildirmişlerdir. Kekik uçucu yağının buhar etkisini taramalı elektron mikroskobu ile incelemiş ve *Penicillium digitatum*'un hif ve konidi morfolojisini değişikliğe uğrattığını gözlemlemişlerdir.

Koçak ve Boyraz (2006), *Alternaria mali* Roberts, *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary, *Fusarium oxysporum* Synder & Hansen, *Botrytis cinerea* Pers., ve *Colletotrichum circinans* (Berk.) Vogl.' a karşı kekik (*Thymus vulgaris* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), ardiç (*Juniperus communis* L.), nane (*Mentha piperita* L.), okaliptüs (*Eucalyptus* sp.j), çörtük (*Echinophora tenuifolia* L.), yavşan (*Artemisia* sp.) bitkilerinin uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırdıkları çalışmalarında uçucu yağları farklı dozlarda (1 µl, 10 µl ve 50 µl/petri) uygulamış; 1 µl/petri dozunda hiçbir

fungusa karşı fungisidal etki gözlenmezken, 10 µl ve 50 µl/petri dozlarında çörtük ve ardiç uçucu yağları hariç diğer uçucu yağların fungusların miseliyal gelişimini tamamen engellediklerini belirtmiştir. Çalışma sonucunda yavşan uçucu yağının en etkili yağ olarak belirlenmiş bu uçucu yağı sırasıyla kekik, nane, kimyon, okaliptüs, ardiç ve çörtük uçucu yağlarının izlediği bildirilmiştir.

Köse (2007), ak kekik, (*Origanum onites* L.), Suriye kekiği (*Origanum syriacum* var. *bevanii* Holmes.), karabaş kekik (*Thymbra spicata* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), defne (*Laurus nobilis* L.) ve karabaş lavanta (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L.), gibi Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen bazı bitki türlerinden elde ettiği uçucu yağları değme ve buhara maruz bırakma yoluyla turunçgil meyvelerinde depolama sırasında kayıplara neden olan fungal hastalık etmenlerinden *Alternaria alternata* (Kahverengi Leke Hastalığı), *Penicillium digitatum* (Yeşil küf çürüklüğü), *Botrytis cinerea* (Kurşuni küf) ve *Aspergillus niger*'e (Siyah çürüklük) karşı uygulamıştır. Işık ve taramalı elektron mikroskobu ile yaptığı gözlemlerde uçucu yağların fungal etmenlerin hif ve sporları üzerinde neden olduğu morfolojik değişiklikleri gözlemlemiş fungusların hiflerinde önemli yapısal bozulmalar gerçekleştiğini bildirmiştir.

Beş esansiyel yağın (kekik, adaçayı, hindistan cevizi, okaliptus ve Çin tarçını) *Alternaria alternata*'ya karşı farklı konsantrasyonlardaki etkilerinin *in vitro* olarak test edildiği bir çalışmada Çin tarçını yağı ve kekik yağının *A. alternata*'ya karşı antifungal aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Feng ve Zheng, 2007).

Bağcı ve ark., (2008) *Thymbra sintenisii* Bornm. ve Aznav. bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Botrytis cinerea*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporium*, *Rhizoctonia solani* mantarlarının misel büyümeleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında %0.05 konsantrasyon düzeyindeki uygulamanın küflerin misel gelişimi üzerine engelleyici etki gösterdiğini bildirirken diğer dozlarda (%0.03 ve %0.01) misel gelişim üzerinde görülen etkinin daha düşük düzeyde kaldığını belirtmişlerdir.

Yılmaz (2012), biberiye, adaçayı, rezene, okaliptus ve kekik uçucu yağlarını elmalarda hasat sonrası kayıplara neden olan fungal hastalık etmenlerinden bazıları (*Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum*

gloeosporioides, *Alternaria mali*, *Penicillium expansum* ve *Monilinia fructigena*) üzerine inkübasyon süresi 3-6 gün uçucu yağ konsantrasyonu (0-500 µl/l, 0-9 µl/petri) olacak şekilde uygulamıştır. *In vitro* koşullarda kontakt ve fumigasyon etki testleri yapılmış, *in vivo* koşullarda ise okaliptus ve kekik uçucu yağın uygulaması yapılan meyveler üzerindeki lezyonların çapı ölçülmüştür. *In vitro* denemelerde bu etmenlere karşı kekik ve okaliptüs uçucu yağının en yüksek etkiyi gösterdiği gözlenirken; *in vivo* denemelerde ise, elmalardaki en yüksek % engelleme oranları kekik uçucu yağı ile muamelede gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada, üzümde (*Vitis labrusca* L.) hasat sonrası mantar patojenleri *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus niger*'i laboratuvar ortamında inhibe etmek için kitosan ve *O. vulgare* esansiyel yağın kombine uygulaması yapılmış ve test edilen bileşiklerin kombine uygulamasının, oda sıcaklığında ve soğuk'ta depolama sırasında meyvelerin fiziksel, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Uygulama, sıvı ortamda mantar büyümesini inhibe etmiş; sporelerde, misellerin morfolojisinde ve çimlenmesinde değişikliklere neden olmuştur (Santos ve ark., 2012).

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), mercimek otu (*Satureja hortensis* L.) ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağlarının *Botrytis cinerea* Pers. ve *Mucor piriformis* patojenlerine karşı antifungal etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada uçucu yağlar (0, 200, 400, 600, 800 ve 1000 µl/l) farklı konsantrasyonlarda uygulanmış ve kekik uçucu yağının 800 µl/l den başlayan konsantrasyonlarda uygulanması her iki mantara karşı güçlü bir antifungal etki göstermiştir (Abdolahi ve ark., 2013).

Bir başka çalışmada 3 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağlar; kekik (*Thymus vulgaris* L.), kekik (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) ve limon (*Citrus limon* L.) önemli hasat sonrası patojenler olan *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* ve *Penicillium digitatum*'a karşı *in vitro* ve *in vivo* olarak test edilmiş ve *Botrytis cinerea*'nın, limon ve kekik uçucu yağlarının sırasıyla 17 µl/ml ve 0.02 µl/ml konsantrasyonunda herhangi bir misel gelişim göstermediği belirtilmiştir. Bununla birlikte üç türden elde edilen uçucu yağların fungusların spor çimlenmesini azaltmada

etkili olduğu ve *in vivo* deneylerin de, *in vitro* deneylerde ortaya çıkan güçlü etkinliği desteklediği gözlemlenmiştir (Vitoratos ve ark., 2013).

Akdeniz Bölgesin’de yabani olarak yetişen *Otanthus maritimus* L.’nin çiçeklerinden elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşenleri GC ve GC-MS analiz yöntemleriyle araştırılmış; araştırma sonucu tanımlanan 66 bileşenin yüksek miktarda monoterpen yapıda olduğu ve bu uçucu yağın *Botrytis cinerea* ve *Rhizoctonia solani*’ye karşı güçlü antifungal etki gösterdiği bildirilmiştir (Basile ve ark., 2013).

Uçucu yağ bileşenleri olan timol, karvakrol, linalool ve trans-karyofilenin olası fitotoksik aktivitesinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarda değerlendirildiği bir çalışmada *in vitro* sonuçlar timol ve karvakrolün yüksek antifungal aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. *In vivo* alışmaların sonuçları da timol ve karvakrolün şeftali meyvelerinin kahverengi çürüklüğüne karşı güçlü etkinliğini desteklemiştir. Çalışma sonucunda incelenen üç *Monilinia* türünün (*M. Laxa*, *M. fructigena* ve *M. fructicola*) neden olduğu hasat sonrası meyve hastalıklarını kontrol etmek için timol ve karvakrolün kullanılabileceği belirtilmiştir (Elshafie ve ark., 2015).

Mentha piperita, *Mentha villosa* uçucu yağları ile kitosan kaplamanın birlikte uygulandığı kiraz domateslerinde uygulamanın *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* ve *Rhizophus stolonifer*’e karşı hem oda ısısında hem de daha düşük sıcaklıklarda etkili olduğu bildirilmiştir (Guerra ve ark., 2015).

Tutkun şıvgın (2017), *Aspergillus*’a ait üç farklı küf suşunun gelişimlerini ve aflatoksin oluşturmasına etkisini araştırdığı çalışmasında öjenol ve timol yağ asitleri ve bu yağ asitlerinin 1/1 , 1/2 , 2/1 oranlarında öjenol:timol karışımları olmak üzere 3 farklı oranda karıştırdığı toplam 5 yağ asidi konsantrasyonu kullanmıştır. TOPSİS araştırma yöntemine göre üç küf suşu için öjenol:timol 1/1 karışımını en etkili uygulama olarak tespit edilmiştir.

Domateste fungal kökenli kurşuni küf hastalığı (*Botrytis cinerea*) üzerinde *ZnO* ve *CuO* nanopartiküllerinin hem tek başına hem de kekik(*Origanum vulgare*) uçucu yağı ile birlikte kullanımının fungusların gelişimine etki düzeyini araştırılmış ve kekik uçucu yağı ilavesinin karışımın antifungal etkisini büyük ölçüde arttırdığı bildirilmiştir (Abdulrazaq, 2018).

Ashour (2018), benzer bir çalışmada hıyarda (*Cucumis osativus* L.) kurşuni küf hastalığı (*Botrytis cinerea* Pers.) üzerinde *ZnO*, *CuO* ve *AgNO₃* nanopartiküllerini hem tek başına hem de nane (*Mentha piperita* L.) uçucu yağı ile birlikte kullanarak karışımların antifungal etkisini *in vitro* ve *in vivo* olarak araştırmıştır. *ZnO*, *CuO* ve *AgNO₃* nanopartikülerinin hıyar üzerinde sporların koloni oluşumunu azalttığı ve nane uçucu yağı ile nanopartiküllerin birlikte karışım olarak kullanımının antifungal etkiyi önemli derecede arttırdığı belirtilmiştir.

Kılıç (2019), Doğu Karadeniz yaylalarının doğal florasında yaygın bulunan, bölge halkı tarafından bazı enfeksiyon hastalıklarına iyi geldiği düşünülerek kullanılan bazı bitki türlerinin; (*Cynara syriaca*), kekik (*Thymus vulgaris*), mürver otu (*Sambucus ebulus* E.), katran yoncası (*Psoralea bituminosa* L.), koyun örmece (*Sedum pallidum* M. Bieb.), aslan pençesi (*Alchemilla mollis*), ak üçgül (*Trifolium repens* var.), sığır kuyruğu (*Verbascum blattaria* L.), pisikulağı (*Phedimus stolonifers*), yabani nane (*Mentha pulegium*), engerekotu (*Echium vulgare*), nane (*Mentha piperita*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), yara otu (*Prunella vulgaris* L.), *Polygonum affine*, papatya (*Matricaria chamomilla*), kandil çiçeği (*Achillea millefolium*), tül kuşkonmaz (*Asparagus plumosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), andız otu (*Inula helenium*), sarı ormangülü (*Rhododendron luteum*), maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) uçucu yağlarının ve aromatik sularının antimikrobiyal, antioksidan ve antifungal özelliklerini incelemiştir. Araştırma sonucunda kekik aromatik suyu en yüksek toplam fenolik maddeye ve en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olurken kekik uçucu yağıda en yüksek bioaktivite gösteren yağ olarak belirlenmiştir.

Türkmen (2019), fungal beyaz küf ve kök çürüklüğü hastalığı etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'un misel gelişimi üzerine rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), defne (*Laurus nobilis* L.) ve mersin (*Myrtus communis* L.) gibi bitki türlerinden elde ettiği uçucu yağları, bu yağların karışımları ve mikroemülsiyon (μ E) formlarını *in vitro* ve *in vivo* koşullarda değme yoluyla uygulamıştır. Tüm koşullarda rezene uçucu yağının, defne ve mersin uçucu yağlarına kıyasla daha yüksek antifungal etki gösterdiği ve uçucu yağ karışımlarında rezene oranının artmasının, elde edilen karışımların antifungal etkinliğinin artmasını sağladığı bildirilmiştir.

Said Omar (2019), domateste erken yanıklık hastalığına neden olan *Alternaria solani* (Ell. ve Mart.) Jones ve Grout. patojeni üzerine farklı bitki türlerinden (*Satureja hortensis* L., *Thymbra spicata* L., *Thymus sipyleus* Boiss, *Origanum majorana* L., *Origanum syriacium* L., *Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia santonicum* L. ve *Artemisia spicigera* C Koch.) elde edilen uçucu yağların *in vitro* ve *in vivo* koşullarda antifungal aktivitelerini araştırmıştır. Uçucu yağların *in vitro* koşullarda 140, 280, 560, 1000 µl/l ve *in vivo* denemeler de ise 2.5, 5, 10, 20 µl/meyve konsantrasyonlarını kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre *in vitro* uygulamalarda, *Thymus sipyleus* ve *O. onites*'den elde edilen uçucu yağların en yüksek antifungal etkiyi gösterdiği ve fungusun misel gelişimini %100 engellediği, *in vivo* koşullarda ise *O. majorana* ve *A. absinthium* uçucu yağlarının, domates meyvelerindeki hastalık gelişimini 2.5 µl/meyve konsantrasyonunda, *O. majorana* için %84, *A. absinthium* için ise %64 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir.

Bilici (2019), Bazı Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) türleri (*Glomus intraradices*, *G. mosseae*) ile bazı uçucu yağları (kekik, nane, adaçayı), domatesteki önemli hastalık etmenlerinden biri olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis-lycopersici* üzerinde *in vitro* koşullarda beş farklı dozda (25, 50, 75, 100, 150 µl/l) uygulamış; kekik uçucu yağının 150 µl/l dozunun hastalık etmenini engellemede daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Oyman (2017), *Ocimum basilicum* var. album(L) Benth, *Lavandula angustifolia* subsp. angustifolia, *Melissa officinalis*, *Thymus vulgaris* L., *Mentha piperita*, *Salvia officinalis* uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonunu ve antimikrobiyal aktivitelerini araştırdığı çalışmasında bu bitkilerden elde ettiği uçucu yağların *Staphylococcus aureus* (ATCC 6338), *Escherichia coli* (ATCC 10536), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 15442), *Aspergillus niger*, *Candida albicans* karşı kuvvetli antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmiştir.

Sayın (2019), Uçucu yağların antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla seçtiği 6 farklı bitkinin uçucu yağının (kekik, lavanta, biberiye, nane, anason ve kişniş) 6 farklı mikroorganizma üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmıştır. *S. Auerus*, *B. cereus*, *Salmonella typhimurium*, *E. fecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*

O157:H7 bakterileri steril petri kaplarına alınarak besiyerleri hazırlanmış ve bu besiyerlerine uygulanan uçucu yağların etkileri analiz edilmiştir. Kekik, nane, lavanta ve biberiye uçucu yağlarının seçili bakterilere karşı etkili olduğu bildirilirken anason ve kişniş uçucu yağlarının bu bakterilere etkisi tespit edilememiştir.

Clerck ve ark., (2020) ticari olarak temin edilebilen 90 uçucu yağı, agronomik öneme sahip 10 bitki patojenine karşı antifungal ve antibakteriyel aktivite açısından *in vitro* olarak test ettikleri çalışmalarında bu yağlar arasından *Allium sativum* (sarımsak), *Corydothymus capitatus* (beyaz kekik), *Cinnamomum cassia* (Çin tarçını), *Cinnamomum zeylanicum* (Seylan tarçını), *Cymbopogon citratus* (limon otu), *Cymbopogon flexuosus* (malabar out), *Eugenia caryophyllus* (karanfil) ve *Litsea citrate* (Çin defnesi)'dan elde edilen uçucu yağları oldukça etkili bulmuşlardır. Test edilen patojenler arasında *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum* ve *Fusarium culmorum* uçucu yağlara karşı daha duyarlıyken *Phytophthora infestans* ve *Colletotrichum lindemuthianum*'un ise daha az duyarlılık göstermiştir.

Çilekte meyve hasadından sonra görülen ve *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu önemli hastalıklardan biri olan gri küfe karşı nane, zahter, frenk kimyonu, kimyon, okaliptüs ve kekik esansiyel yağlarının farklı konsantrasyonlarının patojen sporların misel gelişimi ve çimlenmesi üzerindeki önleyici etkisi sıvı ve buhar fazda yapılan uygulamalarla araştırılmıştır. Buhar fazında sırasıyla kimyon, frenk kimyonu, kekik ve nane uçucu yağları etkili olurken, sıvı fazda ise kimyon ve okaliptüs uçucu yağlarının daha etkili olduğu belirtilmiştir (Beikzadeh ve Afzali, 2020).

Başka bir çalışmada kekik, karanfil, lavanta, limon otu ve nane uçucu yağları; %0.5, %1 ve %1.5 konsantrasyonlarda *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimi üzerine etkisi araştırılmış, beş uçucu yağ arasında kekik uçucu yağı, *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimini maksimum düzeyde engellemiştir (Reang ve ark., 2020).

Asma (*Vitis vinifera* L.) bitkisinde kurşuni küfün (*Botrytis cinerea* Pers.) neden olduğu kayıpları önlemek için timol, ögenol ve 1.8-sineol uçucu yağlarının etkilerini araştıran bir çalışmada *in vitro* ortamda uçucu yağlar 25 µl, 50 µl ve 100 µl dozlarda uygulanmış timol ve ögenol etken maddeleri fungus gelişimi üzerinde etkili bulunurken 1.8-sineol etken maddesinin tüm doz uygulamaları anlamlı bir etki yaratmamıştır (Yelboğa, 2021).

Demirkol (2021), *Lamiaceae*, *Lauraceae* ve *Apiaceae* bitki familyasına ait 13 farklı bitki türünden elde ettiği uçucu yağların, bu yağların kimyasal bileşenlerinin ve farklı isothiocyanate bileşiklerinin domateste fungal hastalık etmeni olan *Neoscytalidium dimidiatum*'un misel gelişiminin engellenmesi üzerine olan etkilerini *in vitro* koşullarda araştırmıştır. Test sonuçlarına göre karvakrol bileşenini ihtiva eden *Thymbra spicata* var. *spicata*, *Origanum syriacum*, *Origanum onites*; trans-anethol bileşenini ihtiva eden *Foeniculum vulgare* ve limonen bileşenini ihtiva eden *Lippia citridora* uçucu yağları 1.0-4.0 µl/petri dozlarında fungal etmenin misel gelişimini %100 engelleyerek en yüksek antifungal etkinlik gösteren uçucu yağlar olarak belirlenmiştir.

Kırca (2022), korunga bitkisinde tohum çürüklüğü hastalığına neden olan *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.'ya karşı, kekik (*Thymus vulgaris*), okaliptus (*Eucalyptus globulus*), defne (*Laurus nobilis*), mersin (*Myrtus communis*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) uçucu yağlarının *in vitro* koşullarda antifungal aktivitelerini araştırdığı çalışmada her bir uçucu yağdan farklı dozlarda (1 µl/petri, 10 µl/petri, 50 µl/petri) petri kapları hazırlanmış ve 22±2 °C' de 8 gün boyunca inkübe etmiştir. İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra ölçümler yapmış ve misel gelişiminin engellenmesini yüzde olarak belirlemiştir. Bu araştırma sonunda 1 µl/petri, 10 µl/petri dozları arasında fungal patojenin baskı altına alınması yönünden herhangi bir fark olmadığı belirlenirken kekik, okaliptus, defne ve mersin uçucu yağlarından hazırlanan 50 µl/petri dozlarında *A. alternata* 'ya karşı yüksek oranda antifungal etki gözlenmiştir.

Atay ve Soylu (2023), kekik (*Thymbra spicata*, *Origanum syriacum* ve *Thymus vulgaris*), defne (*Laurus nobilis* L.), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) bitkilerinden elde ettiği uçucu yağların farklı dozlarını buhar yoluyla kurutmalık biberde iç çürüklüğe neden olan hastalık etmenlerinden *Alternaria alternata* ve *Aspergillus niger*'e karşı *in vitro* koşullarda uygulamıştır. Üç kekik türünün 4.0-6.0 µl/petri dozlarındaki uçucu yağ uygulaması fungus gelişimine %100 engelleme etkisi göstermiş ve antifungal açıdan diğer bitkilere göre daha etkili bulunmuştur.

Uçucu yağlardan *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Thymus serpyllum*, *Melaleuca alternifolia*, *Lavandula officinalis*, *Lavandula hybrida*, *Citrus*

bergamia, *Rosmarinus officinalis*, *Cinnamomum zeylanicum* yağlarının hasat sonu hastalık etmenlerinden *Botrytis cinerea* (gri küf) ve *Monilinia* spp. (kahverengi çürüklük) karşı buhar fazında *in vitro* antifungal aktivitesinin test edildiği çalışmada *O. vulgare*, *T. vulgaris* ve *T. serpyllum* farklı konsantrasyonlarda en yüksek inhibitör etkiyi gösterirken *M. alternifolia*, *L. officinalis* ve *L. hybrida* uçucu yağları orta düzeyde antifungal aktivite göstermiştir. Bu uçucu yağların meyve ve sebzelerde gri küf ve kahverengi çürüklük enfeksiyonlarının hasat sonrası kontrolünde kullanılıp kullanılmayacağını açıklayabilmek için daha fazla *in vivo* analizlerin yapılması gerektiği belirtilmiştir (Álvarez-Garcia ve ark., 2023).

