

Oz

Abstract

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2017/26)’ne göre Natürel zeytinyağı kategorisinde doğal hali ile tüketilebilen natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağ olmak üzere iki zeytinyağı tipi vardır. Aynı tebliğde rafine pirina yağı da mevcut olup, şu şekilde tanımlanmıştır: “Ham pirina yağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmesi sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağ ifade eder”. Son yıllarda değişen iklim koşulları özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklık zeytin verimini ve özellikle kalitesini düşürmektedir. Bunun yanında serbest yağ asitliği yüksek olan yağ miktarında artış gerçekleşmektedir. Tüm bu olumsuzluklar dikkate alındığında natürel zeytinyağı miktarında ve fiyatında ciddi artışlar meydana gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı piyasada rafine pirina yağı daha uygun fiyat sergilemesinden dolayı daha fazla yer almakta ve tercih edilmektedir. Rafine pirina yağı rafineasyona tabi tutulması ve üretim koşullarına bağlı olarak nötr tat ve kokuda bir yağ olmasının yanısıra fenolik madde miktarının da oldukça düşük olması, natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağına kıyasla rafine pirina yağının önemli dezavantajları olarak değerlendirilmektedir.

Baharatlar ve aromatik bitkiler, eski çağlardan beri gıdaların aroması, rengi ve muhafazası için kullanılmıştır. Bu materyallerden farklı yöntemler kullanılarak elde edilen uçucu yağlar, antioksidan, antimikrobiyal, anti-inflamatuvar, anti-kanserojen ve akaridal aktiviteler gibi çok çeşitli biyolojik aktiviteleri nedeniyle özel ilgi görmüştür (Harris ve ark., 2010; Sharma ve ark., 2023). Uçucu yağların biyolojik aktiviteleri yanında doğal aroma kaynakları olup, aroma üretimi, kozmetik, eczacılık ve gıda gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Gıda sanayinde tercih edilmesinin en önemli nedenleri uçucu yağların güçlü antioksidan aktiviteleri ve kullanıldıkları gıda matrisinde farklı aromalar sağlamalarıdır (Konfo ve ark., 2023; Oubannin ve ark., 2024).

Aromalı zeytinyağları, marketlerde kısıtlı miktarda da olsa bulunabilmektedir. Aromalı zeytinyağı üretiminde, ham madde olarak farklı aromatik bitkiler ve meyveler kullanılabilmektedir. Bunun yanında kullanılan zeytinyağı tiplerini ise ağırlıklı olarak natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağı oluşturmaktadır. Üretimde genellikle klasik bir yöntem olan maserasyon yöntemi tercih edilmektedir (Lamas ve ark., 2022).

Maserasyon yöntemi oldukça basit bir uygulama olup, aromatik bitkiler yağ ile belli süre karıştırılarak bitkilerdeki aroma bileşenlerin yağa geçmesi sağlanmaktadır. Buna karşın bu yöntemde bitkilerden istenmeyen aroma bileşenleri, mumlar ve acılık hissi oluşturan bileşenlerin de yağa geçmesi söz konusu olmaktadır. Bu durum yağların duyuşal özelliklerini ve oksidatif stabiliteyi olumsuz etkileyebilmektedir. Öte yandan, aromatik bitkilerin mevsimselliği, aromalı yağların üretiminde yıl boyunca kullanılmalarına izin vermez (Benkhoud ve ark., 2022).

Uçucu yağlar, doğal aroma kaynakları olması ve bileşiminde safsızlıklar içermemesi nedeni ile son yıllarda bitkisel yağların ve zeytinyağlarının aromatize edilmesinde kullanılmaktadır. Moldão- Moldão-Martins ve ark. (2004), *Mentha piperita* L. ve *Thymus mastichina*, Asensio ve ark. (2011) *Origanum vulgare* L., Kıralan ve ark. (2021), *Micromeria fruticosa*, *Origanum onites*, *Thymus vulgaris* ve *Laurus nobilis*,

Benkhoud ve ark. (2022), *Piper nigrum* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Citrus sinensis* L., *Thymus vulgaris* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Schinus terebinthifolius* L. uçucu yağlarını natürel sızma zeytinyağını aromatzize etmede kullanmışlardır. Duyusal ve oksidatif stabilize açısından yapılan değlerlendirmeler, uçucu yağ ilavesinin oksidatif stabilize ve duyusal kaliteye katkıları sağlandığını göstermiştir.

Uçucu yağ ile aromatzize edilen zeytinyağlarında genellikle natürel sızma yağ kullanıldığı ve ayrıca aromatzize etmede kullanılan uçucu yağlardan sadece bilyalı kekik uçucu yağının (*Origanum onites* L.) da sadece Kiralan ve ark. (2021), çalışmasında kullanıldığı ve bu çalışmada uçucu bileşenlerin değışimi üzerinde durulduğı görölmektedir. Son dönemde piyasada kendine yer edinen rafine pirina yağının aromatzize edilmesi yanında oksidatif stabilitesinin incelenmesi üzerine řu ana kadar herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan çalışma ile bilyalı kekik uçucu yağının farklı oranlarda (%0,05, % 0,1, % 0,3 ve %0,5) rafine pirina yağına ilave edilerek aromatzize edilmesi ve akabinde duyusal açıdan beğenilen aromatzik yağın seçilmesi ve kontrol örneğı ile termal ve ışık altında oksidatif stabilitelelerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Rafine pirina yağı, Balıkesir ilinde üretim faaliyeti gösteren GÜVEN ASA firmasından temin edilmiş ve analizler yapılcaya kadar karanlık ve serin bir ortamda saklanmıştır. Bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) yağı, Balıkesir ilinde faaliyet gösteren Balıkesir Büyükşehir Belediyesi Çiftçi Eğitim Şube Müdürlüğünden (BAÇEM) temin edilmiş ve analiz edilene kadar buzdolabı sıcaklığında saklanmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Bilyalı kekik uçucu yağ ve rafine pirina yağ örneklerinin karakterizasyonu