Fındıkta verim ve kalite kayıplarına neden olan külleme hastalığının etmenlerinden olan *Erysiphe corylacearum*'a karşı kekik (*Thymus vulgaris*), nane (*Mentha piperita*), lavanta (*Lavendula officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve defne (*Laurus nobilis*) bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkisini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda yürütülen bir çalışmada uçucu yağlar 5 farklı dozda (1, 2, 4, 6 ve 8 µl/ml) uygulanmış ve bu farklı dozların konidi çimlenmesini engelleme oranları ve konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC50) hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre tüm uçucu yağların *E. corylacearum* konidilerinin çimlenmesini önemli oranda engellediği gözlenirken, ilk üç dozda kekik en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiştir. En yüksek doz olan 8 µl/ml dozunda ise tüm uçucu yağlar etkinlik açısından yüksek oranda etkili bulunmuşlardır. Uçucu yağların konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC50) en düşük kekik uçucu yağında (0.81 µl/ml) tespit edildiği bunu sırasıyla nane (0.88 µl/ml), adaçayı (1.31 µl/ml), lavanta (1.53 µl/ml) ve defne (1.61 µl/ml) uçucu yağlarının izlediği bildirilmiştir (Özsoy, 2023).

2.2 Hasat Sonrası Muhafaza Süresi ve Meyve Kalitesine Etki Eden Etmenlerin Araştırıldığı Çalışmalar

Depolama uygulamasındaki temel amaç, depolanan ürünün kalitesini uzun süre korumaktır. Bu amaç doğrultusunda üründe kayba neden olabilecek etmenlerin etkilerinin azaltılması hedeflenir. Uçucu yağlar ve etken maddelerinin özellikle anti mikrobiyal etkileri ile ilgili çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Ancak uygulamaların ürün üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalar daha sınırlı seviyede kalmıştır. Bu

bölümde uçucu yağların ve etken maddelerin hasattan sonra kullanımı ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Wang ve ark., (2007) 10 °C'de muhafaza edilen çileklerde çürüme oranının timol uygulamasıyla önemli ölçüde azalırken mentol veya öjenol ile yapılan uygulamalar da mantar gelişiminin timole göre daha az oranda baskılandığını gözlemişlerdir. Bu üç doğal antimikrobiyal bileşiğin tümünün, kontrole kıyasla çileklerin raf ömrünü uzattığı ve meyvelerin daha yüksek seviyelerde şeker, organik asit, fenolik, antosiyanin, flavonoid ihtiva etmesini sağladığı belirlenmiştir.

Okalıptüs (*Eucalyptus globulus* L.) ve tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) uçucu yağlarının hasat sonrası çilek ve domates meyvelerine uygulandığı bir çalışmada uçucu yağların buhar yoluyla uygulaması yapıldıktan sonra meyveler soğukta muhafaza edilmiş ardından 13°C'de normal ortam koşullarına alınmıştır. Uygulama sonrası incelenen kalite özelliklerine göre; tarçın uçucu yağının meyve sertliğini koruduğu, okalıptüs uçucu yağının sertlik üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ve her iki uygulamanın da toplam çözünebilir katı madde düzeyini arttırdığı belirtilmiştir (Tzortzakis, 2007).

Jonagold elma çeşidinde kekik ve lavanta uçucu yağ uygulamalarının depolama süresi ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada hasat edilen meyveler farklı konsantrasyonlarda kekik (0, 25, 100 ve 200 ppm) ve lavanta (0, 25 ve 100 ppm) uçucu yağı içeren çözeltilere daldırılmıştır. Uygulama sonrası meyveler 0-2°C ve %85-90 bağıl nemde 160 gün boyunca muhafaza edilmiş ve muhafaza süresince her gruptan 20., 80., 120. ve 160. günlerde seçilen 12 meyvede; meyve sertliği, titre edilebilir asitlik, suda çözünür katı madde, asitlik, etilen üretimi, meyve aroma indeksi, ağırlık kaybı değerlerine bakılmıştır. 100 ppm kekik uçucu yağı uygulamasının titre edilebilir asitliği arttırdığı, suda çözünür kuru madde ve ağırlık kaybı yüzdesini azalttığı ancak diğer özellikleri etkilemediği, lavanta uçucu yağı uygulamasının ağırlık kaybı yüzdesi dışında etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Sharafi ve ark., 2011).

Armut meyvelerinde *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum*'un neden olduğu hasat sonrası kayıpları azaltmak için *Thymus kotschyanus*, *Ocimum basilicum* ve *Rosmarinus officinalis* esansiyel yağlarının antifungal etkinliğinin araştırıldığı bir

çalışmada uçucu yağlar *in vitro* koşullarda inkübasyon yöntemiyle 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 µl/l konsantrasyonlarında; *in vivo* koşullarda ise püskürtme yöntemiyle 0, 100, 30 ve 500 µl/l konsantrasyonlarında aşılınmış armut meyvelerine uygulanmıştır. *T. kotschyanus*'un *in vitro* koşullar altında en yüksek antifungal aktiviteye sahip olduğu ve 200 µl/l'nin üzerindeki konsantrasyonlarda mantar gelişimini tamamen inhibe ettiği bildirilmiştir. *In vivo* çalışmalarda *T. kotschyanus* uçucu yağının *B. cinerea* ve *P. expansum* ile aşılınan meyvelerde çürümenin şiddeti azalmıştır. Çalışmanın sonucunda, *T. kotschyanus*'un fitopatojenik mantarların büyümesi üzerinde iyi bir önleyici etkiye sahip olduğunu ve armut meyvelerinin korunması ve raf ömrünün uzatılması için kullanılabilceği bildirilmiştir (Marandi ve ark., 2011).

Aminifard ve Mohammadi (2013), erik meyvesinde siyah kimyon, rezene ve nane esansiyel yağlarının *Botrytis cinerea*'ya karşı önleyici etkilerini çeşitli konsantrasyonlarda *in vitro* ve *in vivo* olarak test ettikleri çalışmada *in vitro* sonuçlara göre siyah kimyon ve rezene yağlarının sırasıyla 400 ve 600 µl/l konsantrasyonlarında uygulanmasıyla *B. cinerea*'nın büyümesinin tamamen engellendiğini belirtmişlerdir. *In vivo* çalışmalarda siyah kimyon, rezene ve nane yağlarının uygulanan tüm konsantrasyonlarda, kontrole kıyasla meyvelerde *B. cinerea* gelişimini inhibe ettiğini ve her üç yağın yüksek konsantrasyonlarda titre edilebilir asitlik, toplam çözünebilir katı madde, karbonhidrat içeriği, pH ve ağırlık kaybı yüzdesi gibi meyve kalitesi özellikleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sert çekirdekli meyvelerde hasat sonrası kayıplara neden olan *Monilinia* spp. ve *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu enfeksiyonlara karşı yapılan bir çalışmada farklı bitki uçucu yağlarının (Fesleğen (*Ocimum basilicum*), rezene (*Foeniculum sativum*), lavanta (*Lavandula officinalis*), mercanköşk (*Origanum majorana*), keklik otu (*Origanum vulgare*), nane (*Mentha piperita*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*), geyik otu (*Satureja montana*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve yabani nane (*Mentha arvensis*)), farklı konsantrasyonlarda kayısı, nektari ve erik çeşitleri üzerinde etkinliği değerlendirilmiştir. Çürük şeftali ve eriklerden izole edilen *B. cinerea* ve *M. laxa* suşları yapay olarak yaralanmış kayısı, nektarin ve eriklere aşılınmış ardından aşılınan her yaraya farklı konsantrasyonlarda 10 µl esansiyel yağ emülsiyonu damlatılarak tüm meyveler kontrol grubuyla birlikte 28 gün boyunca 1 ± 1°C'deki soğuk odalarda muhafaza edilmiştir. Depolamadan 14 ve 28 gün sonra her

bir yaranın etrafındaki çürüğün çapı ölçülmüştür. %10 konsantrasyonla gerçekleştirilen uygulamaların test edilen patojenlere karşı %1 konsantrasyon uygulamalarına göre daha etkili olduğu bununla birlikte fesleğen, nane, keklik otu, ve geyik otu uçucu yağlarında %10 konsantrasyonuyla yapılan uygulamaların meyve üzerinde fitotoksik etki gösterdiği belirtilmiştir. %10 konsantrasyonlarda uygulanan fesleğen, yabani nane, nane ve kekik uçucu yağları ise 14 günlük depolamadan sonra test edilen patojenlerden özellikle *Botrytis cinerea*'ya karşı kontrol grubuna göre anlamlı sonuçlar göstermesine rağmen 28 günlük depolamadan sonra bu uygulamaların da çürük çapı üzerindeki aktivitelerinin sıfırlandığı gözlenmiştir. Araştırma ile uçucu yağ uygulamalarının kısa saklama süreleri için kullanılabileceği ya da belirli bir süre sonra işlemin tekrarlanması daha yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır (Lopez ve ark., 2013).

Taş (2015), elmalarda yaygın olarak hasat sonu çürüklük hastalığına neden olan *Penicillium expansum*'a karşı kullanılan fungusitlerin yerine Akdeniz bölgesinde doğal olarak yetişen yayla kekiği (*Origanum minutiflorum*), yarpuz (*Mentha pulegium*) ve taş kekiği (*Teucrium polium*) bitkilerinden elde edilen yağları farklı dozlarda fumigasyon yöntemi ile meyvelere uygulamış ve bu yağların etkisini hastalıklara karşı tavsiye edilen Thiabendazole etkin maddeli fungusit ile karşılaştırmıştır. Yayla kekiği uçucu yağı 2.5 µl/petri dozunda fungistatik daha yüksek dozlarda fungisidal etki göstermiştir.

Şeftalilerde yaygın hastalık etmeni *M. laxa* üzerine kekik ve tarçın uçucu yağlarının etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada birinci grup meyveler *M. laxa* ile aşılandıktan sonra, ikinci grup meyveler aşılanmadan önce, üçüncü grupta ise doğal olarak enfekte olmuş meyveler buhar uygulamasına tabi tutulmuştur. 0 °C'de 12 gün muhafaza edilen meyvelere muhafaza süresi sonunda 15 °C'de 2-5günlük raf ömrü uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kekik uçucu yağı uygulaması yapılan meyvelerde savunma ile ilgili enzimlerin aktivitelerinin ve toplam fenolik içeriğin arttığı bununla birlikte kahverengi çürüklüğün görülme sıklığının ve şiddetinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Cindi ve ark., 2016).

Kivi muhafazası üzerine yapılan bir çalışmada *Botrytis cinerea*'a karşı kimyasal olmayan ozon gazı ve kimyon yağı uygulamasının kalite kayıplarına ve

Botrytis cinerea oluşumuna etkisi araştırılmıştır. Hayward kivi çeşidine ait meyveler hasattan sonra iki gruba ayrılmış ve bir gruba 0.3 ± 0.02 µl/l dozunda 4 farklı sürede (6, 12, 24 ve 48 saat) ozon uygulanırken diğer gruba kimyon (*Carum carvi* L.) uçucu yağı ve saf su ile hazırlanmış; 200, 400, 800, 1500 ve 3000 mg/l'lık 5 farklı çözelti püskürtülerek uygulanmıştır. Uygulamayı takiben kiviler ambalajlanarak 1 ± 1 °C'de % 80-85 oransal nem içeren depolarda 6 ay muhafaza edilmiştir. Deneme başlangıcında ve aylık periyotlarda kivilerde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla ölçüm, gözlem ve analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda 800 ve 1500 ppm kimyon yağı uygulamaları, olgunlaşmanın geciktirilmesi ve tadım testleri bakımından olumlu sonuçlar vermiştir (Yaşar, 2018).

Yılmaz (2019), uçucu yağların çilekte hasat sonrası depolama süresi ve kalite üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında taze çileklere; kekik (*Thymus vulgaris*), kimyon (*Cuminum cyminum*), nane (*Mentha spicata*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) ve çörek otu (*Nigella Sativa*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağları püskürterek uygulamıştır. Polietilen kutular içerisinde paketlenen çilekler 1 °C de %90 oransal nem içeren koşullarda 11 gün boyunca depolanmıştır. Süreç boyunca yapılan ölçüm, gözlem ve analizlerle nane uçucu yağı enfeksiyon gelişimini azaltması ve olgunlaşmayı geciktirmesi açısından en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2019), narenciye üretiminde büyük ekonomik kayıplara yol açan *Penicillium italicum*'a karşı genel olarak güvenli bir madde olarak kabul edilen karanfil uçucu yağının etkilerini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırdıkları çalışmada *in vivo* deneylerde, meyvelerde oluşturulan her yaraya farklı konsantrasyonlarda (%0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 ve 0.8) 20 µl karanfil uçucu yağ emülsiyonu enjekte etmişlerdir. 30 dakika sonra her yaraya 20 µl *P. italicum* spor süspansiyonu (5×10^4 spor/ml) enjekte edilip kontrol meyveleri ile birlikte 25 °C'de polietilen astarlı kaplara yerleştirilmiştir. Aşılardan 3, 5 ve 7 gün sonra yapılan ölçümlerde *P. italicum* ile enfekte edilmiş narenciye meyvelerinde hem lezyon çapının hem de hastalık şiddetinin, artan uçucu yağ konsantrasyonu ile birlikte önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir.

Çavuşoğlu ve ark., (2020) kayısında (*Prunus armeniaca* L.) hasat sonrası yapılan Metil Jasmonate, sitokinin, lavanta yağı, Metil Jasmonate + lavanta yağı ve sitokinin+ lavanta yağı uygulamalarının depolama süresi ve meyve kalitesi üzerine

etkilerini araştırdıkları çalışmalarında hasat edilen meyveleri 6 gruba ayırmışlardır. İlk 5 gruba 0.2 mM Metil Jasmonate, 5 ppm sitokinin, 1000 ppm lavanta yağı, 0.2 mM Metil Jasmonate +1000 ppm lavanta yağı ve 5 ppm sitokinin+1000 ppm lavanta yağı uygulamaları yapılmış, son grubu kontrol grubu olarak ayırmışlardır. Meyveler 0  C ve % 90-95 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 35 gün boyunca muhafaza edilmiş ve depolama boyunca uygulama yapılan meyvelerde pH, titre edilebilir asitlik, suda oz n r kuru madde miktarı, meyve kabuk rengi, toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik madde içeriği, solunum hızı ve dışsal etilen üretim miktarı belirlenmiştir. Analizler sonucunda metil Jasmonate (0.2 mM) + lavanta yağı (1000 ppm) uygulamasının ürün kalitesini 35 gün boyunca koruyabildiği gözlenmiştir.

Xylya ve ark., (2021) elma ve armutlarda *Penicillium expansum*'un neden olduğu kayıpları azaltmak ve kalite parametrelerini korumak amaçlı hasat edilen meyvelere; okaliptüs ve biberiye uçucu yağları ile birlikte okaliptol etken maddesini hem ayrı ayrı hem de karışım halinde uygulamışlardır. Tüm uygulamaların *in vitro* alışmalarda mantar büyümesini azalttığı bildirilmiştir. *In vivo* alışmalarda ise her iki meyvede de yağların birlikte kullanımı solunum hızını arttırırken toplam oz nebilir katı madde ve asitlik değerlerinde önemli bir farka neden olmamıştır. Uygulamanın hidrojen peroksit düzeyini ve lipit peroksidasyonunu arttırdığı belirtilmiştir.

Yüksek etilen üretimine sahip elma türü Fuji çeşidine ait meyvelerle yapılan bir çalışmada hasat sonrası kayıpları en aza indirebilmek ve ticari olarak yaygın kullanılan 1-MCP'ye alternatif bulabilmek için, meyvelere kekik ve lavanta yağı uygulanmıştır. Ağırlık kaybı bakımından 400 ppm kekik ile 500 ve 600 ppm lavanta uygulamaları, 1-MCP ile benzer sonuçlar gözlenmiştir. 9 aylık muhafaza sonuçları doğrultusunda 400 ppm kekik ve 500 ppm lavanta uygulamalarının hasat sonrası kayıpları azaltmak maksadı ile 1-MCP'ye alternatif olabileceği bildirilmiştir (Güner ve ark., 2022).

Karakuş (2023), hasat sonrası Golden Delicious elma çeşidinde timol, ögenol, 1,8-sineol etken maddelerinin *Botrytis cinerea*'ya karşı koruyucu etkisi ile besin elementlerinin içeriği üzerine iyileştirici etkilerini uçucu yağları bireysel ve kombinasyon şeklinde uygulayarak araştırmıştır. alışmasında hasat edilen elmaları uçucu yağ (tekli kombinasyonlarda 1.25  L, ikili kombinasyonlarda 2.5  L,  l 

kombinasyonlarda 3.75 µL) içeren çözeltilere batırarak 30 dakika boyunca inkube edip $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün depolamış ve sonrasında makro ve mikro besin elementlerini analiz etmiştir. Sonuçlara göre uçucu yağ uygulamalarının meyve kalitesini koruduğu ve uygulamalar karşılaştırıldığında timol ve ögenol kombinasyonlarının daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

Limonda hasat sonrası kayıplara neden olan *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum* patojenlerine karşı karvakrol, öjenol ve timol etmen maddelerinin üç farklı konsantrasyonun (100, 500 ve 1000 µl/ml) Fino ve Verna limon çeşitlerinde ayrı ayrı ve kombinasyon halinde uygulandığı ve mantar insidansının haftalık olarak değerlendirildiği bir çalışmada limonlar 10 °C'de %85 bağıl nem içeren depo koşullarında 35 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Buna ek olarak limonlarda meyve kalite parametreleri hasat sırasında ve depolama sonrasında değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda en düşük konsantrasyondaki (100 µl/l) karvakrolün, mantar oluşumunu engellediği ve limonların kalite parametreleri üzerinde olumsuz etkiye neden olmadığı bildirilmiştir (Gutierrez Pozo ve ark., 2023).

Tzortzakis (2024), hasattan sonra biber (*C. annuum* cv. Bounty F1) meyvelerinde *Botrytis cinerea* kaynaklı ürün kayıplarının önüne geçebilmek için Girit kekiği (*Origanum dictamnus*) yağını *in vitro* ve *in vivo* olarak uygulamıştır. 11 °C'de %95 bağıl nemde muhafaza edilen meyveleri; işlenmemiş meyveler(kontrol), klor uygulaması yapılan meyveler ve uçucu yağın buhar veya daldırma uygulaması ile muamele edildiği meyveler olarak karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda uçucu yağ uygulamasının lezyon büyümesini, spor çimlenmesini ve spor üretimini baskıladığı belirtilmiştir. Bununla birlikte meyvelerin muhafazasında hijyenik daldırmalara göre buhar uygulamasının daha başarılı olduğu hatta çoğu durumda biber meyvesinin hasat sonrası depolanmasında yaygın olarak kullanılan sanitizatör klordan daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Tarımsal ürünlerin muhafazasında koruyucu uygulamalar tek tek kullanılabilirdiği gibi, birbiriyle enregre edilerek de kullanılabilir. Özellikle uygulamaların ambalaja entegre edilmesi etkinliğin artmasına katkıda bulunmaktadır. Ambalaj, gıdaları çevresel etkilerden koruyarak uygun saklama koşullarının oluşturulması açısından çok önemlidir. Son yıllarda oluşan tüketici talebi ile birlikte

çevreci ambalajlar ve doğal koruma yöntemleri ile entegre kullanımı yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Uçucu yağların incorpo-antibakteriyel veya antioksidan ajan olarak gıda ambalajı endüstrisinde en uygun alternatif seçeneklerden biri olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Imen ve ark., 2023). Bu amaçla yapılmış çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Göksel ve Aksoy (2017), Kiraz meyvelerinde hasat sonrası yapılacak ön işlemlerin fenolik bileşenlere etkisini araştırdıkları çalışmada hasat sonrası kirazları oda sıcaklığındaki %2'lik sodyum bikarbonat (NaHCO_3) + %0.5 sitrik asit içeren çözeltiliye 2 dakika daldırılmış ardından kurumaya bırakmışlardır. Bu işlemin ardından modifiye atmosfer paketleme (MAP) yapılacak meyvelerde paketlerin herbirine, kekik ve adaçayı uçucu yağlarının ana bileşenlerinden karvakrol ve thujon emdirilmiş 200 µl steril gazlı bezler koymuşlardır. 2 kg'lık modifiye atmosfer paketleri $1.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 8 hafta depolamışlardır. 15 günlük periyotlarla yapılan ölçümlerde yapılan uygulamanın fenolik bileşikleri arttırdığını bildirmişlerdir.

Esfahani ve ark., (2020) taze antep fıstıklarının ambalajlanmasında %2 tarçın uçucu yağı ve %3 titanyum dioksit nanopartikülleri içeren nişasta bazlı biyo-nanokompozit filmler kullanmış ve ambalajlanan fıstıkları farklı sıcaklıklarda (4, 25 ve 35°C) ve farklı bağıl nemde (%30, 50, ve 70) 20 gün boyunca muhafaza etmişlerdir. 5 gün arayla yapılan ölçümlerde ambalajlamada kullanılan malzemenin fıstıklardaki nem miktarı, büzülme, yağlanma, renk özellikleri ve duyu özellikleri gibi fizyokimyasal özellikleri koruduğu; *Aspergillus flavus* gelişimini, aflatoxin üretimini ve hidro-peroksit miktarını kontrol grubuna kıyasla çok daha yavaş bir şekilde arttırdığı belirtilmiştir. En iyi sonuçlar 4°C ve %30 bağıl nem içeren koşullarda gözlenmiştir.

Bir başka çalışmada çinko oksit nanopartikülleri (Nano-ZnO) ve rezene uçucu yağı kombinasyonunu içeren ambalaj malzemelerinin taze antep fıstığının kalite özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve farklı seviyelerde Nano-ZnO ve rezene uçucu yağı içeren patates nişastası bazlı filmler döküm yöntemiyle hazırlanmıştır. Ambalajlamadan sonra 4°C 'de 15 gün boyunca muhafaza edilen fıstıklarda *Aspergillus flavus* üremesinin ve aflatoxin üretiminin azaldığı belirtilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla nem, ağırlık kaybı, karbonhidrat ve yağ miktarı ile duyu özellikleri

parametreleri (doku, lezzet, görünüm ve genel kabul edilebilirlik) koruduğu gözlenmiştir (Babapour ve ark., 2022).

Çilekte fizyolojik bozulma ve mikrobiyolojik çürümenin önüne geçebilmek için doğal bir antimikrobiyal ve antioksidan ajan olan kekik esansiyel yağının elektrospinning yöntemiyle elde edilmiş nanoliflerle birlikte kullanımının araştırıldığı bir çalışmada meyve paketleri 15 gün boyunca 4 ± 0.5 °C ve 85 ± 5 bağıl nemde serin bir odada muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda kekik uçucu yağı içeren nanofiber film ambalajların, meyvenin biyokimyasal ve mikrobiyal özelliklerini önemli ölçüde koruduğu, meyvelerdeki toplam bakteri sayısını, mantarları ve mayaları düşürdüğü ve çileklerin toplam fenol içeriğini, antioksidan aktivitesini, titre edilebilir asitliğini koruduğu belirtilmiştir (Ansarifar ve Moradinezhad, 2021).

Çiftçi ve ark., (2022) biberde uçucu yağ emdirilmiş modifiye atmosfer paketlerin muhafaza süresi boyunca kalite özelliklerine ve fungal bozulmalara etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada yeşil olum döneminde hasat edilen biberleri; 6°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde, normal atmosferde (kontrol), modifiye atmosferde ve kekik - acıbadem yağı emdirilmiş paketler içerisinde modifiye atmosferde 20 gün boyunca muhafaza etmişlerdir. Muhafaza periyodu sonunda meyve kalite özellikleri belirlenmiştir. Kontrol grubunda su kaybı gerçekleşirken MAP ve uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamalarında neredeyse hiç su kaybı olmadığı ve SÇKM değerlerinde düşüş gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca depolamadan sonra 2-7 gün süreyle raf ömrüne (18°C) tabi tutulan biberlerdeki bozulmaları da gözlemlenmişler ve fungal bozulmaların sadece uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamasında oluşmadığını belirtmişlerdir.

Hasat sonrası fungal etmenlerin enfeksiyonu ve yayılımının önlenmesi amacıyla Alkın (2023), şeftalilerin modifiye atmosfer ile paketlenerek depolanmasında, torbalara uçucu yağ emdirilerek yapılan uygulamanın meyve kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerini araştırmıştır. Hasattan sonra 5 gruba ayrılan meyvelerden 1.grup meyvelere düşük yoğunlukta polietilen (LDPE) torbalar içerisinde MAP uygulaması, 2.grup meyvelere %0.5 dozunda kekik yağı (*Thymus vulgaris* L.), 3.grup meyvelere %0.5 dozunda acı badem yağı (*Prunus amygdalus* var. *amara*) ve 4.grup meyvelere ise kekik (%0.5) + acı badem yağı (%0.5) emdirilmiş MAP uygulaması

yapmıştır. 5.grup meyveleri ise kontrol grubu olarak ayırmıştır. 60 gün süren çalışma sürecinde tek başına MAP ve uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamalarının kontrol meyvelerine göre meyve kalitesi ve raf ömrü değerlerinde daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yapılan tadım testleri sonucunda uçucu yağların meyvelerin kokusunu etkilemediği ve uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamasının şeftali meyvesinde hasat sonrası kayıpları azaltmak ve kaliteyi korumak amacıyla kimyasal uygulamalara bir alternatif olabileceği belirtilmiştir.

Erdurmuş (2023), Hayward kivi çeşidinde SiegaFresh® Finish ve farklı uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamalarının meyvelerdeki bazı kalite özellikleri üzerindeki değişimlere etkisini incelediği çalışmasında optimal hasat olgunluğuna erişen meyveleri hasat edip $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nem içeren muhafaza koşullarında depolamıştır. Hasattan sonra beş gruba ayrılan meyvelerde 1.grup meyveler düşük yoğunlukta polietilen torbalar içerisine konulmuş, 2.grup meyveler %0,5 dozunda kekik yağı (*Thymus vulgaris* L.), 3.grup meyveler %0,5 dozunda acı badem yağı (*Prunus amygdalus* var. *amara*), 4.grup meyveler kekik (%0,5) + acı badem yağı (%0,5), 5.grup meyveler SiegaFresh®Finish emdirilmiş MAP torbalarda depolanmıştır. 6. grup meyveleri ise kontrol grubu olarak ayırmıştır. Uygulama sonucu yapılan gözlem, ölçüm ve analizlerde acıbadem+kekik yağı karışımının en iyi sonucu verdiği bu uygulamayı acıbadem yağı ve en son olarak da kekik yağı uygulamasının takip ettiği belirtilmiştir. Bununla birlikte acıbadem yağı ve kekik yağı uygulamalarında yoğun aromatik kokunun meyvelere geçtiği ve panelist görüşlerine dayanarak bu durumun meyvenin doğal lezzet profilinde değişikliğe ve istenmeyen bir tat ve koku birleşimine neden olduğu belirtilmiştir

Bir çeşit ambalaj olarak kabul edilebilen kaplama uygulamaları da bahçe ürünlerinin muhafazasında oldukça önemlidir. Diğer ambalaj türleri ile karşılaştırıldığında yenilebilir kaplamalar, daha çevre dostu özellikleri ve aktif madde taşıma kabiliyetleri nedeniyle giderek daha popüler hale gelmektedir (Ju ve ark., 2019).

Ürünün yüzeyini kaplayarak solunum ve su kaybını azaltmayı amaçlayan bu uygulamaya antimikrobiyal katkıları yapılarak etkinliği arttırılmaktadır. Uçucu yağlar yada etken maddeleri de bu amaçla kullanılabilme potansiyeli olan doğal maddelerdir.

Bitkisel kökenli olmaları ise büyük bir avantaj sağlamaktadır. Kaplama uygulamalarının uçucu yağlarla entegre edilerek kullanıldığı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Çalikoğlu (2008), protein esaslı yenilebilir kaplamaların fındığın oksidasyonu üzerine etkisini ve tüketici tarafından beğenilirliliğini araştırdığı çalışmasında karanfil ve tarçın uçucu yağlarının PAS (peynir altı suyu) bazlı filmlerde kullanımını sağlamış ve uygulanan kaplamaların oksidatif stabilite, tekstür, duyu ve renk özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan 45 kg fındık 150°C de 30 dk kavrulmuştur. Kavrulan fındıklar farklı formülasyonlarda hazırlanan PAS protein izolatu kaplamalarla daldırma yöntemi ile kaplanmıştır. Kaplanan fındık örnekleri farklı sıcaklık ve sürelerde depolanmıştır. Depolama süresince fındıkların nem, renk ve kırılabilirlik değerleri incelenmiş ve duyu değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda kaplamaların peroksit oluşumunu engellediği ve aktif oksijen yöntemine göre indüksiyon periyodunu arttırdığı belirtilmiştir. Tekstür analizi sonuçlarına göre de uygulanan kaplamanın fındıkların kırılabilirlik değerini önemli ölçüde geliştirdiği bildirilmiştir.

Amal ve ark., (2010) çilekte depolama süresini uzatmak ve meyve kalitesini korumak amacıyla yenilebilir film kaplamalara kekik uçucu yağının ana bileşeni timol ile birlikte soya ve buğday gluteni ilavesi yapmış, uygulama yapılan meyvelerde kontrol numunesine oranla toplam koloni, küf ve maya miktarlarında azalma görüldüğünü belirtmiştir.

Domateslerde yapılan bir çalışmada yenilebilir meyve kaplaması olarak *Aloe vera* jeli herhangi bir katkı maddesi olmadan ve farklı konsantrasyonlarda adaçayı uçucu yağı (%0.1 ve %0.5) ile kombine edilerek kullanılmıştır. Kaplama işleminin ardından domatesler 11 °C'de ve %90 bağıl nemde 14 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Kaplanmamış meyvelerle (kontrol) karşılaştırıldığında hem *Aloe vera* hem de uçucu yağ içerikli kaplamaların çürüme semptomlarını azalttığı ve düşük uçucu yağ konsantrasyonunda (%0.1) daha belirgin etkiler gösterdiği belirtilmiştir. Yüksek uçucu yağ konsantrasyonunda (%0.5) ise ağırlık kaybı artarken meyvelerin kırmızılığının, renginin, toplam çözünür kuru madde miktarının, asitliğinin, β -karoten ve likopen içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Tzortzakakis ve ark., 2019).

Yer fıstığında peynir altı suyu protein konsantresi(%0.1 ve %0.3)-Şirazi kekik (*Zataria multiflora*) esansiyel yağı kaplamasının fıstıkların raf ömrü üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada fıstıklarda nem içeriği, ağırlık değişimi, peroksit değeri, tiyobarbitürik asit değeri, toplam maya ve küf sayısı ile aspergillus küf gelişme yüzdesi farklı uygulamalar altında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre peynir altı suyu protein konsantresi-Şirazi kekik esansiyel yağı(%0.3 konsantrasyon) ile kaplanmış yer fıstığının en düşük nem içeriğine, ağırlık değişimine ve peroksit değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Toplam maya ve küf sayısı 2.27 log CFU/g, aspergillus küf gelişme yüzdesi %65.4 olarak belirlenirken, en yüksek duyu analizi sonucuna da bu uygulamada ulaşılmıştır (Boghorı ve ark., 2020).

Şirazi kekik (*Zataria multiflora* Boiss) uçucu yağının (%0, %0,3 ve %0,5) çeşitli konsantrasyonları ile zenginleştirilmiş aljinatın taze antep fıstığının hasat sonrası kalite özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada kaplama işleminden sonra meyveler $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve 80 ± 5 bağıl nem içeren depo koşullarında 39 gün boyunca muhafaza edilmiştir. 0., 13., 26. ve 39. günlerde yapılan ölçümlerde (toplam fenolik bileşikler, antioksidan kapasite, serbest yağ asidi, peroksit değeri, aerobik mezofilik bakteri, küf ve maya, doymuş ve doymamış yağ asitleri) sonuçlar kekik esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş yenilebilir aljinat kaplamanın kontrole kıyasla; daha yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivite sağladığını, küf ve maya gelişimini azalttığını, peroksit değeri ve serbest yağ asidi içeriğini anlamlı derecede düşürdüğünü göstermiştir (Hashemi ve ark., 2021).

Sodyum aljinat ve kekik uçucu yağının kaplama uygulamasında kombine kullanımının taze antep fıstığının muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada sodyum aljinat %0.0 , %1.0 ve %1.5 konsantrasyonlarında kekik uçucu yağı ise %0.0, %0.3 ve %0.5 konsantrasyonlarında kaplama materyaline ilave edilmiştir. 6 hafta soğuk hava ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) depolarında muhafaza edilen meyvelerde her iki haftada bir fizyokimyasal parametreler (kabuk ve sert kabuk rengi, kabuk sertliği, çözünür şeker, klorofil ve çözünür katı içeriği) ve mikrobiyal yük ölçülmüş ilave olarak meyvelerin duyu özellikleri değerlendirilmiştir. Her bir fıstık örneğinde ağırlık kaybı depolama süresi boyunca artarken, aljinatla işlem görenlerde kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha az ağırlık kaybı yaşandığı belirtilmiştir. Sodyum aljinat (%1) ve kekik uçucu yağı (%0.3 veya

%0.5) kombinasyonu ile işleme tabi tutulan antepfıstıkları, diğer uygulamalara ve kontrol grubuna göre daha yüksek kabuk sertliği, L* değerleri, çözünür şeker, klorofil ve daha düşük mikroorganizma gelişimi (özellikle maya ve küf) göstermiştir (Shakerardekani ve ark., 2021).

2.3 Fındıkta Hasat sonrası Muhafazayı Etkileyen Etmenler Üzerine Çalışmalar

Türkiye'nin en önemli tarımsal ihracat ürünlerinden biri olan fındıkta kalite kayıplarının nedenlerini ve bozulma mekanizmalarını anlamak kalitenin korunması ve yükseltilmesi açısından önemlidir. Fındık ve fındık ürünlerinde yetersiz/uygun olmayan hasat, kurutma, depolama yöntemleri ve koşulları nedeniyle özellikle küf etmenlerden kaynaklı kalite kayıpları oluşmaktadır. Bununla birlikte fındıkların taşınması ve işlenmesi sırasında meydana gelen hatalar yağ oksidasyonuna bağlı acılaşmaya neden olmakta ve ürünün raf ömrünü önemli ölçüde azaltmaktadır (Özdemir, 2003).

Ülkemiz ekolojik koşulları fındığın kaliteli üretilmesine uygun olsa da üretilen fındığın hasat sonrası dönemlerde de kalitesini uzun süre koruyabilmesini sağlayacak uygulamaların, uygun depolama koşullarının ve depolama ömrünün bilinmesi gerekmektedir (Bostan ve Koç Güler, 2016).

Baş (1990), fındık çeşitlerinden bazılarını (Tombul, Mincane, Foşa ve Palaz) kabuklu ve iç olarak, çeşitli koşullarda, değişik ambalaj materyalleri ile ambalajladıktan sonra depolayarak meyvelerin kalite değişimlerini incelediği çalışmada en uygun muhafaza koşulları ve ambalaj materyallerini belirlemeyi amaçlamıştır. Denemede fındıkları kabuklu, natürel iç ve beyazlatılmış iç meyveler olarak incelemiş, ambalaj materyali olarak jüt torba, jüt içinde polietilen torba, sentetik örgü torba içinde polietilen torba ve karton kutu içinde polietilen torba kullanmıştır. %50-60 bağıl nem içeren; 1°C, 10°C ve 20°C sıcaklıklarda muhafaza edilen kabuklu fındıkları 24 ay, iç fındıkları 8 ay muhafaza etmiş ve belli aralıklarda nem, yağ ve serbest yağ asit oranlarını, peroksit değerlerini, ağırlık kaybı, renk ve bozuk fındık oranlarını inceleyip, duyu testleri yapmıştır. Muhafaza süresince Palaz ve Foşa fındık çeşitlerinde kalite kaybının daha az olduğu, kabuklu fındıkların, iç fındıklardan daha uzun süre ve daha yüksek kalite ile depolanabildiği bildirilmiştir.

Karaosmanođlu (2012), bir yıl süreyle geleneksel yöntemlerle depolanan kabuklu fındıkların süreçteki antioksidan kapasitesini, toplam fenolik madde içeriğini, yağ asitleri kompozisyonunu, peroksit sayısını, serbest yağ asitliği ve nem içeriğindeki değişimleri incelediği çalışmasında dışarıdan herhangi bir müdahalenin olmadığı depodan iki ayda bir numuneler almış ve incelemeler yapmıştır. Depolama süresine bağlı olarak toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitede dūřuř belirlenmiş ve bu dūřuřte depo nemi ve sıcaklığının etkisi önemli bulunmamıştır. Serbest yağ asitliği oranı ve peroksit sayılarında depolama süresi etkili bulunurken sıcaklık ve depo neminin etkisi önemli bulunmamıştır.

Ghirardello ve ark., (2013) Tonda Gentile delle Langhe fındık çeşidinde endüstride halihazırda kullanılan üç depolama şeklinin bir yıl boyunca meyvelerin kimyasal, fiziksel ve duysal özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında kabuklu fındıkları depoda ortam sıcaklığında, 4°C'de ve %55 bağlı nemde, modifiye edilmiş atmosferde (%1 oksijen, %99 nitrojen) muhafaza etmişlerdir. Muhafaza süresi boyunca meyvelerin nem içeriği, lipit içeriği, toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasitesi, yağ asitliği, peroksit değer, tanelerin kırılmaya karşı direnci ölçülmüş ve duysal analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yağ asitliği ve peroksit değerinin en belirgin parametreler olduğu görülmüştür. Duysal analiz sonuçları da göz önüne alındığında fındıkların ortam sıcaklığında kabuk içinde depolanmasının i fındığı 8 aya kadar asitlik ve oksidatif bozunma eşik sınırlarının altında tutabildiği, bir yıla kadar yüksek kaliteyi koruyabilmek için soğutmanın gerekli olduğu ve uzun süreli depolama için modifiye atmosfer kullanılması daha etkili olacağı belirtilmiştir.

Gama işını uygulamalarının natürel i fındıkta depolama kalitesine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 200 g'lık vakumlanmış iç fındık paketlerine 0.5 kGy, 1 kGy ve 1.5 kGy dozlarda gama işını uygulanmış işın uygulanmayan paketler kontrol grubu olarak ayrılmıştır. 20 °C de %55-60 oransal nemde 18 ay boyunca depolanan fındıklar her üç ayda bir kalite değerlerini belirlemek amacıyla analiz edilmiştir. Kullanılan dozlar natürel i fındıkta incelenen özellikler dikkate alındığında tüketimi olumsuz yönde etkileyebilecek bir etki göstermemiş ve mikrobiyolojik yüke etkisi bakımından en etkili dozun 1.5 kGy olduğu bununla birlikte bu dozda natürel i fındığın fiziksel ve kimyasal değerimlerinin kontrol grubu ile paralellik gösterdiği bildirilmiştir (Koç Güler, 2015).

Akar (2016), bazı fındık çeşitlerinde (Tombul, Kalıncara ve Palaz) elle veya patozla meyvelerin zuruftan çıkarılmasının bazı kalite kriterlerine etkilerini araştırmıştır. Kurutmadan önce, kurutmadan sonra ve depolama sürecinde yaptığı analizler sonucunda elle ayıklamanın kalite korunumu üzerine daha olumlu etki yaptığını, patozla ayıklamanın başka faktörlerinde etkisiyle birlikte bazı kalite özellikleri üzerinde olumsuz yönde etki edebileceğini belirtmiştir.

Fındıkta kurutma yöntemlerinin meyve kalitesi ve muhafazası üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutulan fındıklar 18 ay boyunca (20-24°C sıcaklık % 70-90 oransal nem) depolanmış ve her üç ayda bir meyve özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Kurutma ortamları arasında özellikle düşük serbest yağ asitliği, yüksek ve istikrarlı ransimat değeri ile kurutma makinesi meyve kalitesi ve muhafazasında daha etkili bir yöntem olarak belirlenmiştir (Turan, 2017).

Bir başka çalışmada Şeyhoğlu Akbaş (2019), natürel fındık içlerine ozon gazı uygulamasının mikrobiyal üreme ve kimyasal kaliteye etkisini araştırmak için ozon gazı sırasıyla 30, 60 ve 90 dakika süreyle uygulamış ve ardından vakumla paketleyerek 9 ay süreyle depolamıştır. 0, 1, 2, 3, 6 ve 9. aylarda alınan numuneler mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal analizlere tabi tutulmuş ve ozon gazı uygulaması kuru madde, protein, yağ, su aktivitesi, serbest yağ asidi ve nem üzerinde beklendiği gibi önemli bir aktiviteye neden olmamış bununla beraber toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ozonla muamele edilen örneklerde kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Ozon uygulaması yapılan fındıklarda peroksit değerlerinin daha yüksek çıktığı ve bu durumun duyuşsal analizlerdeki ürünlerin koku ve kötü koku puanlarının artmasıyla doğrulandığı belirtilmiştir. Duyuşsal analizlerde sertlik dışındaki tüm parametrelerde uygulama yapılan gruplarda kontrol grubuna göre tat, kötü koku, acılık, bayat tat ve yabancı tat daha belirgin bulunmuştur.

Akçin (2018), damlama sulama yönteminde farklı dönemlerde yapılan sulamanın fındığın pomolojik özelliklerine ve 12 ay boyunca depolama sonrası meyve kalitesine etkisini araştırmıştır. Döllenme sonu-meyve tutumu döneminde, tohum taslağı-embriyo gelişimi döneminde, hasat olumu önü döneminde yapılan sulamanın

findığın verimine pomolojik özelliklerine olumlu etki yaptığı ve depolama sürecinde kül oranında, ransimat ve α -tokoferol değerinde düşüş sağladığı belirtilmiştir.

Eroğlu (2019), çiğ (natürel) ve kavrulmuş olarak iki farklı yapıda incelediği fındıklarda 5 farklı yapıya sahip laminasyonlu plastik ambalajlarda modifiye atmosfer paketlenmenin ve farklı depolama sıcaklıklarının kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerin korunması için alüminyum içerikli ambalajların diğer ambalaj materyallerine göre daha iyi sonuç verdiğini saptamış ve bariyer özellikleri düşük ambalaj malzemeleri ile ambalajlanan kavrulmuş fındıklarda zaman ve sıcaklık artışının kalite özelliklerini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Çiğ fındıkta, tüm ambalaj malzemeleri ile ambalajlanan örneklerin kalite özelliklerini 36 haftalık depolama süresi sonunda 10°C %48±8 bağıl nemdeki depolama şartlarında koruyabildiği ancak 20° ve 30°C’de %65±5 bağıl nemde koruyamadığı belirtilmiştir.