Bilyalı kekik uçucu yağının bileşimi GC - MS (Shimadzu marka) cihazında (QP2020NX model) ve kapiler kolon (RTX Sil 5 MS (30 m x 0.25 mm iç kalınlığı, 0.25 µm film kalınlığı) kullanılarak belirlenmiştir. Uçucu yağ metanol ile seyreltilerek 1 µl kadar uçucu yağ silika kapiler kolona enjekte edilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak He gazı 1mL/dak akış hızında kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250°C’da sabit tutulmuş, kolon sıcaklık programı 40°C (5 dakika bekleme), 40°C’den 300°C’ye 4°C/dakika artacak şekilde sıcaklık artışı ve 300°C (20 dakika bekleme) olacak şekilde programlanmıştır. Kütle dedeksiyonu için tarama aralığı (m/z) 29-425 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV olarak uygulanmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin teşhisi yapılırken Wiley, NIST ve FFNSC kütüphanelerinin sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzde oranları tespit edilmiştir.

Piyasadan temin edilen rafine pirina yağı örneğinde serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değeri (K_{232} ve K_{270}), AOCS (2005)’nin resmi analiz metotlarından sırası ile Ca 5a-40, Cd 8-53 ve Ch 5-91 kodlu olanlar kullanılarak

yapılmıştır. Serbest yağ asitliği, % oleik asit cinsinden, peroksit değeri ise meq O₂/kg yağ olarak verilmiştir. Özgül soğurma değerleri ise birimsiz olarak sunulmuştur.

Rafine pirina yağının yağ asitleri bileşimi için yağ asidi metil esterleri Anonim (2015)'e göre hazırlanmıştır. Yağ asidi metil esterleri, gaz kromatografisine enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi % oran olarak belirlenmiştir. Kromatogramdaki piklerin tanımlamalarında standart metil esterleri karışımı (Supelco 37 Component FAME Mix, Supelco Co.) kullanılmıştır. Gaz kromatografisi cihazının donanımsal özellikleri ve çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Yağ Asitleri Analizi İçin Kullanılan GC Cihazının Donanımsal Özellikleri ve Çalışma Koşulları

Gaz kromatografisi	Shimadzu GC-2010 Pro
Kolon	TR-CN 100 (100 m uzunluğunda, 0,25-mm iç çap, 0,20 µm film kalınlığı)
Dedektör	Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Taşıyıcı gaz ve akış hızı	He, 1 mL/dak
Kolon sıcaklığı	140 °C'da 5 dakika bekle, 240 °C'a (2°C/dak.), 240 °C'de 5 dakika bekle
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	250 °C
Dedektör sıcaklığı	250 °C
Enjeksiyon miktarı	1 µL
Split oranı	1:50

2.2.2. Uçucu yağ ile rafine pirina yağının aromatize edilmesi

Rafine pirina yağına, ağırlıkça % 0.05, % 0.1, % 0.3 ve % 0.5 oranında bilyalı kekik uçucu yağı ilave edilerek vorteks ile karıştırılmış ve homojen dağılması sağlanarak, aromatize etme işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Duyusal analiz

Aromalı zeytinyağı örneklerini değerlendirmek için Sıralama Testi kullanılmıştır. Duyusal analiz konusunda deneyimli sekiz tadımcı (25-50 yaş arası) tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerden kontrol ve aromalı yağ örneklerini tat, koku ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından 1-7 ölçeği (1: aşırı kötü, 2: çok kötü, 3: kötü, 4: orta, 5: iyi, 6: çok iyi, 7: mükemmel) kullanılarak değerlendirmeleri istenmiştir.

2.2.4. Hızlandırılmış oksidasyon testleri

Hızlandırılmış oksidasyon testi olarak termal ve ışık altında oksidasyon testleri kullanılmıştır. Termal oksidasyonda fırın testi (Schaal Oven testi) kullanılmıştır. Yağların her birinden yaklaşık 50 g alınarak kahverengi şişelere (Hacim: 100 ml, Boyun Ölçüsü: 40 mm, Şişe Çapı: 50 mm, Şişe Yüksekliği: 93 mm) konulmuş ve ağızları kapakları ile kapatılmıştır. Örnekler, etüvde 60 °C'da 28 gün tutulmuştur. Örneklerin oksidasyonunun izlenmesinde peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri (K₂₃₂ ve K₂₇₀) kullanılmıştır.

Işık altında oksidasyonda ise yağların her birinden yaklaşık 50 g alınarak şeffaf şişelere (Hacim: 100 ml, Boyun Ölçüsü: 40 mm, Şişe Çapı: 50 mm, Şişe Yüksekliği: 93 mm) konulmuş ve ağızları kapakları ile kapatılarak gün ışığı alan bir yerde depolanmıştır. Örneklerin oksidasyonunun izlenmesinde peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}) kullanılmıştır.

2.2.5. İstatistiksel analizler

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmesi SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kontrol ve uçucu yağ ile aromatize edilen yağların hızlandırılmış oksidasyon testlerinde peroksit değeri, K