Turan ve İslam (2016), 2013-2015 yılları arasında ‘Çakıldak’ fındık çeşidinde yürüttükleri çalışmada fındıkları beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutmuş, 18 ay adi depo şartlarında depolamış ve meyve özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Depolama süresince her üç ayda bir yağ (%), protein (%), serbest yağ asitliği (%), peroksit sayısı (meqO₂/kg), ransimat (h), nem oranı (%) ve su aktivitesi özelliklerini incelemişler ve en düşük serbest yağ asitliği değeri ile en yüksek ransimat değerini kurutma makinesi ortamında tespit etmişlerdir. Kurutma makinesi kullanımının meyve kalitesi ve muhafazası üzerine daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Sali (2022), fındıkta farklı şekillerde kurutmanın ‘Çakıldak’, Tombul ve Palaz fındık çeşitlerinde depolama süresince kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmasında direkt güneş ışığı altında, normal oda koşullarında gölgede, 2 °C ve 7 °C soğukta kurutulan 16 mm ve 18 mm irilikteki ‘Çakıldak’, Palaz ve Tombul fındık çeşitlerini 9 aylık adi koşullarda (20-25 °C ve %70-85 oransal nem) depolamıştır. Üç ay arayla yapılan analizlerde soğukta kurutulan fındıklarda klasik kurutma metoduna göre kurutulan fındıklara kıyasla biyoaktif içerikler daha yüksek bulunmuştur.

Öztürk ve ark. (2023), fındıkta farklı kurutma koşulları ve farklı meyve büyüklüklerinin depolama süresince kalite üzerine etkilerini araştırdıkları

çalışmalarında oda koşullarında, güneş ışığı altında, 2 °C ve 7 °C soğukta kurutulan 16 mm ve 18 mm irilikteki Tombul, Palaz ve 'Çakıldak' çeşitlerine ait fındıkları 9 ay boyunca %70-85 oransal nem ve 20-25 °C'de depolamışlardır. Çalışma sonucunda farklı kurutma yöntemleri ve meyve büyüklüğünün muhafaza edilen fındığın kalitesi üzerine etki edebildiği ve 16 mm iriliğe sahip 'Çakıldak' çeşidinin soğukta kurutulan meyvelerinin daha düşük siyah uçlu iç, küflü iç, çürük iç ve kusurlu içe sahip olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme bahçesinin genel özellikleri

Bu çalışma Ordu ili Ulubey ilçesine bağlı Akoluk köyünde, Saliha ÖZCELEP adlı kişiye ait fındık bahçesinden 2022 yılında hasat edilen 'Çakıldak' fındık çeşidi ile yürütülmüştür. Araştırma alanı 40°50'16.28" kuzey enleminde ve 37°41'27.84" doğu boylamındadır (Şekil 3.1). Bahçenin rakımı 680 m olup eğimi yaklaşık olarak %20'dir. Bahçede bulunan ocaklarda dal sayısı ortalama 6-12 dal/ocak arasında olup ocaklar arası mesafe 3-4 m'dir. Dekarda 50-55 ocak bulunmakta ve bahçe 45-50 yaşındaki bitkilerden oluşmaktadır.



Şekil 3. 1 Fındık örneklerinin alındığı bahçenin konumu ve genel görünümü

Bahçenin yıllık bakım işlemleri kapsamında; mart (Çotanak Fertil), mayıs (26N) ve aralık (Siyah Toprak) aylarında gübreleme, temmuz ayında dip sürgün temizliği ve kasım ayında dal kesme işlemi yapılmıştır. 2022 yılının ağustos ayında daldan toplanarak hasat edilen fındıklar 5 gün açık havada soldurulmuş ardından patoz yardımıyla zuruflarından ayrılmıştır. Zuruftan çıkarılan tane fındıklar biçilmiş çimen üzerine serilen plastik tente üzerinde kurutulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2 Fındıkların hasat edilmesi ve kurutulması

3.1.1.1 'Çakıldak' Fındığın Pomolojik Özellikleri

Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilen 'Çakıldak' fındık Batı Karadeniz bölgesinde 'Delisava' adı ile tanınmaktadır. 'Gök Fındık' adıyla da bilinen çeşidin periyodisiteye eğilimi fazladır. Geç olgunlaşan, ilkbahar geç donlarına duyarlı, adaptasyon yeteneği yüksek bir çeşittir. Kendiyle döllenmede meyve tutumu yüksektir. Meyve kabuğu diğer çeşitlere göre daha açık renkli, ince ve kolay kırılmaktadır. Tabla kısmı geniş olan meyvelerde kabuklu fındığın tanesi yaklaşık 1.9 g iken iç fındığı tanesi yaklaşık 0.9 g'dır. Randımanı % 52-54 ve yağ oranı % 58-63'dür (Köksal 2002).

3.1.2 Denemede Kullanılan Uçucu Yağlar ve Bileşenleri

Araştırmada, piyasadan temin edilmiş üç farklı bitkiye ait (tıbbi nane (*Mentha piperita*), sivri kekik (*Thymus vulgaris*) ve Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*)) saf uçucu yağlar uçucu yağlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan uçucu yağların ihtiva ettiği bileşenler sırasıyla Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1 Çalışmada kullanılan sivri kekik uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler

Pik	Ahkonulma zamanı	Alan%	Bileşen	CAS
1	13.33	0.53	Methyl 2-methylbutyratemethylbutyrate	868-57-5
2	14.047	1.61	Alpha pinene	80-56-8
3	14.206	2.47	Alpha-thujene	2867-05-2
4	16.335	1.24	Camphene	79-92-5
5	18.441	0.46	2-beta-pinene	127-91-3
6	19.014	0.13	Sabinene	3387-41-5
7	20.429	0.14	Delta-3-carene	13466-78-9
8	20.887	2.93	Beta-myrcene	123-35-3
9	21.202	0.29	1-Phellandrene	99-83-2
10	21.903	2.8	Alpha-terpinene	99-86-5
11	22.817	0.67	1-Limonene	5989-54-8
12	23.38	1.17	1,8-Cineole	470-82-6
13	24.949	20	Gamma-terpinene	99-85-4
14	25.173	0.16	3-octanone	106-68-3
15	25.454	0.13	1-Penten-1-ol	30563-30-5
16	25.74	0.20	Butanoic acid	30563-31-6
17	26.061	21.19	Isopropylmethylbenzene	25155-15-1
18	26.622	0.17	Terpinolene	586-62-9
19	30.501	0.23	Octan-3-ol	589-98-0
20	32.607	1.18	1-octen-3-ol	3391-86-4
21	33.459	0.52	Trans sabinene hydrate	17699-16-0
22	35.979	2.96	L-linalool	78-70-6
23	36.081	0.97	Camphor	76-22-2
24	36.439	0.24	Trans sabinene hydrate	17699-16-0
25	37.97	2.71	Thymyl methyl ether	1076-56-8
26	38.37	2.41	4-carvomenthenol	562-74-3
27	38.718	3.52	Trans-caryophyllene	87-44-5
28	39.944	0.1	Isoborneol	2756-56-1
29	40.343	0.11	Lavandulol	498-16-8
30	41.057	0.21	Alpha-humulene	6753-98-6
31	41.212	0.23	2-(4-methyl-1-cyclohex-3-enyl)propan-2-ol	98-55-5
32	41.577	1.28	Endo-borneol	507-70-0
33	42.219	0.19	Germacrene-d	23986-74-5
34	43.416	0.25	Delta-cadinene	483-76-1
35	43.657	0.22	Alpha-amorphene	23515-88-0
36	44.604	0.19	Geranyl propionate	105-90-8
37	45.72	0.17	Thymyl acetate	528-79-0
38	54.606	26.05	Carvacrol	499-75-2

Çizelge 3. 2 Çalışmada kullanılan tıbbi nane uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler

Pik	Alkonulma zamanı	Alan%	Bileşen	CAS
1	14.042	0.83	Alpha-pinene	80-56-8
2	18.438	1.21	2-beta-pinene	127-91-3
3	19.011	0.62	Sabinene	3387-41-5
4	20.88	0.35	Beta-myrcene	123-35-3
5	21.895	0.32	Alpha-terpinene	99-86-5
6	22.813	1.91	1-limonene	5989-54-8
7	23.38	5.8	1,8-cineole	470-82-6
8	24.187	0.22	cis-ocimene	6874-10-8
9	24.941	0.62	Gamma-terpinene	99-85-4
10	26.053	0.16	1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6
11	26.62	0.18	Alpha-terpinolene	586-62-9
12	30.502	0.14	Octan-3-ol	589-98-0
13	33.459	0.34	Trans sabinene hydrate	17699-16-0
14	33.974	22.09	Isomenthone	1196-31-2
15	34.596	11.66	Menthofuran	494-90-6
16	35.972	0.82	Linalool	78-70-6
17	37.082	4.02	Menthyl acetate	89-48-5
18	37.489	0.23	Isopulegol	89-79-2
19	38.04	2.88	Neoisomenthol	491-01-0
20	38.391	1.11	4-Carvomenthenol	562-74-3
21	38.713	2.53	Beta caryophyllene	87-44-5
22	39.136	0.57	4-Isopropyl-1-methylcyclohexanol	21129-27-1
23	39.415	31.9	1-menthol	2216-51-5
24	40.017	0.4	(Z)-beta-farnesene	28973-97-9
25	40.256	3.49	Pulegone	89-82-7
26	40.482	0.26	(S)-(-)- α -Terpineol	10482-56-1
27	41.056	0.23	Alpha-humulene	6753-98-6
28	41.219	0.28	Alpha-terpineol	98-55-5
29	41.371	0.17	1-bromo-3,7-dimethylocta-2,6-diene	35719-26-7
30	42.215	2.18	Germacrene	23986-74-5
31	42.773	0.19	Piperitone	89-81-6
32	42.883	1.02	Beta-citronellol	106-22-9
33	45.261	0.45	Trans-geraniol	106-24-1

Çizelge 3. 3 Çalışmada kullanılan Anadolu adaçayı uçucu yağının ihtiva ettiği bileşenler

Pik	Alıkonulma zamanı	Alan%	Bileşen	CAS
1	10.107	9.35	Alpha Thujone	546-80-5
2	13.368	0.15	Tricyclene	508-32-7
3	14.048	5.27	Alpha-pinene	80-56-8
4	14.225	0.16	1-Phellandrene	99-83-2
5	16.335	6.12	Camphene	79-92-5
6	18.443	2.42	2-Beta-Pinene	127-91-3
7	19.013	0.08	Sabinene	3387-41-5
8	20.89	1.05	Beta-myrcene	123-35-3
9	21.903	0.09	Alpha terpinene	99-86-5
10	22.821	2.22	1-Limonene	5989-54-8
11	23.385	8.97	1,8-Cineole	470-82-6
12	24.947	0.24	Gamma terpinene	99-85-4
13	26.057	0.79	1-Methyl-2-isopropylbenzene	527-84-4
14	26.628	0.18	Alpha-terpinolene	586-62-9
15	32.423	29.38	d-Isothujone	471-15-8
16	32.606	0.15	1-Octen-3-ol	3391-86-4
18	36.088	20.71	Camphor	76-22-2
19	37.913	1.17	Alpha-fenchyl acetate	4057-31-2
20	38.391	0.58	1-terpinen-4-ol	562-74-3
21	38.717	2.14	Trans-caryophyllene	87-44-5
22	39.883	0.23	Sabinyl acetate	3536-54-7
23	40.037	0.52	Thujyl alcohol	513-23-5
24	41.056	2.52	Alpha humulene	6753-98-6
25	41.225	0.18	Alpha terpineol	10482-56-1
27	41.38	0.19	Thuj-4(10)-en-3-ol	471-16-9
28	41.579	2.24	Borneol	507-70-0
29	44.215	0.16	Myrtenol	515-00-4
30	50.263	0.54	Caryophyllene oxide	1139-30-6
31	51.775	0.37	Spiro(4-5)decane	176-63-6
32	52.617	1.84	Viridiflorol	552-02-3

3.2 Yöntem

3.2.1 Uçucu yağ uygulamaları ve paketleme

Toplanan fındıklar kurutulup zuruflarından çıkarıldıktan sonra kırma makinesi yardımıyla sert kabuklarından ayrılmıştır. Kabuklarından ayrılırken herhangi bir parçalanmaya maruz kalmayan bütün haldeki iç fındıklar ağzı kapaklı plastik kaplarda (10 l) 4'er kg iç fındık olacak şekilde (Şekil 3.3) gruplara ayrılmıştır.



Şekil 3. 3 Fındıkların 4 kg olacak şekilde gruplara ayrılması

Uçucu yağ emdirilmiş pamuklar (2,5 ml-2,5 ml) fındıklarla temas etmemesi için üzerinde delikler açılmış plastik bardaklara yerleştirilmiş ardından büyük plastik kapların (23 x 23 x 25 cm) iki farklı noktasına sabitlenmiştir (10 Kasım 2022; Şekil 3.4). Kontrol grubuna ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır.



Şekil 3. 4 Uçucu yağ emdirilmiş pamukların plastik kaplara yerleştirilmesi

Uçucu yağ emdirilmiş pamuklar yerleştirdikten sonra fındıklar, plastik kaplarda ağzı kapalı bir şekilde 15 gün süre ile bekletilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Uygulama yapılan ve 15 gün süre ile bekleme alınan fındıklar

15 günün sonunda fındıklardan, 300-350 g'lık vakumlu paketler oluşturulmuştur (25 Kasım 2022) (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6 Uygulama yapılan fındıkların vakumlu paketlere ayrılması

3.2.2. Depolama

Vakumlanmış paketler plastik kaplara alındıktan sonra oda koşullarında 12 ay boyunca muhafaza edilmiştir. Muhafaza ortamının nemi ve sıcaklığı Extech Instrument RHT20 ile ölçülmüştür. Uçucu yağ uygulama anından itibaren ölçülen nem ve sıcaklık değerleri Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3. 4 Uçucu yağ uygulama anından itibaren ölçülen nem ve sıcaklık değerleri

Yıl	Aylar	Ortalama Sıcaklık°C	Ortalama Nem%
2022	Kasım	19.6	68
	Aralık	20.8	55
2023	Ocak	18.6	51
	Şubat	20.5	46
	Mart	20.7	53
	Nisan	19.8	57
	Mayıs	18.8	62
	Haziran	25.4	63
	Temmuz	29.3	66
	Ağustos	28.2	65
	Eylül	25.23	68
	Ekim	20.81	69
Kasım	19.81	63	
Aralık	18.53	56	

2.2.3 Ölçüm, Gözlem ve Analizler

Deneme başlangıcında yapılan analizi takiben 4 ay ara ile fındıklarda meydana gelen kalite değişimlerini gözlemek amacıyla nem, su aktivitesi, renk ölçümü, peroksit, yağ tayini, toplam canlı, küf maya sayısı ve serbest yağ asidi analizleri yapılmıştır. Renk ölçümleri ve GC-MS analizleri dışında diğer tüm analizler Gürsoy Tarımsal Ürünler Gıda San. ve Tic. A.Ş.'ye ait laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1 Nem Ölçümü

Fındıklar laboratuvar öğütücüsünde un haline (< 2 mm) getirildikten sonra alüminyum ölçü kabına yerleştirilen örnekler cihaza yerleştirilmiştir. Nem tayini, hızlı nem tayin cihazı (Metler Toledo HR73) ile yapılmış; ayarlanan sürenin sonunda cihaz nemi otomatik olarak ekranda % olarak göstermiştir.

3.2.3.2 Su Aktivitesi (a_w)

Su aktivitesi ölçümü için cihazın (Novasina/ a_w Sprint TH 500) ölçüm sıcaklığına (25 °C) gelmesi beklenmiş ardından örnekler ölçüm kaplarına konmak için blendırda (İKA Werkw M20) öğütülmüştür. 2mm den daha küçük olacak şekilde öğütülen örnekler numune kabının hızlı 2/3'ünü dolduracak şekilde kaplara alınmıştır. Numune kabı cihazın haznesine yerleştirilmiş ve analiz sonucu belirlenmiştir.

3.2.3.3 Serbest Yağ Asidi

100 gram yağdaki serbest asitleri nötralize etmek için gerekli NaOH'ın mg olarak miktarı serbest yağ asidi olarak tanımlanır. Bir miktar fındık yağının etanol ve

dietileter karışımında çözülmesi ve bundan sonra ortamda bulunan serbest yağ asitlerinin sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmesi sonucu bulunur.

Etanol/Dietileter: 1/1 (hacim/hacim) olarak hazırlanmış ve fenolfitaleyn'e göre nötürleştirilmiştir.

Fenolfitaleyn çözeltisi: % 1 olarak % 95 etil alkol ile hazırlanmıştır.

Beherglas içerisine 2.5–5 g fındık yağı numunesi 0.001 g duyarlılıkta tartılarak koyulmuş ardından 60 ml etil alkol, dietileter karışımı ve indikatör olarak 2–3 damla fenolfitaleyn çözeltisi ilave edilmiştir. Kuvvetli bir şekilde çalkalanan karışım 0.1 N NaOH çözeltisi ile renk dönüşümü (açık pembe) gerçekleşinceye kadar titratörde (Metrohm) titre edilmiştir. Titrasyonda elde edilen değer serbest yağ asitlerinin hesaplanmasında kullanılacak aşağıdaki formülde yerine yazılmıştır.

$$SYA (\%) = ((V - V_{k\ddot{o}r}) \times N \times 28.2) \times m^{-1} \quad (3.1)$$

Formülde;

V : Titrasyonda sarfedilen NaOH'ın miktarı (ml)

$V_{k\ddot{o}r}$: Kör numunede sarfedilen 0.1 N NaOH çözelti miktarı (ml)

N : NaOH çözeltisinin normalitesi

m : Numune ağırlığını (g) ifade etmektedir.

3.2.3.4 Peroksit Tayini

Potansiyometrik titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Peroksit sayısı yağda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan serbest oksijenin miliekuvalent olarak miktarıdır.

Asetik asit/Isoktan: 3/2 (hacim/hacim) olarak hazırlanmıştır.

Potasyum iyodür çözeltisi: Doymuş olarak hazırlanmıştır. (14 g/10 ml su)

Nişasta çözeltisi: % 1 olarak hazırlanmıştır.

Sodyum tiyosülfat çözeltisi 0.01 N.

2–2.5 g yağ numunesi tartılarak beherglasa konur. Ardından numune üzerine 10 ml asetik asit/isooktan (3/2) çözeltilisinden ve 0.2 ml doymuş potasyum iyodürden ilave edilmiştir. 5 dakika karanlıkta bekletildikten sonra üzerine 50 ml saf su eklenmiş, manyetik karıştırıcı (metrohm 801 stirrer) ve elektrot (methrohm 907 titrando) yerleştirilmiş, işlem sonunda % asit değeri görülmüştür.

10 ml asetik asit/isooktan (3/2) karışımı beherglasa konmuş ve kör deneme için bu metot altında titrasyon yapılmıştır (Anonim, 1990b).

3.2.3.5 Yağ Tayini

Yağ tayini işlemi için Soxhlet ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Ölçümü gerçekleştirmek için cihazın (BUCHI/B-811) cam kapları etüvde kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve darası alınmıştır. Ölçüm yapılacak örnekler blendırda öğütülmüş ve bu işlemin ardından örneklerden 3-3.5 g tartılmıştır. Tartılan numuneler hızlıca kartuşa, kartuşlarda cihazdaki yerlerine yerleştirilmiştir. Her bir örnek için kullanılacak solvent(petrol eteri) yaklaşık 120–150 ml kadardır. Petrol eterinin yavaş bir şekilde kaynaması için gerekli sıcaklık ayarlaması yapılmış ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Cam kabın içindeki çözücünün bir kısmı damıtılarak geri alınmıştır. Daha sonra örneklerin içinde bulunduğu cam kap 103±2°C'ye ayarlı etüve konulmuş ve burada bir saat kalan az miktardaki çözücünün uzaklaştırılması için bekletilmiştir. Bu işlemin ardından örnekler desikatörde 30 dk tutulmuş ve süre sonunda hassas terazide (Sartorius/BA 210S) tartılmıştır. Kurutma ve desikatörde soğutma işlemi sabit tartım elde edilinceye kadar devam ettirilir. İşlem sonunda cam kabın son ağırlığı kaydedilmiş ve aşağıda belirtilen formülle ham yağ oranı yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\% Yağ = ((M_2 - M_1) \times M_0^{-1}) \times 100 \quad (3.2)$$

Formülde;

M_0 : Kurutulmuş deney numunesinin ağırlığını (g),

M_1 : Ekstraksiyon cihazı balonunun ağırlığını (g),

M_2 : Kurutmadan sonra ekstraksiyon cihazı balonu ağırlığını (g) ifade etmektedir.

3.2.3.6 Toplam Canlı Sayısı (TVC)

Deney numunesi 10^{-1} 'lik, 10^{-2} 'lik ve 10^{-3} 'lük seyreltiden steril pipet yardımıyla 1 ml alınarak petri kaplarına aktarılmıştır. 44-47°C sıcaklıkta her petri kabına yaklaşık 13-15 ml Plate Count Agar dökülmüş ve kap dikkatlice döndürülerek karıştırılmıştır (Schütt Petriturn-E). Soğuk ve düz bir zemin üzerinde katılaşması beklenen petri kapları katılaşmanın ardından ters çevrilmiş ve $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki inkübatörde (Heraus/B6) 72 ± 3 saat süreyle bekletilmiştir. Seyreltme ve ekim işlemleri 30 dakikayı geçmemiştir. Kolonilerin sayımında yayılan koloniler tek bir koloni gibi dikkate alınmıştır. Petri kabının dörtte birinden daha azında yayılarak gelişen koloniler olduğunda petri kabının etkilenmeyen kısmındaki koloniler sayılmış ve buna karşılık gelen tüm petri kabındaki kolonilerin sayısı hesaplanmıştır (Anonim, 2004). Hesaplama kullanılan formül;

$$N = \sum C / [(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2) \times d] \quad (3.3)$$

şeklinde olup burada ;

N : Her g'daki koloni sayısını,

$\sum C$: Tüm petrilere kolonilerin toplamını,

n_1 : İlk seyreltinin yapıldığı petrideki sayımı,

n_2 : İkinci seyreltinin yapıldığı petrideki sayımı ifade etmektedir.

3.2.3.7 Küf-Maya Sayısı Tayini

Deney numunesi 10^{-1} 'lik, 10^{-2} 'lik ve 10^{-3} 'lük seyreltiden 1'er ml alınarak aktarılmıştır. Her kaba daha önce eritilmiş ve su banyosunda (Nüve BM 302) $45\pm 1^\circ\text{C}$ 'de tutulmuş Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar'dan yaklaşık 15 ml dökülmüş ve dikkatlice döndürülerek karıştırılmıştır. Soğuk ve düz bir zemin üzerinde katılaşması için bırakılan petri kapları katılaşmanın ardından ters çevrilerek $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'ye ayarlı inkübatöre (Heraus/B6) yerleştirilmiştir. Ana dilüsyonun hazırlanması ile besiyerinin petrilere boşaltılması arasındaki zaman 15 dakikadan az tutulmuştur. Her plaktaki koloniler 3-5 günlük inkübasyon sonrasında sayılmıştır. 5 günün sonunda 150'den az koloni ihtiva eden plaklar hesaplamada kullanılmak için alınmıştır (Anonim, 1989).

Gramdaki veya mililitredeki mayalar ve küf sayısının hesaplanmasında kullanılan formül;

$$MK = \sum C / (n_1 + (0.1 \times n_2)) \times d \quad (3.4)$$

şeklinde olup burada;

MK: Gramdaki maya ve küf sayısını,

$\sum C$: Bütün plakalarda sayılan kolonilerin toplamını,

n_1 : Birinci dilüsyonda sayılan plakların sayısını,

n_2 : İkinci dilüsyonda sayılan plakların sayısını,

d: Birinci sayımların elde edildiği dilüsyonu ifade etmektedir.

3.2.3.8 Renk ölçümü

Renk ölçümleri un haline getirilmiş fındık örneklerinde yapılmıştır. Blendırda un haline getirilen fındıklar, bir plaka üzerine(plastik tabak) 0,5-1 cm kalınlığında serilmiş ve 5 farklı noktadan PCE Instruments Colorimeter renk ölçüm cihazı ile ölçüm yapılmıştır.

3.2.3.9 Uçucu Yağ Kompozisyonunun GC-MS ile Belirlenmesi

Uçucu yağlardaki uçucu bileşenler, gaz kromatografisi kütle spektroskopisi (headspeace GC-MS) yöntemiyle tayin edilmiştir. Örnekler gaz kromatografisi cihazına (Shimadzu, GC-MS-QP2010 Ultra) 1 µl olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Bileşenlerin ayrımı için kapiler kolon (Restek RXİ-5MS 30m × 0.25 mm i.d. × 0.25 µm) kullanılmıştır. GC-MS cihazında taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmış ve akış hızı dakikada 0.8 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 ml/dk akış hızında helyum kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuş, kolon sıcaklık programı 60°C'de 10 dakika, 60°C'den 220°C'ye 4°C/dakika (40 dakika) ve 220°C'de 10 dakika toplamda 60 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle detektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyon enerjisi 70 eV'dir. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde WILEY ve NIST kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır.

3.2.3.10 İstatistik Analiz Yöntemi

Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada uçucu yağ faktörü; kontrol, sivri kekik, Anadolu adaçayı ve tıbbi nane olmak üzere 4 seviyesi ile depolama süresi faktörünün başlangıç, 4, 8 ve 12 ay olmak üzere dört seviyesi ile birlikte ele alınmıştır. Denemeden elde edilen verilerin normal dağılım kontrolü Anderson-Darling testi ile varyansların homojenlik kontrolü ise Levene testi ile yapılmıştır. Söz konusu varsayımları yerine getiren özellikler iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) ile değerlendirilmiş ve farklı ortalamalar %5 önem düzeyinde yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Söz konusu varsayımları yerine getirmeyen özellikler ise parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiş, ortalamalar arasındaki farklar Tamhane çoklu karşılaştırma testi (%5 önem düzeyi) ile belirlenmiştir. Hesaplamalar Minitab 17 ve IBM SPSS statistic 22 istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi görebilmek için her gruba ayrı ayrı korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizleri Minitab 17 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4.BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1.Nem Miktarı (%)

Nem miktarının (%) değerlendirildiği varyans analizi sonuçlarına göre, uygulama, depolama süresi, uygulama ve depolama süresi*uygulama interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testi ($p<0.005$) sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1 Nem miktarı (%) özelliği için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (Nem %)			
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	4.876±0.003 Bc	5.071±0.013 Aa	4.906±0.012 Ba	5.077±0.010 Aa
Sivri Kekik	4.930±0.003 Bbc	4.839±0.006 Cc	4.930±0.012 Ba	5.038±0.007 Aa
Tıbbi Nane	5.007±0.014 Aa	4.983±0.005 Ab	4.828±0.014 Bab	5.040±0.002 Aa
Anadolu Adaçayı	5.000±0.004 Aab	4.820±0.002 Bc	4.769±0.007 Cb	5.022±0.005 Aa

P depolama süresi=0.000, p uygulama=0.000, pd*u=0.000

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Aynı uygulamanın yapıldığı grupta ortak büyük harfi olmayan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

Aynı dönem içerisinde ortak ortak küçük harfi olmayan uygulamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Başlangıç döneminde uygulamaların yapıldığı gruplar arasında nem değerleri farklılık göstermiştir. En yüksek nem değeri tıbbi nane UY’nin uygulanmış olduğu grupta, en düşük nem değeri ise kontrol grubunda ölçülmüştür. Depolamanın 4. ayında en yüksek nem değeri kontrol grubunda ölçülmüş, bunu sırasıyla tıbbi nane, Anadolu adaçayı ve sivri kekik UY’lerinin uygulandığı gruplar takip etmiştir. Depolamanın 8. ayında kontrol ve sivri kekik UY’nin uygulandığı gruplar diğer gruplardan daha yüksek nem değerine sahip olmuşlardır. 4. ayda en düşük nem değeri Anadolu adaçayının ve takiben tıbbi nane UY’nin uygulandığı grupta görülmüştür. Depolama sonunda tüm gruplarda nem miktarı artmıştır. Bu dönemde gruplar arasında istatistik olarak bir fark bulunmamıştır.

Değişkenler arasındaki ilişkiyi görebilmek amacıyla her gruba korelasyon analizi yapılmıştır. Sadece sivri kekik UY’nin uygulandığı grupta depolama süresi ile nem değişimi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0,624$). Kontrol grubunda nem ile a_w arasında negatif ($r=-0,652$), peroksit ile arasında pozitif ilişki ($r=0,772$) bulunmuştur. Sivri kekik UY’nin uygulandığı grupta nem ile FFA arasında pozitif ($r=0,598$), peroksit ve küf maya arasında negatif korelasyon (sırasıyla $r= 0,587$; $-0,758$) bulunmuştur. Tıbbi nane UY’nin uygulandığı grupta nem ile peroksit arasında

pozitif ($r= 0,634$) bir ilişki olduğu görülmüştür. Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta ise nem ile toplam yağ arasında pozitif ($r= 0,670$) bir korelasyon bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, depolama süresince fındıklarda meydana gelen nem dalgalanmalarının, ortam nem değişimi ile paralellik gösterdiği söylenebilir (Çizelge 3.4). Ancak korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında dalgalanmaların sebebi biraz daha netleşmektedir. Her uygulamada, nem ile (pozitif ya da negatif) ilişkili olan özelliklerin değiştiği görülmektedir. Örneğin kontrol ve tıbbi nane gruplarında nem ile peroksit arasında pozitif ilişki varken, sivrikekikte bu ilişkinin negatif yönlü olduğu, Anadolu adaçayı UY grubunda ise nem ile peroksit arasında önemli bir ilişkinin olmadığı bulunmuştur. Buradan hareketle uçucu yağ uygulamalarının fındıkta farklı mekanizmaların çalışmasını ya da durdurulmasını teşvik ettiği düşünülebilir. Etki edilen mekanizmaya göre grupların nem değerlerinde depolama süresince dalgalanmaların olduğu söylenebilir.

Daha önce yapılmış olan depolama çalışmalarında, fındıktaki nem değerinin depolama atmosferine göre değiştiği; çoğunlukla da depolama süresi arttıkça nem oranının azaldığı görülmektedir (Koyuncu ve ark., 2005). Ürüne depolama öncesi yapılan uygulamalar (kaplama, paketlenme, ışınlatma vb.), depolama süresince ürünün nem miktarını etkileyebilmektedir (Koç Güler 2015). Bu çalışmada da görülmektedir ki depolama öncesi uygulanan farklı uçucu yağlar, depolama süresince grupların farklı nem değerlerine sahip olmasına neden olmuştur. Çalışmamızda sadece sivri kekik uçucu yağının uygulandığı grupta depolama süresi ile nem arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0,624$). Uçucu yağların fındık meyvesinin dokusunda meydana getirdiği değişimler ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır ancak korelasyon analizi sonuçlarına göre uçucu yağların fındık meyvesinde farklı mekanizmaları harekete geçirdiği düşünülebilir.

4.2. Su Aktivitesi (a_w)

Su aktivitesi (a_w) değerleri normal dağılım göstermediği için ($p<0.05$) parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4. 2 Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin su aktivitesi değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)

		N	Sıra Ortalaması	Ki-kare	df	p
a_w	Uygulama					
	Kontrol	12	26.33	2.198	3	0.532
	Sivri Kekik	12	24.71			
	Tıbbi Nane	12	27.38			
	Anadolu Adaçayı	12	19.58			
Toplam	48					
Depolama Süresi	Başlangıç	12	27.58	40.692	3	0.000
	4.ay	12	6.50			
	8.ay	12	42.42			
	12.ay	12	21.50			
	Toplam	48				

Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre depolama süresinin a_w değişimi üzerinde anlamlı bir fark oluştururken ($p < 0.05$), uçucu yağ uygulamalarının ise a_w üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$).

Depolama süresinden kaynaklanan farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için Post-Hoc testlerden Tamhane testi yapılmıştır(Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 3 Su aktivitesi değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları

Depolama Süresi (a_w)	Ortalamalar farkı	Std. Hata	p	
Başlangıç	4. ay	0.02675*	0.00232	0.000
	8. ay	-0.02158*	0.00277	0.000
	12. ay	0.00608	0.00335	0.407
4. ay	8. ay	-0.04833*	0.00182	0.000
	12. ay	-0.02067*	0.00262	0.000
8. ay	12. ay	0.02767*	0.00302	0.000

Tamhane, $p < 0.05$

Başlangıç a_w değeri ile 4 aylık depolama sonundaki azalan a_w değeri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. 8. ay sonunda ise a_w değeri artış göstermiş, bu artış ile başlangıç a_w değeri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Depolama sonundaki a_w değeri ile başlangıç a_w değeri arasında istatistik olarak önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. 8 ve 12 aylarda artan a_w değerleri ile 4. aydaki a_w değerleri arasındaki farka ek olarak 8. ay ile 12 ay arasındaki azalan a_w değerleri önemli bulunmuştur.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre kontrol ve sivri kekik UY'nin uygulandığı gruplarda a_w ile peroksit arasında (sırasıyla $r = -0,833$; $-0,779$); Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta ise a_w ile b^* ve kroma değerleri arasında negatif ve önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla $r = -0,598$; $-0,586$).

Depolama süresince a_w değerinde meydana gelen değişimin ürünün nem değişimi ile ilgili olduğu düşünülebilir. Koç Güler'in 2022 yılında yapmış olduğu çalışmada ürünün nemindeki birim artışın (%1) 'Çakıldak' fındık çeşidinde su aktivitesi değerini 0,055-0,062 birim arttırdığı bildirilmiştir. Uygulama grupları arasında a_w ile ilişkili parametreler farklılık göstermiştir. Uygulanan uçucu yağların meyvenin yapısında bir takım değişimlere yol açmış olabileceği ve farklılığının bu durumdan kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

4.3 Serbest Yağ Asidi (%)

Serbest yağ asidi (SYA) değerleri normal dağılım göstermediği için ($p < 0.05$) parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4. 4 Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin serbest yağ asidi değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)

		N	Sıra Ortalaması	Ki-kare	df	p
SYA (%)	Uygulama					
	Kontrol	12	26.00	0.388	3	0.943
	Sivri Kekik	12	24.21			
	Tıbbi Nane	12	22.63			
	Anadolu Adaçayı	12	25.17			
Toplam	48					
Depolama Süresi	Başlangıç	12	6.50	44.354	3	0.000
	4.ay	12	18.50			
	8.ay	12	30.50			
	12.ay	12	42.50			
	Toplam	48				

Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre depolama süresinin SYA değişimi üzerinde anlamlı bir fark oluştururken ($p < 0.05$), uçucu yağ uygulamalarının ise SYA üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$). Depolama süresinden kaynaklanan farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için Post-Hoc testlerden Tamhane testi yapılmış (Çizelge 4.5) ve buna göre en düşük SYA değerinin başlangıç

döneminde olduğu, depolama süresi arttıkça SYA değerinin de arttığı görülmüştür (p<0.05).

Çizelge 4. 5 Serbest yağ asidi değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları

Depolama Süresi (SYA)	Ortalamalar farkı	Std. Hata	P	
Başlangıç	4. ay	-0.11125*	0.00398	0.000
	8. ay	-0.22542*	0.00342	0.000
	12. ay	-0.30792*	0.00760	0.000
4. ay	8. ay	-0.11417*	0.00368	0.000
	12. ay	-0.19667*	0.00772	0.000
8. ay	12. ay	-0.08250*	0.00745	0.000

Tamhane, p<0.05

Korelasyon analizi sonuçlarına göre tüm gruplarda SYA ile toplam canlı sayısı arasında negatif ve önemli bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol, sivri kekik ve tıbbi nane UY'nin uygulandığı gruplarda küf maya sayısı ile SYA arasında da negatif ve önemli bir ilişki olduğu görülmüştür (sırasıyla r= -0,819; -0,939; -0,885). Diğer taraftan sivri kekik UY'nin uygulandığı grupta toplam yağ (r= -0,779), tıbbi nane UY'de hue açısı (r= -0,701), Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta b* ve hue açısı değerleri (sırasıyla r= -0,613; -0,736) ile negatif ve önemli bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Depolama süresince fındıkta bulunan yağlarda çeşitli enzimatik ve diğer reaksiyonlar nedeni ile hidroliz olayı meydana gelir ve serbest yağ asitleri oluşur. Bu olay daha çok kararlılığı düşük olan doymamış yağ asitlerinde meydana gelmektedir (Demirci Ercoşkun, 2009) . Doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan fındıkta depolama süresince serbest yağ asidinde artış görülmektedir (Bostan ve Koç Güler, 2016; Turan, 2019). Bu çalışmada SYA değerinde çalışma süresi boyunca sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. Bu durum da 12 aylık depolama süresince serbest yağ asidi oluşum hızının yağ asidi oksitlenme hızından yüksek (Demirci Ercoşkun, 2009) olduğu görüşünü desteklemektedir.

Tıbbi nane ve Anadolu adaçayı uçucu yağlarında öncül bileşenlerden olan mentol ve kamfor da antioksidan özellikleri ile ön plana çıkmaktadırlar. Dawidowicz ve Olszowy (2014), karvakrol, mentol ve kamfor uçucu bileşenlerinin de bulunduğu farklı bileşenler ile bu bileşenlerin bulunduğu uçucu yağları antioksidan özellikleri

bakımından değerlendirmiştir. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek antioksidan özellik tıbbi nane uçucu yağında ölçülmüş ve mentol etken maddesine kıyasla da daha yüksek antioksidan özellik göstermiştir. Tıbbi naneden sonra en yüksek antioksidan aktivite kekikte daha sonra da adaçayında gözlenmiştir. Kekikte karvakrol etken maddesi uçucu yağa kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterirken, adaçayında uçucu yağ kamfora göre daha yüksek antioksidan etki göstermiştir. Bizim çalışmamızda uçucu yağların SYA değerlerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Ancak kontrole kıyasla SYA değerlerinde bir düşüş olduğu görülmüştür. En düşük sıra ortalaması tıbbi nane, sivri kekik ve Anadolu adaçayı şeklinde ortaya çıkmıştır. Sonuçların, Dawidowicz ve Olszowy (2014)'un verileri ile uyumlu olduğu söylenebilir.

4.4. Peroksit (meq O₂/kg)

Peroksit değerleri normal dağılım göstermediği için (p<0.05) parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6 Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin peroksit değeri üzerine etkisi (Kruskal Wallis-H testi)

		N	Sıra Ortalaması	Ki-kare	df	p	
Peroksit (meqO ₂ /kg)	Uygulama	Kontrol	12	26.67	4.906	3	0.179
		Sivri Kekik	12	18.75			
		Tıbbi Nane	12	30.50			
		Anadolu Adaçayı	12	22.08			
		Toplam	48				
	Depolama Süresi	Başlangıç	12	14.38	22.409	3	0.000
		4.ay	12	39.50			
		8.ay	12	18.58			
		12.ay	12	25.54			
		Toplam	48				

Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre depolama süresinin peroksit değişimi üzerinde anlamlı bir fark oluştururken (p<0.05), uçucu yağ uygulamalarının ise peroksit üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır (p>0.05). Depolama süresinden kaynaklanan farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için Post-Hoc testlerden Tamhane testi yapılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4. 7 Peroksit değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları

Depolama Süresi (Peroksit)		Ortalamalar farkı	Std. Hata	p
Başlangıç	4. ay	-0.16208*	0.02426	0.000
	8. ay	-0.00542	0.01970	1.000
	12. ay	-0.06042	0.02998	0.295
4. ay	8. ay	0.15667*	0.01530	0.000
	12. ay	0.10167*	0.02729	0.009
8. ay	12. ay	-0.05500	0.02333	0.201

Tamhane, $p < 0.05$

Başlangıç peroksit değerleri çalışma süresinin en düşük değeri olmuştur. 4 aylık depolama sonunda peroksit değerinde artış meydana gelmiş ve başlangıç dönemindeki değer ile aralarındaki fark anlamlı bulunmuştur. Depolamanın ilerleyen dönemlerinde de peroksit değeri başlangıca kıyasla yüksek olmuştur ancak aralarındaki fark azalmıştır ($p > 0.05$). 4. ayda ölçülen peroksit değeri 8 ve 12. aylardaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur ve aralarındaki bu fark istatistik olarak anlamlıdır. Bununla birlikte 8. aya kıyasla 12. ayda peroksit değeri artış göstermiş ve bu fark önemli bulunmamıştır.

Peroksitler, yağın oksidasyonu sonucunda ortaya çıkan bileşiklerdir. Türk fındıkları yüksek oranda doymamış yağ asitleri içermektedir (Köksal ve ark., 2006). Bu yağ asitleri oksidasyon açısından oldukça hassas bir yapıya sahiptirler. İlk oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler, zamanla peroksit miktarını hızlı bir şekilde azaltacak şekilde parçalanır (Demirci Ercoşkun, 2009).

Çalışmamızda ilk dört aylık depolama sürecinde oksidasyon sürecinin başladığı ve peroksit değerinin arttığı, 4. aydan sonra ise oluşan hidroperoksitlerin peroksitleri parçalamış olabileceği ve peroksit değerinde düşüşe neden olduğu söylenebilir.

Fındık depolama çalışmalarına bakıldığında peroksit değerlerinde benzer değişimlerin olduğu görülmektedir. Bostan ve Koç Güler (2016)'nın yapmış olduğu çalışmada depolama süresi arttıkça peroksit değeri artmıştır. 'Çakıldak' fındık çeşidi ile yapılmış olan bir diğer depolama çalışmasında da benzer sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür (Turan, 2019).

Fındıkta peroksit değerinin 1 meqO₂/kg'ın üzerine çıkması istenilen bir durum değildir. Bu çalışmada depolama süresi boyunca hiçbir uygulamada peroksit değeri 1 meqO₂/kg'ın üzerine çıkmamıştır. Değerler 0-0,32 meqO₂/kg arasında değişmiştir.

Adal (2012), antep fıstığı prelerine biberiye ve kekik uçucu yağlarından ekleyerek antioksidan etkisini gözlemlediği çalışmada, 8 aylık depolama süresince uçucu yağların eklendiği gruptaki SYA ve peroksit değerlerindeki artışın oldukça yavaş olduğunu belirtmiş, yüksek yağ içeren ürünlerde bu uçucu yağların antioksidan olarak kullanılabilceğini aktarmıştır. Kekik uçucu yağlarında yüksek oranda karvakrol bulunmaktadır. Bu çalışmada kullandığımız kekik uçucu yağındaki karvakrol oranı %26'dır (izelge 3.1). Sıvı halde bulunan bir fenolik monoterpen olan karvakrol, FDA tarafından toksikolojik açıdan onaylanmış ve güvenli gıda katkı maddesi olarak onaylanmıştır (Marinelli ve ark., 2018). Karvakroln de içinde bulunduğu, lipid radikallerini daha kararlı bileşiklere dönüştüren fenolik bileşenler, serbest radikal sayısını azaltarak dolaylı yoldan oksidasyon hızı düşürmekte ve oksidasyonun başlangıç süresini geciktirmektedir (Kaya, 2009). Karvakroln antioksidan etkisi daha önce yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır (Schwartz ve Ernst, 1996). Bizim alışmamızda uçucu yağların peroksit değerlerine etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak tüm gruplar arasında en düşük peroksit değerinin sivri kekik uçucu yağının uygulandığı grupta olması dikkat çekicidir. SYA ve peroksit sonuçları birlikte değerlendirildiğinde sivri kekik uçucu yağı ön plana çıkmaktadır.

4.5 Toplam Yağ (%)

Toplam yağ değerleri normal dağılım göstermediği için (p<0.05) parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir (izelge 4.8).

Çizelge 4. 8 Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin toplam yağ değeri üzerine etkisi (Kruskal Wallis-H testi)

		N	Sıra Ortalaması	Ki-kare	df	p	
Toplam Yağ (%)	Uygulama	Kontrol	12	25.92	1.246	3	0.742
		Sivri Kekik	12	27.46			
		Tıbbi Nane	12	22.25			
		Anadolu Adaçayı	12	22.38			
		Toplam	48				
	Depolama Süresi	Başlangıç	12	33.83	9.005	3	0.029
		4.ay	12	18.13			
		8.ay	12	20.29			
		12.ay	12	25.75			
		Toplam	48				

Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre depolama süresinin toplam yağ miktarı değişimi üzerinde anlamlı bir fark oluştururken ($p < 0.05$), uçucu yağ uygulamalarının ise anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p > 0.05$). Depolama süresinden kaynaklanan farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için Post-Hoc testlerden Tamhane testi yapılmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4. 9 Toplam yağ değerinin depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları

Depolama Süresi (Toplam Yağ)	Ortalamalar farkı	Std. Hata	p	
Başlangıç	4. ay	1.46833*	0.48269	0.045
	8. ay	1.35750	0.45655	0.060
	12. ay	1.04917	0.45591	0.206
4. ay	8. ay	-0.11083	0.26658	0.999
	12. ay	-0.41917	0.26547	0.568
8. ay	12. ay	-0.30833	0.21431	0.659

Tamhane, $p < 0.05$

En yüksek toplam yağ miktarı başlangıçta ölçülmüştür. Ancak sadece 4. ay sonundaki azalma başlangıç değerine göre daha önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer dönemler arasındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta toplam yağ ile toplam canlı sayısı ve hue açısı arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla $r = 0,605$; $0,648$).

Fındıklarda depolama süresince, toplam yağ miktarında bir değişim beklenmemektedir. Meydana gelen oransal değişim daha çok üründe depolama süresince meydana gelen nem değişimi ile ilişkilendirilir (Koyuncu ve ark., 2005; Bostan ve Koç Güler, 2016; Turan ve Karaosmanoğlu, 2019; Turan, 2019). Ancak bu çalışmada sadece Anadolu adaçayı uçucu yağının uygulandığı grupta nem ile toplam yağ arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21). Anadolu adaçayı ve sivri kekik UY'nin uygulandığı grupta toplam canlı sayısı ile toplam yağ miktarı arasındaki pozitif ilişki (Çizelge 4.19, Çizelge 4.20), artan mikroorganizma yoğunluğunun dokuda birtakım değişimler meydana getirerek yağ ekstraksiyonunu etkilemiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

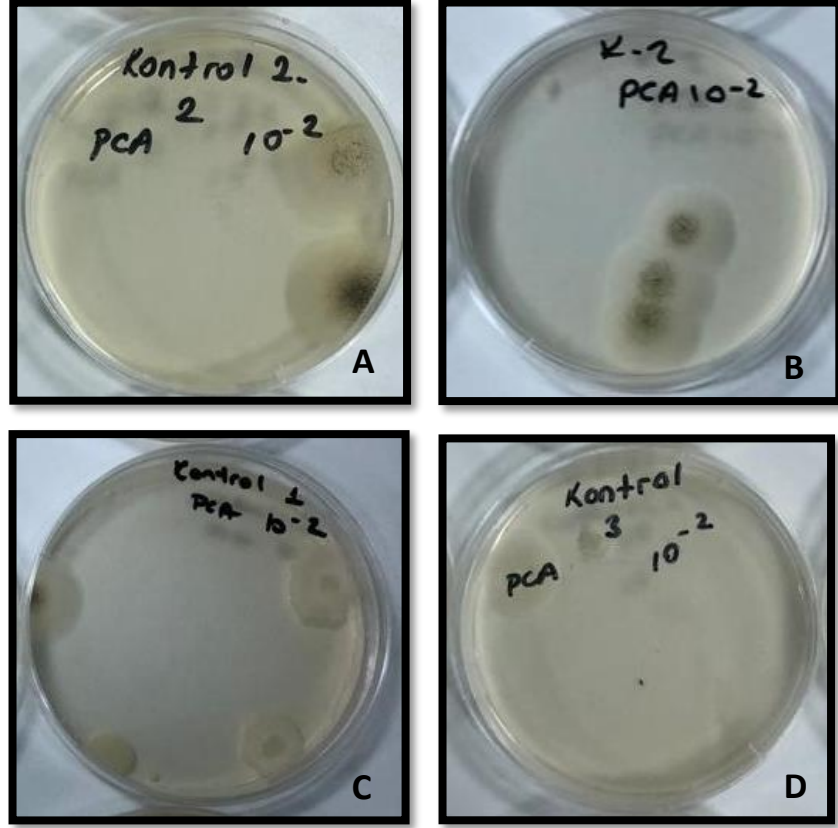
4.6 Toplam Canlı Değerleri (log KOB/g)

Toplam canlı değerleri normal dağılım göstermediği için ($p<0.05$) parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10)

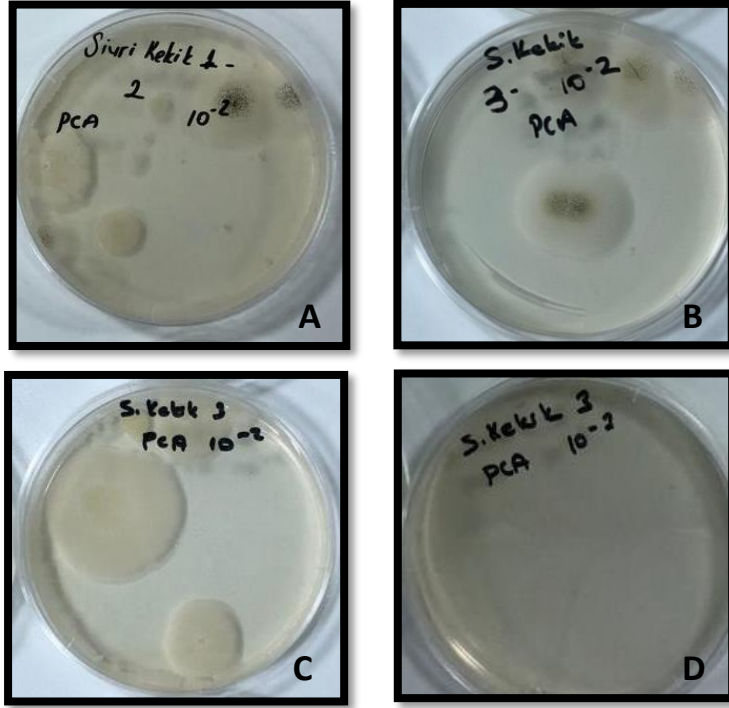
Çizelge 4. 10 Uçucu yağ uygulamaları ve depolama süresinin toplam canlı sayısı değeri üzerine etkisi(Kruskal Wallis-H testi)

		N	Sıra Ortalaması	Ki-kare	df	p
Toplam Canlı (log KOB/g)	Kontrol	12	27.38	0.921	3	0.820
	Uygulama Sivri Kekik	12	23.75			
	Tıbbi Nane	12	22.04			
	Anadolu Adaçayı	12	24.83			
	Toplam	48				
Depolama Süresi	Başlangıç	12	41.92	30.356	3	0.000
	4.ay	12	26.42			
	8.ay	12	14.63			
	12.ay	12	15.04			
	Toplam	48				

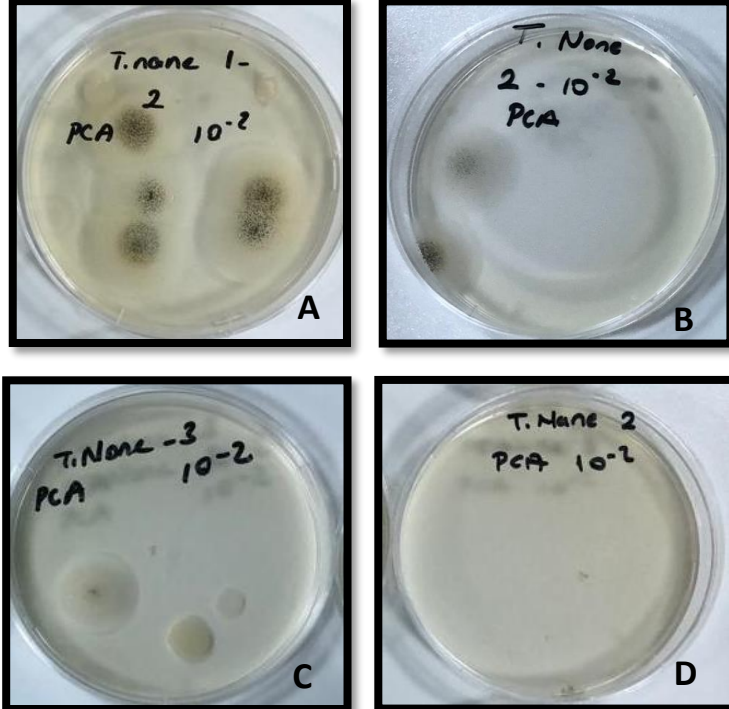
Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre depolama süresinin toplam canlı miktarı değişimi üzerinde anlamlı bir fark oluştururken ($p<0.05$), uçucu yağ uygulamalarının ise anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p>0.05$). Depolama süresinin toplam canlı sayısı üzerindeki değişimleri her bir grup için sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2 , Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.



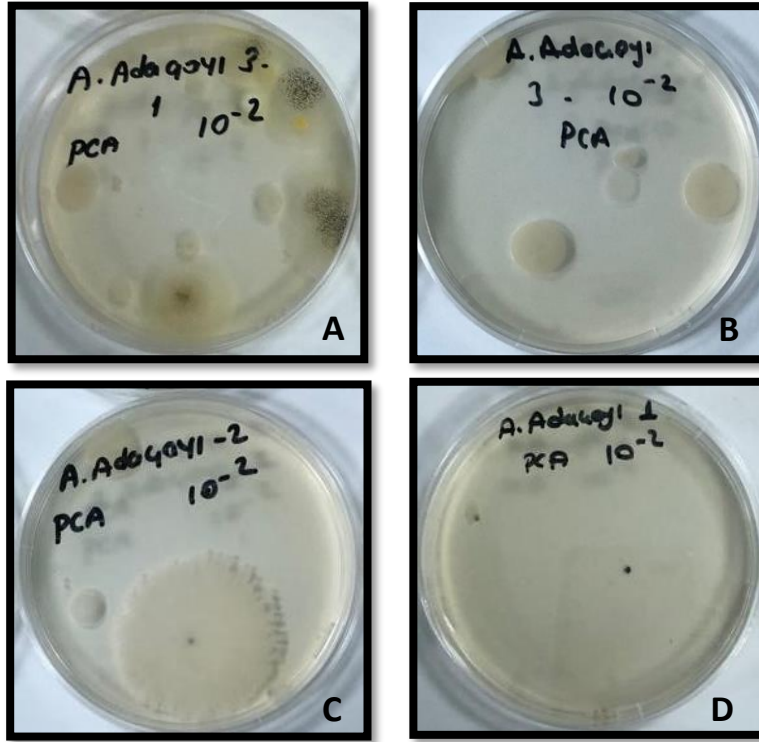
Şekil 4. 1 Kontrol grubunda depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay)



Şekil 4. 2 Sivri kekik UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay)



Şekil 4. 3 Tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay)



Şekil 4. 4 Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta depolama süresince TCS'deki değişimler (A= başlangıç, B=4.ay, C=8.ay, D=12.ay)

Depolama süresinden kaynaklanan farklılığın hangi dönemler arasında olduğunu belirlemek için Post-Hoc testlerden Tamhane testi yapılmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4. 11 Toplam canlı sayısının depolama süresi değişkenine göre hangi dönemler arasında farklılaştığını gösteren Tamhane testi sonuçları

Depolama Süresi (Toplam Canlı Sayısı)	Ortalamalar farkı	Std. Hata	p	
Başlangıç	4. ay	0.25333*	0.03880	0.000
	8. ay	0.36367*	0.04711	0.000
	12. ay	0.37017*	0.03602	0.000
4. ay	8. ay	0.11033	0.04622	0.152
	12. ay	0.11683*	0.03485	0.018
8. ay	12. ay	0.00650	0.04391	1.000

Tamhane, $p < 0.05$

Başlangıç dönemindeki toplam canlı sayısı, depolamanın diğer tüm dönemlerine göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). 4. ay ile 8. ay, 8. ay ile 12. ay arasındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmazken; 4. ay ile 12. ay arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Korelasyon sonuçlarına göre kontrol, sivri kekik UY ve tıbbi nane UY'nin uygulandığı gruplarda toplam canlı sayısı ile küf maya sayısı arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu görülmüştür (sırasıyla $r=0,805$; $0,697$; $0,632$). Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta ise toplam canlı sayısı ile hue açısı arasında pozitif korelasyon ($r= 0,736$) olduğu tespit edilmiştir.

Mikrobiyal gelişim için ortamın gaz bileşenleri oldukça önemlidir. Ortamda bulunan oksijen miktarının azaltılıp karbondioksit miktarının artırılması uzun süreli depolama amacıyla yapılan uygulamalardandır. Vakumlu paketlemelerde de amaç paket içerisindeki oksijen miktarını azaltmaktır. Ancak yapılan çalışmalar, paket içerisindeki oksijen miktarının azaltılmasından çok, paketteki karbondioksit miktarının artırılmasının mikrobiyal gelişimi daha çok inhibe ettiğini göstermektedir (Couvert ve ark., 2023). Bizim çalışmamızda da depolama süresi ile toplam canlı sayısı arasında negatif ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki depolama süresince vakumlu paket içerisindeki oksijen gazındaki azalma ile ilişkilendirilebilir. Diğer taraftan Couvert ve ark., 2017 gelişim ortamının pH değerinin de mikrobiyal gelişim açısından önemli bir parametre olduğunu bildirmişlerdir. Korelasyon sonuçlarına bakıldığında tüm gruplarda SYA değerleri ile toplam canlı sayısı arasında negatif ve önemli bir ilişki olduğu görülmektedir. SYA'nde meydana gelen değişimin ürünün pH değerinde bir değişiklik meydana getirdiği ve bu değişimin toplam canlı sayısını etkilediği düşünülebilir.

4.7 Küf Maya Sayısı (log KOB/g)

Yapılan varyans analizi sonucunda, küf-maya sayısı (log KOB/g) üzerine depolama süresi, uygulama ve depolama süresi*uygulama interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testi ($p<0.005$) sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4. 12 Küf-maya sayısı değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (Küf Maya)			
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	2.608±0.029 Aa	2.663±0.024 Aa	2.244±0.029 Ba	2.146±0.040 Ba
Sivri Kekik	2.519±0.020 Aa	2.504±0.007 Aa	2.203±0.008 Ba	2.078±0.010 Ca
Tıbbi Nane	2.470±0.027 Aa	2.438±0.019 Aab	2.220±0.025 Ba	2.058±0.014 Ba
Anadolu Adaçayı	2.473±0.057 Aa	2.201±0.050 Ab	2.321±0.029 Aa	2.164±0.067 Aa

$p_{\text{depolama süresi}}=0.000$, $p_{\text{uygulama}}=0.042$, $p_{\text{d*u}}=0.026$

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

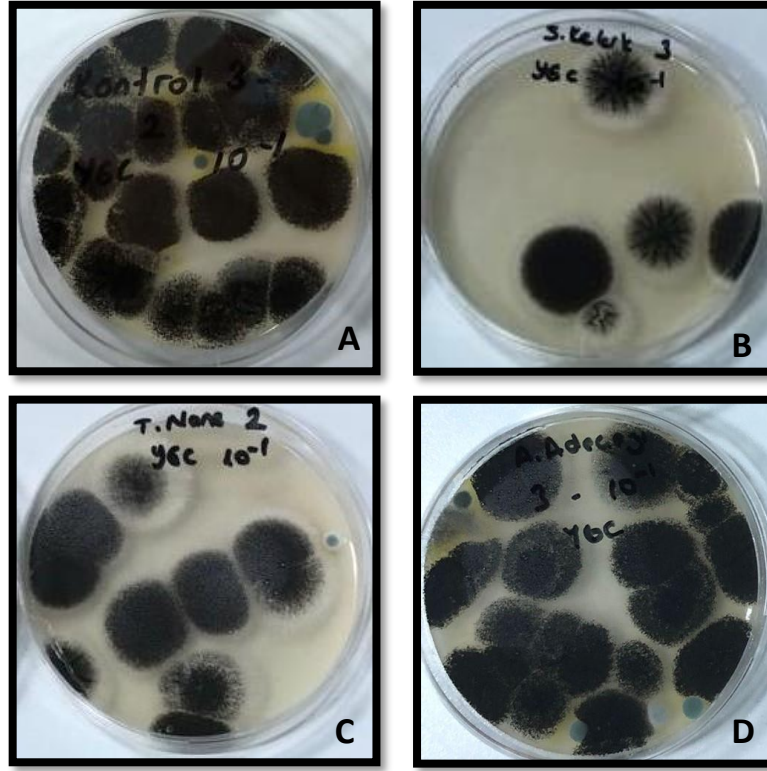
Depolama süresince uygulamaya ait ortalamalar arasındaki fark büyük harfle gösterilmiştir.

Her bir döneme ait uygulamaların ortalamaları arasındaki fark küçük harfle gösterilmiştir.

Küf-maya sayısı Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grup dışında diğer gruplarda depolama süresi arttıkça azalma göstermiştir ($p<0.05$).

Depolamanın sadece 4. ayında uygulamalar arasında bir fark meydana gelmiştir. Küf-maya sayısı bakımından Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grup daha düşük bir değer almıştır. Bunu tıbbi nane UY'nin uygulandığı grup takip etmiştir.

Genel olarak uygulamanın hemen sonrasında yapılan analizlerde küf-maya sayısı bakımından bir farklılık oluşmamıştır. Depolama süresince Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grup dışındaki diğer gruplarda küf maya sayısı azalmıştır. En düşük değer ise sivri kekik UY'nin uygulandığı grupta belirlenmiştir. Sivri kekik UY'yi kontrol, tıbbi nane UY ve Anadolu adaçayı UY takip etmiştir.(Şekil 4.5)



Şekil 4. 5 Kontrol (A), sivri kekik (B), tıbbi nane (C) ve Anadolu adaçayı (D) UY uygulaması yapılan gruplarda küf-maya gelişimi

Korelasyon sonuçlarına göre kontrol, sivri kekik UY ve tıbbi nane UY gruplarında küf-maya sayısı ile dönem (sırasıyla $r=-0,840$; $-0,936$; $-0,908$) ve FFA arasında negatif (sırasıyla $r=-0,819$; $-0,939$; $-0,885$), TVC ile aralarında pozitif (sırasıyla $r= 0,805$; $0,697$; $0,632$) bir korelasyon olduğu görülmüştür. Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grupta ise küf-maya sayısı ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür.

Çalışmamızda kullandığımız sivri kekik uçucu yağındaki karvakrol oranı %26 olarak bulunmuştur. Bunu %21,19 ile isoprophyl methyl benzene ve %20 ile gamma terpiene takip etmiştir (Çizelge 3.1). Uçucu yağların antifungal etkileri sahip oldukları yüksek fenol içeriklerinden (karvakrol gibi) kaynaklanmaktadır. Fenol bileşenlerinin, fungusun α - ve β -glukanazlarının yanı sıra kitin sentaz/kitinaz gibi hücre duvarı enzimlerine müdahale etmektedir (Adams ve ark., 1996). Sonuç olarak, funguslarda hücre organelleri, hücre membranı ve hücre duvarını bozarak gelişimlerini inhibe etmektedir (Rassoli ve ark., 2006; Taheri ve ark., 2023). Çalışma süresince tıbbi nane UY'nin uygulandığı grup ile kontrol grubu küf-maya sayısı bakımından benzer değişimler göstermiş, istatistik olarak aynı grupta yer almışlardır. Çalışmada kullanılan

tıbbi nane uçucu yağında baskın bileşen mentoldür (%31,9) (Çizelge 3.2). Griffin ve ark., 2000 çalışmasında tıbbi nane (*Mentha piperita*) de bulunan mentol, bahçe nanesinde (*Mentha spicata*) bulunan karvon etken maddesine göre daha düşük antifungal etki gösterdiği, bu etkinin karvonun suda çözünbilme özelliğinin daha iyi olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca metil asetatın da antifungal etkiyi azalttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan tıbbi nane uçucu yağında metil asetat oranı %4,02'dir. Sokovic ve ark., (2009) un yaptığı çalışma sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermiş, kekik uçucu yağı, nane uçucu yağlarına göre daha yüksek antifungal etki göstermiştir. Alexa ve ark., (2018) in yapmış olduğu çalışmada ise kekik uçucu yağının adaçayı uçucu yağına göre daha yüksek antifungal etki gösterdiği ortaya konulmuştur. Kekik, nane ve adaçayı uçucu yağlarının antifungal etkilerinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada fungal etmene bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak en yüksek etkinin sırasıyla kekik, nane ve adaçayı uçucu yağında olduğu belirtilmiştir (Adam ve ark., 1998).

4.8 Renk

L* renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Tukey testi ($p < 0.005$) sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4. 13 Renk L* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (L*)				
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay	Genel
Kontrol	64.33±0.624	66.79±0.520	68.10±0.482	65.34±0.400	66.14±0.614 b
Sivri Kekik	66.44±0.203	64.75±0.805	66.51±0.906	67.14±0.572	66.21±0.637 b
Tıbbi Nane	67.85±0.133	68.55±0.258	68.70±0.159	67.17±0.217	68.07±0.249 a
Anadolu Adaçayı	68.72±0.700	67.71±0.150	66.04±0.475	67.514±0.279	67.50±0.482 ab

$p_{\text{depolama süresi}}=0.857$, $p_{\text{uygulama}}=0.019$, $p_{\text{d*u}}=0.102$

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır

En yüksek L* değeri tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta ölçülmüştür. Daha sonra sırasıyla Anadolu adaçayı UY, sivri kekik UY ve kontrol grupları takip etmiştir. Tıbbi nane UY uygulamasının yapıldığı grup ve Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı grup en yüksek L değerine sahip olmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre L* değeri ile kontrol, sivri kekik UY ve Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı gruplarda hue açısı (sırasıyla r= 0,579; 0,642; 0,701), tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta ise b* (r=0,602) ve kroma (r=0,596) değerleri arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu görülmüştür.

a* renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi ve uygulamalar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.05). Tukey testi (p<0.005) sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4. 14 Renk a* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (a*)				
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay	Genel
Kontrol	6.338±0.099	6.465±0.036	6.343±0.154	6.767±0.229	6.478±0.138 b
Sivri Kekik	6.581±0.048	7.069±0.151	7.655±0.161	6.695±0.066	7.000±0.161 a
Tıbbi Nane	6.701±0.108	6.843±0.088	6.939±0.115	6.828±0.061	6.828±0.085 ab
Anadolu Adaçayı	6.199±0.049	7.110±0.119	6.657±0.083	6.733±0.068	6.675±0.121 ab
Genel	6.455±0.090 B	6.872±0.120 A	6.898±0.185 AB	6.756±0.110 AB	

p_{depolama süresi}=0.036, p_{uygulama}=0.019, p_{d*u}=0.137

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır

Uygulamalar arasında sivri kekik UY grubunun en yüksek a* değerine sahip olduğu görülmüştür (p<0.05). Tıbbi nane UY, Anadolu adaçayı UY ve kontrol grubu takip etmiştir. Depolama süresi arttıkça a* değeri de artış eğilimi göstermiştir (p<0.05).

Korelasyon analizi sonuçlarına göre a* değeri ile kontrol, sivri kekik UY ve Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı gruplarda hue açısı arasında negatif (sırasıyla r=-0,678; -0,898; -0,666) ve önemli bir ilişki olduğu görülmüştür. Tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta ise a* ile diğer değişkenler arasında önemli bir ilişki görülmemiştir.

b* renk değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.05). Tukey testi (p<0.005) sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4. 15 Renk b* (iç) değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (b*)			
	Başlangıç	4. Ay	8. Ay	12. Ay
Kontrol	16.727±0.235	17.595±0.437	16.561±0.314	16.071±0.355
Sivri Kekik	17.409±0.067	17.209±0.181	17.309±0.093	16.731±0.315
Tıbbi Nane	18.026±0.302	18.141±0.185	17.843±0.300	16.498±0.264
Anadolu Adaçayı	17.865±0.131	18.239±0.237	16.621±0.185	16.917±0.131
Genel	17.507±0.232 AB	17.796±0.271 A	17.083±0.259 AB	16.554±0.257 B

p_{depolama süresi}=0.009, p_{uygulama}=0.099, p_{d*u}=0.751

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır

b* değeri, depolamanın ilk 4 ayı sonunda başlangıç değerine kıyasla artış göstermiş ancak devam eden süreçte azalma eğilimine girmiştir. 12 aylık depolama sonunda başlangıç değerlerine göre daha düşük bir değer almıştır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre tüm gruplarda b* değeri ile kroma arasında pozitif ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca kontrol ve tıbbi nane UY'nin uygulandığı gruplarda hue açısı ile de pozitif ve önemli (sırasıyla r= 0,596; 0,747) bir ilişkinin olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18, Çizelge 4.20) .

Chroma değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.05). Tukey testi (p<0.005) sonuçları Çizelge 4.16'te verilmiştir.

Çizelge 4. 16 Renk Chroma değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (Chroma)			
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	17.910±0.231	18.767±0.399	17.745±0.324	17.459±0.393
Sivri Kekik	18.663±0.055	18.625±0.110	18.942±0.122	18.033±0.288
Tıbbi Nane	19.245±0.301	19.399±0.205	19.162±0.315	17.875±0.246
Anadolu Adaçayı	18.911±0.109	19.521±0.292	17.923±0.205	18.212±0.145
Genel	18.674±0.225 AB	19.078±0.260 A	18.443±0.287 AB	17.895±0.255 B

p_{depolama süresi}=0.020, p_{uygulama}=0.080, p_{d*u}=0.756

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır

Chroma değerleri 4 aylık depolama sonrasında yükselirken devam eden süreçte düşüşe geçmiştir. En düşük chroma değeri 12 aylık depolama sonunda ölçülmüştür.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, sadece tıbbi nane UY'nin uygulandığı grupta kroma ile hue açısı arasında pozitif ve önemli ($r= 0,681$) bir ilişki olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Hue değeri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süreleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tukey testi ($p<0.005$) sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4. 17 Renk hue değeri için tanıtıcı istatistikler ve Tukey testi sonuçları

Uygulamalar	Depolama Süresi (Hue)			
	Başlangıç	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	69.089±0.360	69.590±0.546	68.953±0.435	67.070±0.531
Sivri Kekik	69.160±0.186	67.600±0.638	66.131±0.416	67.984±0.456
Tıbbi Nane	69.592±0.331	69.310±0.055	68.618±0.130	67.354±0.346
Anadolu Adaçayı	70.671±0.298	68.631±0.134	68.080±0.048	68.288±0.089
Genel	69.628±0.320 A	68.782±0.431 AB	67.946±0.421 B	67.674±0.365 B

$p_{\text{depolama süresi}}=0.002$, $p_{\text{uygulama}}=0.106$, $p_{\text{d*u}}=0.263$

Çizelge, ortalama±standart hata şeklinde oluşturulmuştur.

Farklı harfleri içeren ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır

En yüksek hue değeri başlangıç döneminde ölçülmüştür. Depolama süresi arttıkça hue değeri de kademeli olarak azalmıştır. En düşük hue değeri 12 aylık depolama sonunda ölçülmüştür.

Fındık, uzun süreli depolanabilen bir üründür. Depolama süresince özellikle L* değerlerinde değişim olması beklenir. Bu değişim daha çok fındığın yağ değerlerindeki değişim ile ilişkilendirilir. Çalışmamızda sadece tıbbi nane ve Anadolu adaçayı uçucu yağının uygulandığı gruplarda SYA ile hue açısı arasında negatif ve önemli bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla $r=-0,701$; $-0,736$) (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21). Anadolu adaçayı uçucu yağı uygulanan grupta ayrıca SYA ve b* arasında da negatif ve önemli bir korelasyon bulunmuştur ($r=-0,613$).

Çizelge 4. 18 Kontrol grubunda değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri

	Ort	Standart Sapma	Dönem	Nem (%)	a_w	SYA (%)	Peroksit (meqO2/kg)	Toplam Yağ (%)	Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	L	a	b	Kroma	
Nem (%)	4,98	0,1	0,506	-											
a_w	0,56	0,02	0,204	0,652*											
SYA (%)	0,26	0,13	0,994*	0,517	0,206										
Peroksit (meqO2/kg)	0,14	0,11	0,02	0,772*	0,833*	0,064									
Toplam Yağ (%)	50,98	0,65	-0,046	-0,056	-0,152	-0,012	0,21								
Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	2,69	0,13	-0,843*	-0,251	-0,48	0,856*	0,092	0,028							
Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	2,42	0,25	-0,84*	-0,102	-0,547	0,819*	0,405	0,271	0,805*						
L	66,14	2,13	0,238	-0,015	0,169	0,272	0,158	0,228	-0,402	-0,039					
a	6,48	0,47	0,288	0,338	-0,063	0,259	0,089	-0,527	-0,327	-0,408	-0,173				
b	16,73	1,17	-0,301	-0,009	-0,306	-0,3	0,337	0,143	0,147	0,441	0,571	0,181			
Kroma	17,97	1,14	-0,244	0,046	-0,307	-0,248	0,338	0,051	0,094	0,359	0,518	0,332	0,988*		
Hue	68,68	1,72	-0,455	-0,299	-0,153	-0,431	0,158	0,548	0,351	0,647*	0,579*	0,678*	0,596*	0,464	

* p < 0.05

Çizelge 4. 19 Sivri kekik UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri

	Ort	Standart Sapma	Dönem	Nem (%)	a_w	SYA (%)	Peroksit (meqO ₂ /kg)	Toplam Yağ (%)	Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	L	a	b	Kroma
Nem (%)	4,93	0,08	0,624*											
a_w	0,56	0,02	0,015	0,226										
SYA (%)	0,26	0,12	0,995*	0,598*	0,075									
Peroksit (meqO₂/kg)	0,09	0,07	-0,005	-0,587*	-0,779*	-0,015								
Toplam Yağ (%)	51,23	0,91	-0,768*	-0,124	0,071	-0,779*	-0,306							
Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	2,67	0,21	-0,816*	-0,263	-0,166	-0,844*	-0,143	0,74*						
Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	2,33	0,2	-0,936*	-0,758*	-0,271	-0,939*	0,3	0,662*	0,697*					
L	66,21	2,21	0,208	0,552	0,227	0,199	-0,31	0,131	-0,236	-0,272				
a	7	0,56	0,193	-0,327	0,368	0,256	0,111	-0,536	-0,4	-0,235	-0,534			
b	17,17	0,63	-0,361	-0,11	0,172	-0,346	-0,039	0,227	0,175	0,288	0,421	-0,082		
Kroma	18,56	0,6	-0,286	-0,228	0,298	-0,249	-0,002	0,03	0,03	0,2	0,211	0,277	0,935*	
Hue	67,72	1,75	-0,333	0,229	-0,239	-0,379	-0,111	0,574	0,437	0,337	0,642*	-0,898*	0,51	0,171

* p < 0.05

Çizelge 4. 20 Tıbbi nane UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri

	Ort	Standart Sapma	Dönem	Nem (%)	a _w	SYA (%)	Peroksit (meqO ₂ /kg)	Toplam Yağ (%)	Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	L	a	b	Kroma	
Nem (%)	4,96	0,09	-0,069												
a_w	0,56	0,02	0,429	-0,334											
SYA (%)	0,25	0,11	0,991*	-0,175	0,464										
Peroksit (meqO₂/kg)	0,14	0,07	0,565	0,634*	-0,33	0,49									
Toplam Yağ (%)	50,9	0,98	0,071	0,068	0,19	0,018	-0,128								
Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	2,64	0,15	-0,728*	0,364	-0,157	-	0,768*	-0,341	0,209						
Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	2,3	0,19	-0,908*	0,11	-0,525	-	0,885*	-0,397	-0,332	0,632*					
L	68,07	0,86	-0,254	-0,454	-0,054	-0,168	-0,418	-0,508	-0,164	0,37					
a	6,83	0,29	0,189	-0,207	0,036	0,209	-0,021	0,001	0,021	-0,221	0,22				
b	17,63	1,05	-0,545	-0,124	-0,185	-0,491	-0,429	-0,36	0,348	0,602*	0,602*	0,46			
Kroma	18,92	1,02	-0,497	-0,141	-0,169	-0,444	-0,411	-0,346	0,331	0,547	0,596*	0,542	0,995*		
Hue	68,72	1,17	-0,742*	0,025	-0,258	-	0,701*	-0,446	-0,35	0,385	0,829*	0,449	-	0,747*	0,681*

* p < 0.05

Çizelge 4. 21 Anadolu adaçayı UY'nin uygulandığı gruptaki değişkenlere ait ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri

	Ort	Standart Sapma	Dönem	Nem (%)	a_w	SYA (%)	Peroksit (meqO ₂ /kg)	Toplam Yağ (%)	Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	L	a	b	Kroma
Nem (%)	4,9	0,12	0,014											
a_w	0,55	0,02	0,135	-0,31										
SYA (%)	0,26	0,13	0,998*	0,021	0,168									
Peroksit (meqO ₂ /kg)	0,1	0,08	-0,381	-0,343	-0,394	-0,365								
Toplam Yağ (%)	51,15	1,59	-0,476	0,67*	0,046	-0,475	-0,475							
Toplam Canlı Sayısı (log KOB/g)	2,71	0,23	-0,779*	0,208	0,121	-0,771*	0,101	0,605*						
Küf Maya Sayısı (log KOB/g)	2,29	0,2	-0,469	0,043	0,299	-0,486	-0,324	0,423	0,43					
L	67,5	1,67	-0,371	0,443	-0,385	-0,366	0,217	0,367	0,265	-0,113				
a	6,68	0,42	0,321	-0,46	-0,379	0,293	0,193	-0,517	-0,529	-0,565	-0,152			
b	17,41	0,87	-0,601*	0,035	-0,598*	-0,613*	0,463	0,229	0,317	-0,213	0,619*	0,387		
Kroma	18,64	0,88	-0,491	-0,039	-0,586*	-0,508	0,441	0,144	0,218	-0,295	0,531	0,53	0,985*	
Hue	68,92	1,19	-0,756*	0,492	-0,13	-0,736*	0,207	0,648*	0,736*	0,334	0,701*	0,666*	0,422	0,268

* p < 0.05

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyada yaklaşık 300 uçucu yağın ticaretinin yapıldığı ve 2024 yılı uçucu yağ ticaretinin yaklaşık 14 milyar dolar olduğu bilinmektedir. Bitkisel kökenli olan bu ürünler aroma ve koku özelliklerinin yanında antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri ile de ön plana çıkmaktadırlar. Bu özellikleri ile gıdaların muhafazasında sentetik kimyasallara alternatif olma potansiyeli göstermektedirler.

Bu çalışmada da natürel iç fındığın muhafazasında sivri kekik, tıbbi nane ve Anadolu adaçayı uçucu yağları kullanılmıştır. İncelenen özellikler bakımından nem, küf-maya sayısı, L* ve a* değerleri üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistik olarak önemli bulunmuştur. a_w , SYA, peroksit, toplam yağ, toplam canlı sayısı, b*, kroma ve hue değerlerinin değişiminde depolama süresi etkili olmuştur ($p<0,05$).

Küf-maya sayısını en çok düşüren uygulama, sivri kekik UY uygulaması olmuştur. Yine aynı uygulamada L* değeri düşerken, a* değeri anlamlı bir şekilde artmıştır. Ancak renkteki bu değişim tüketimi engelleyecek seviyede olmamıştır. SYA, peroksit ve toplam canlı sayılarının genel olarak uçucu yağ uygulanan gruplarda daha düşük olduğu görülmektedir. Bu değişim istatistik olarak önemli bulunmadığı için anlamlı bir düşüş olarak ifade edilememektedir. Düşüş eğilimi dikkate alınarak farklı dozların uygulandığı yeni çalışmalar planlanabilir. Ayrıca korelasyon sonuçları dikkate alındığında, uygulama gruplarında farklı parametreler arasında ilişkiler olduğu görülmektedir. Bu durum uçucu yağların meyve dokusunda farklı etkiler göstermiş olabileceği fikrini ortaya çıkarmaktadır. Uçucu yağların meyve dokularına olan etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda dokulardaki değişikliğin de incelenmesi faydalı olacaktır.

Bu çalışmada kullanılan uçucu yağlar dikkate alındığında, natürel iç fındığın depolanmasında hem antimikrobiyal etkisi hem de meyve özelliklerini koruması bakımından sivri kekik uçucu yağının alternatif olabileceği söylenebilir. Ancak sivri kekik uçucu yağının bu etkisi, sadece içeriğinde yüksek oranda bulunan karvakrol ile ilişkilendirilmemeli, bileşenlerin birbirleri ile olan ilişkileri de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca bu uçucu yağların gıdalardaki kullanımlarında alerjik

zellikleri de dikkate alınmalı ve tüketiciyi bilgilendirici etiketlerin bulundurulması unutulmamalıdır.

6.KAYNAKÇA

- Abdolahi, Ali & Hassani, Abbas & Ghosta, Youbert & Bernousi, Iraj & Meshkatsadat, Mohammad. (2013). In vitro Efficacy of Four Plant Essential Oils against *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. and *Mucor piriformis* A. Fischer. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 13. 97-107. 10.1080/0972060X.2010.10643796.
- Abdulrazaq, S. M. (2018). Application of nanoparticles and oregano (*Origanum Vulgare*) essential oil against gray mold disease agent (*Botrytis cinerea*) on tomato. M. Sc. Thesis, Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Agricultural Sciences and Technologies, Kayseri.
- Adal, E., (2012) *The effect of oregano and rosemary essential oils on shelf life of pistachio nut puree* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., & Arsenakis, M. (1998). Antifungal activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5), 1739-1745.
- Adams, S., Kunz, B., & Weidenbörner, M. (1996). Mycelial deformations of *Cladosporium herbarum* due to the application of eugenol or carvacrol. *Journal of Essential Oil Research*, 8(5), 535-540.
- Akar, A. (2016). Tombul, palaz ve kalınkara fındık çeşitlerinde elle ve patozla ayıklanmış örneklerde depolama süresince meydana gelen kalite değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Akçin, Y. (2018). Damla sulama yönteminde farklı sulama uygulamalarının tombul fındık çeşidinde depolama kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Alexa, E., Sumalan, R. M., Danciu, C., Obistioiu, D., Negrea, M., Poiana, M. A., ... & Dehelean, C. (2018). Synergistic antifungal, allelopathic and anti-proliferative potential of *Salvia officinalis* L., and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Molecules*, 23(1), 185.
- Alkın, G. (2023). Geççi ve ihracata yönelik şeftali çeşitlerinde uçucu yağ emdirilmiş map uygulamalarının depolama kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Alkın, G., Şeker, M., & Kaynaş, K. (2022). Anet 55 Şeftali Çeşidinin Depolanmasında Uçucu Yağ Emdirilmiş Modifiye Atmosfer Paketlemenin Kalite Özelliklerine Etkileri.
- Álvarez-García, S., Moumni, M., & Romanazzi, G. (2023). Antifungal activity of volatile organic compounds from essential oils against the postharvest

pathogens *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructicola*, *Monilinia fructigena*, and *Monilinia laxa*. *Frontiers in plant science*, 14, 1274770. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1274770>

- Amal, & El-Mogy, Mohamed & Aboul Anean, Hosam & Alsanius, Beatrix. (2010). Improving Strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*. 2(3), 88-97
- Aminifard, M. H., & Mohammadi, S. (2013). Essential oils to control *Botrytis cinerea* in vitro and in vivo on plum fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 348-353.
- Amorati, R., Foti, M. C., & Valgimigli, L. (2013). Antioxidant activity of essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(46), 10835-10847.
- Anonim, (1989). Mikrobiyoloji-Maya ve Küf Sayımında Genel Kurallar- 250C'de Koloni Sayım Tekniği, Türk Standartları Enstitüsü, TS 6580, Ankara.
- Anonim, (1990a). Oils and fats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th. Ed., p: 485-518. Washington DC, USA- (Erişim tarihi: 10.5.2024)
- Anonim, (1990b). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, 5th Ed., American Oil Chemist Society, Illinois, USA. (Erişim tarihi: 10.5.2024)
- Anonim, (2004). Metil Bromür'ün Tarımda Kullanımının Azaltılması Hakkında Yönetmelik (mevzuat.gov.tr) (Erişim tarihi: 21.04.2024)
- Anonim, (2014). Fındık Araştırma enstitüsü Müdürlüğü (FAEM), Gıda olarak fındığın değeri. <http://arastirma.tarim.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=29>- (Erişim tarihi: 21.4.2024)
- Anonim, (2024a). Sezonlara göre aylık ihracat rakamları. Karadeniz İhracatçılar Birliği. <https://kib.org.tr/files/Sezonluk04.pdf>- (Erişim tarihi: 21.4.2024)
- Anonim, (2024b). Trade Map - List of exporters for the selected product in 2022 (All products) (Erişim tarihi: 22.04.2024)
- Ansarifar, Elham & Moradinezhad, F.. (2021). Preservation of strawberry fruit quality via the use of active packaging with encapsulated thyme essential oil in zein nanofiber film. *International Journal of Food Science & Technology*. 56. 10.1111/ijfs.15130.
- Arras, G. & Usai, M. (2001). Fungitoxic Activity of 12 Essential Oils against Four Postharvest Citrus Pathogens: Chemical Analysis of *Thymus capitatus* Oil and its Effect in Subatmospheric Pressure Conditions. *Journal of food protection*. 64. 1025-9. 10.4315/0362-028X-64.7.1025.
- Ashour, L. H. (2018). Control of gray mold disease agent *Botrytis cinerea* on cucumber *Cucumis sativus* by peppermint *Mentha piperita* L. Essential oil mixed nanoparticles. M. Sc. Thesis, Erciyes University, Graduate School of Natural

and Applied Sciences, Department of Agricultural Sciences and Technologies, Kayseri.

- Atay, M., & Soylu, S. (2023). Kurutmalık Biber Meyvelerinde İç Çürüklüğüne Neden Olan Bazı Fungal Etmenlere Karşı Bitki Uçucu Yağlarının in vitro Antifungal Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi*, 26(1), 76-89. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1085859>
- Babapour, H., Jalali, H., Nafchi, A. M., & Jokar, M. (2022). Effects of Active Packaging Based on Potato Starch/Nano Zinc Oxide/Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) Essential Oil on Fresh Pistachio during Cold Storage. *Journal of Nuts*, 13(2), 105-123. <https://doi.org/10.22034/jon.2022.1941353.1129>
- Bağcı, Yavuz & Dural, H. & Arslan, Derya & Özcan, Mehmet. (2008). Inhibition of Some Fungi by Essential Oil of *Thymbra sintenesii* Bornm. et Aznav. subsp. *isaurica* in Model System. *Jeobp*. 11. 10.1080/0972060X.2008.10643635.
- Basaran, P., & Akhan, Ü. (2010). Microwave irradiation of hazelnuts for the control of aflatoxin producing *Aspergillus parasiticus*. *Innovative food science & emerging technologies*, 11(1), 113-117.
- Basile, A., Rigano, D., Sorbo, S., Conte, B., Rosselli, S., Bruno, M., & Senatore, F. (2013). Antibacterial and antifungal activities of *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link essential oil from Sicily. *Natural product research*, 27(17), 1548–1555. <https://doi.org/10.1080/14786419.2012.734821>
- Baş, F. (1990). Önemli fındık çeşitlerinin değişik sıcaklık ve nem koşullarında muhafazaları üzerine bazı ambalaj malzemelerinin etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 45-53.
- Beikzadeh, N., & Afzali, H. and. (2020). Impact of six essential oils on strawberry gray mold. *Plant Pathology Science*, 9(1). <https://doi.org/10.29252/pp.9.1.129>
- Bilici, S. (2019). Uçucu yağ (UY) ve arbusküler mikorhizal fungus'un (AMF) domates kök ve kök boğazı çürüklüğü *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Radicis lycopersici* (FORL) hastalığına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı, Van.
- Boghorı, P., Latifi, Z., Ebrahimi, P., & Dehghan, L. (2020). Effect of whey protein concentrate-Shiraz thyme (*Zataria multiflora*) essential oil coating on the shelf life of peanut. *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 10(4-2020), 131-138.
- Bostan, S. Z., & Güler, S. K. (2016). Kabuklu olarak depo edilen bazı fındık çeşitlerinde kalite değişimleri. *Bahçe*, 45(2), 41-53.
- Chen, C., Cai, N., Chen, J., & Wan, C. (2019). Clove essential oil as an alternative approach to control postharvest blue mold caused by *Penicillium italicum* in citrus fruit. *Biomolecules*, 9(5), 197.

- Cindi, M. D., Soundy, P., Romanazzi, G., & Sivakumar, D. (2016). Different defense responses and brown rot control in two *Prunus persica* cultivars to essential oil vapours after storage. *Postharvest Biology and Technology*, 119, 9-17.
- Clerck, CD., Maso, SD., Parisi, O., Dresen, F., Zhiri, A. & Jijakli, MH. (2020). Screening of antifungal and antibacterial activity of 90 commercial essential oils against 10 pathogens of agronomical importance. *Foods*, 9(10), 1418.
- Couvert, O., Guégan, S., Hézard, B., Huchet, V., Lintz, A., Thuault, D., & Stahl, V. (2017). Modeling carbon dioxide effect in a controlled atmosphere and its interactions with temperature and pH on the growth of *L. monocytogenes* and *P. fluorescens*. *Food Microbiology*, 68, 89-96.
- Couvert, O., Koullen, L., Lochardet, A., Huchet, V., Thevenot, J., & Le Marc, Y. (2023). Effects of carbon dioxide and oxygen on the growth rate of various food spoilage bacteria. *Food Microbiology*, 114, 104289.
- Cui, H., Zhang, X., Zhou, H., Zhao, C., & Lin, L. (2015). Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil. *Botanical studies*, 56, 1-8.
- Çalikoğlu, E. (2008). Fındıkların uçucu yağ içeren yenilebilir protein filmlerle kaplanmasının depolama sırasındaki oksidatif stabilite ve duyu kalite üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Çavuşoğlu, Şeyda & İşlek, Fırat & Yılmaz, Nurettin & Tekin, Onur. (2020). Kayısıda (*Prunus Armeniaca* L.) Metil Jasmonate, Sitokinin ve Lavanta Yağı Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 30. 136-146. 10.29133/yyutbd.679851.
- Çiftci, H. N., Kaynaş, K., & Kuzucu, F. C., (2022). California Wonder (*Capsicum annum* L.) Biberlerinin Muhafazasında Bitkisel Uçucu Yağlar Emdirilmiş Modifiye Atmosfer Paketlemenin Kaliteye Etkileri . 3. Çanakkale Tarımı Sempozyumu (pp.34-46). Çanakkale, Turkey
- Dawidowicz, A. L., & Olszowy, M. (2014). Does antioxidant properties of the main component of essential oil reflect its antioxidant properties? The comparison of antioxidant properties of essential oils and their main components. *Natural product research*, 28(22), 1952-1963.
- Demirci Ercoşkun, T. (2009). Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine araştırmalar (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara).
- Demirkol, F. (2021). Farklı bitki uçucu yağ ve isotiocyanate'ların domates fungal hastalık etmeni *Neoscytalidium dimidiatum*'a karşı in vitro koşullarda antifungal etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı, Hatay.
- Elgayyar, M., Draughon, F. A., Golden, D. A., & Mount, J. R. (2001). Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of food protection*, 64(7), 1019-1024.

- Elshafie, H. S., Mancini, E., Sakr, S., De Martino, L., Mattia, C. A., De Feo, V., & Camele, I. (2015). Antifungal Activity of Some Constituents of *Origanum vulgare* L. Essential Oil Against Postharvest Disease of Peach Fruit. *Journal of medicinal food*, 18(8), 929–934. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0167>
- Erdurmuş, M. E. (2023). Hayward kivi çeşidinde siegafresh ve farklı uçucu yağların depolama süresinde meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Eroğlu, O. (2019). Farklı ambalaj malzemelerinin ve depolama sıcaklıklarının çiğ ve kavrulmuş fındıkların kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Esfahani, A., Ehsani, M. R., Mizani, M., & Mohammadi Nafchi, A. (2020). Application of bio-nanocomposite films based on nano-TiO₂ and cinnamon essential oil to improve the physiochemical, sensory, and microbial properties of fresh pistachio. *Journal of Nuts*, 11(3), 195-212.
- Feng, W., & Zheng, X. (2007). Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. *Food Control*, 18(9), 1126-1130. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.017>
- Ghirardello, D., Contessa, C. E. C. I. L. I. A., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, L., Gerbi, V., & Botta, R. (2013). Effect of storage conditions on chemical and physical characteristics of hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 81, 37-43.
- Göksel, Z. & Aksoy, U. (2017). Bazı Kiraz Çeşitlerinde Uygulanan Ön İşlemlerin Depolama Süresince Epikateşin ve Klorojenik Asit Miktarına Etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 6. 207-214. 10.17100/nevbiltek.333577.
- Göksel, Z. (2011). Bazı Ön İşlemlerin Kirazın Depolama Süresine Etkileri (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir).
- Gözek, N. (2007). Bitkisel kökenli sarımsak ile soğan uçucu yağlarının ve bazı aktif bileşenlerinin kırma un biti (*Tribolium confusum* du Val.)nin gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisi. Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Griffin, S. G., Markham, J. L., & Leach, D. N. (2000). An agar dilution method for the determination of the minimum inhibitory concentration of essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, 12(2), 249-255.
- Guerra, I. C. D., de Oliveira, P. D. L., de Souza Pontes, A. L., Lúcio, A. S. S. C., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., Madruga, M. S., & de Souza, E. L. (2015). Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha × villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. *International journal of food microbiology*, 214, 168–178. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.08.009>
- Gutierrez Pozo, Maria & Serna Escolano, Vicente & Giménez Berenguer, Marina & Giménez, M.J. & Zapata, Pedro. (2023). The Preharvest Application of

Essential Oils (Carvacrol, Eugenol, and Thymol) Reduces Fungal Decay in Lemons. *Agriculture*. 13. 1437. 10.3390/agriculture13071437.

- Güner, E., Evrenosoğlu, Y., & Mertoğlu, K. (2022). Derim Sonrası Farklı Dozlarda Kekik ve Lavanta Yağının Fuji Elma Çeşidinin Kalite Korunumu Üzerine Etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 64-69. <https://doi.org/10.54975/isubuzfd.1081961>
- Hashemi, M., Dastjerdi, A. M., Shakerardekani, A., & Mirdehghan, S. H. (2021). Effect of alginate coating enriched with Shirazi thyme essential oil on quality of the fresh pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of food science and technology*, 58(1), 34–43. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04510-6>
- Hou, T., Sana, S. S., Li, H., Xing, Y., Nanda, A., Netala, V. R., & Zhang, Z. (2022). Essential oils and its antibacterial, antifungal and anti-oxidant activity applications: A review. *Food Bioscience*, 47, 101716.
- Imen, Dridi & Landoulsi, Ahmed & Smirani, Nadia. (2023). Application of Essential Oils on Active Packaging Systems. 10.5772/intechopen.113069.
- İşcan, G., Kirimer, N., Kürkcüoğlu, M., Başer, H. C., & Demirci, F. (2002). Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(14), 3943-3946.
- Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H. ve Yao, W. (2019). Gıda muhafazasında uçucu yağ ile yenilebilir kaplamanın uygulanması. *Gıda Bilimi ve Beslenmede Eleştirel İncelemeler*, 59 (15), 2467–2480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>
- Karakuş, S. (2023). Hasat sonrası uygulanan bazı uçucu yağların elmalarda botrytis cinerea ve meyve besin içeriğine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(3): 583–590.
- Karaosmanoğlu, H. (2012). Geleneksel yöntemle depolanan kabuklu fındıkların antioksidan kapasitesindeki değişim. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Karaosmanoğlu, H., & Üstün, N. Ş. (2019). Variations in fatty acid composition and oxidative stability of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties stored by traditional method. *Grasas y Aceites*, 70(1), e288-e288.
- Kaya, Ü. (2009). İznik'te yetiştirilen Gemlik zeytininin ve yağının bazı fiziksel, kimyasal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi.
- Kılıç, Ö. (2019). Bazı bitkilerde uçucu yağların biyoaktif ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu.
- Kırca, R. T. (2022). Korunga yem bitkisinde tohum kökenli *Alternaria alternata*'nın uçucu yağlar ile mücadele olanaklarının araştırılması (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).

- Koç Güler, S. (2015). Gama ışını uygulamalarının natürel iç fındıkta depolama kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Koç Güler, S. (2022). Change in water activity of some Turkish hazelnut cultivars at different moistures and temperatures. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(1), 67-76. <https://doi.org/10.29278/azd.990026>
- Koçak R, Boyraz N (2006). Bazı bitki uçucu yağlarının fungusital ve fungistatik etkileri. , 76 - 81.
- Koyuncu, M. A., Islam, A., & Küçük, M. (2005). Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage. *Grasas Y Aceites*, 56(4), 263–266. <https://doi.org/10.3989/gya.2005.v56.i4.91>
- Köksal, A. İ., (2002). Türk Fındık Çeşitleri. Ankara Üniversitesi Yayınları, ISBN 975-92886-0-5, Ankara, 136s.
- Köksal, A. İ., Artık, N., Şimşek, A., & Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515.
- Köse, F. (2007). Turunçgillerde hasat sonrası patojenlere karşı bazı bitki uçucu yağlarının antifungal etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı, Hatay
- Lopez-Reyes, J. G., Spadaro, D., Prella, A., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2013). Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rots caused by fungi on different stone fruits in vivo. *Journal of food protection*, 76(4), 631–639. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-342>
- Marandi, R. J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., & Sefidkon, F. (2011). Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on pear with *Thymus kotschyanus*, *Ocimum basilicum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *J Med Plants Res*, 5(4), 626-634.
- Marinelli, L., Di Stefano, A., & Cacciatore, I. (2018). Carvacrol and its derivatives as antibacterial agents. *Phytochemistry reviews*, 17, 903-921.
- Mirdehghan, S. H., Pirzad, F., Pireh, S., Hashemi, M., & Valero, D. (2023). Impact of Menthol and Thymol in Combination with Modified Atmosphere Packaging for the Safety and Quality Retention of Apricot Fruits during Cold Storage. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(4), 513-522. doi: 10.22059/ijhst.2023.347236.581
- Oyman, B. U. (2017). Essential oil analysis of some plant species and antimicrobial activities. Master's Thesis, Yeditepe University, Institute of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics, İstanbul.
- Özdemir, M. (2003). Fındık Hasadı ve Hasat Sonrası İşlemleri ile Fındık İşleminde Kritik Kontrol Noktaları Tehlike Analizi. *Gıda*, 28(1).
- Özsoy, E. (2023). Bazı bitki uçucu yağlarının fındıkta tahripkar külleme hastalığı etmeni *Erysiphe corylacearum*'a karşı *in vitro* antifungal etkinliğinin

belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ordu.

- Öztürk, B., Sali, K., Akgün, M., Ateş, U. (2023). Kurutma Koşulları ve Meyve Büyüklüğünün Depolama Süresince Fındık Çeşitlerinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(Özel Sayı), 133-144. <https://doi.org/10.29278/azd.1350084>
- Rasooli, I., Rezaei, M. B., & Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. *Food control*, 17(5), 359-364.
- Reang, SP., Mishra, JP. & Prasad, R. (2020). In vitro antifungal activities of five plant essential oils against *Botrytis cinerea* causing gray mold of orange. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 1046-1048.
- Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2013). In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils. *Food control*, 30(2), 386-392.
- Said Omar, M. (2019). Domates erken yanıklığı etmeni *Alternaria solani* (ell.ve mart.) Jones ve grout. Mücadelesinde uçucu yağların antifungal aktivitelerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji Bilim Dalı, Erzurum.
- Sali, K. (2022). Farklı koşullarda kurutulmuş ‘Çakıldak’, palaz ve tombul fındık çeşitlerinin depolama süresince kalite değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Santos, N. S., Athayde Aguiar, A. J., de Oliveira, C. E., Verissimo de Sales, C., de Melo E Silva, S., Sousa da Silva, R., Stamford, T. C., & de Souza, E. L. (2012). Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). *Food microbiology*, 32(2), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.07.014>
- Sayın, A. Ü. (2019). Bazı bitki uçucu yağlarının antibakteriyel etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Nevşehir.
- Schwarz, K., Ernst, H., & Ternes, W. (1996). Evaluation of antioxidative constituents from thyme. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(2), 217-223.
- Shakerardekani, A., Hashemi, M., Shahedi, M., & Mirzaalian Dastjerdi, A. (2021). Enhancing the quality of fresh pistachio fruit using sodium alginate enriched with thyme essential oil. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(1), 65-82.
- Sharafi, Y., Rabiei, V., Shirzadeh, E., & Rabbianpourani, H. (2011). Effect of thyme and lavender essential oils on the qualitative and quantitative traits and storage

- life of apple ‘Jonagold’ cultivar. *Journal of Medicinal Plants Research*, (5 (23)).
- Soković, M. D., Vukojević, J., Marin, P. D., Brkić, D. D., Vajs, V., & Van Griensven, L. J. (2009). Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. *Molecules*, 14(1), 238-249.
- Şeyhoğlu Akbaş, H.E., 2019. İç Fındıkta Ozon Gazı Uygulamasının Mikrobiyel Gelişime Ve Kimyasal Kalite Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Taheri, P., Soweizy, M. ve Tarighi, S. (2023). Tahıllarda patojen olan bazı önemli mantar ve bakterilerin kontrolü için uçucu yağların uygulanması. *Doğal Pestisit Araştırma Dergisi*, 6, 100052.
- Taner Kırca, R. (2022). Korunga yem bitkisinde tohum kökenli *Alternaria alternata*'nın uçucu yağlar ile mücadele olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Taş, L. (2015). Elmada mavi küf etmeni *Penicillium expansum*'a karşı bazı bitki uçucu yağlarının etkilileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Isparta.
- Turan, A. (2017). Fındıkta kurutma yöntemlerinin meyve kalitesi ve muhafazası üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Turan, A. (2019). Effect of drying on the chemical composition of ‘Çakıldak’ (cv) hazelnuts during storage. *Grasas y Aceites*, 70(1), e296-e296.
- Turan, A., & İslam, A. (2016). ‘Çakıldak’ fındık çeşidinde kurutma ortamları ve muhafaza süresine bağlı olarak meydana gelen değişimler. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 272-285.
- Turan, A., & İslam, A. (2018). Effect of drying methods on some chemical characteristics of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) during storage. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8(3), 11-19.
- Turan, A., & Karaosmanoğlu, H. (2019). Effect of drying methods on long term storage of hazelnut. *Food science and Technology*, 39, 406-412.
- Tutkun Şıvgın, E. (2017). Öjenol ve timol uçucu yağlarının *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* gelişimi ile aflatoksin oluşumu üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Türkmen, M. (2019). Uçucu yağ mikroemülsiyonlarının beyaz küf hastalığı etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı *in vitro* ve *in vivo* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay.

- Tzortzakis N, Xylia P, Chrysargyris A. (2019) Sage Essential Oil Improves the Effectiveness of *Aloe vera* Gel on Postharvest Quality of Tomato Fruit. *Agronomy*. 9,635. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100635>
- Tzortzakis N. (2024) *Origanum dictamnus* Essential Oil in Vapour or Aqueous Solution Application for Pepper Fruit Preservation against *Botrytis cinerea*. *Agronomy*. 14(2):257. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020257>
- Vitoratos, Andrew & Bilalis, D. & Karkanis, Anestis & Efthimiadou, Aspasia. (2013). Antifungal Activity of Plant Essential Oils Against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 41. 86-92. 10.15835/nbha4118931.
- Wang, Chien Y., Shioh Y. Wang, Jun-Jie Yin, John Parry, ve Liangli Lucy Yu.(2007) “Enhancing Antioxidant, Antiproliferation, and Free Radical Scavenging Activities in Strawberries with Essential Oils”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, sy 16: 6527-32. <https://doi.org/10.1021/jf070429a>.
- Xylia, P., Chrysargyris, A., Ahmed, Z. F., & Tzortzakis, N. (2021). Application of rosemary and eucalyptus essential oils and their main component on the preservation of apple and pear fruits. *Horticulturae*, 7(11), 479.
- Yaşar, K. (2018).Hasat sonrası uygulanan ozon gazı ve kimyon (*Carum carvi* L.) uçucu yağının kivi (*Actinidia deliciosa* L.) meyve ve muhafaza kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, Kocaeli.
- Yelboğa, B. (2021). Asmada kurşuni küfe (*Botrytis cinerea*) karşı timol, ögenol ve 1,8-sineol uçucu yağ bileşenlerinin antifungal etkilerinin belirlenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Hakkari Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Hakkari.
- Yılmaz, A. (2012). Bazı bitki uçucu yağlarının hasat sonrası fungal meyve çürüklüğü etmenlerine karşı *in vitro* ve *in vivo* etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya.
- Yılmaz, F. (2019). Uçucu yağların çilekte (*Fragaria X Ananassa* Duch.) hasat sonrası depolama süresi ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, Kocaeli.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Gizem KURNAZ
Doğum Yeri	Trabzon
Doğum Tarihi	09.12.1988
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Atatürk Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Matematik
Mezuniyet Yılı	2011
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bahçe Bitkileri
Mezuniyet Yılı	2021
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokunun.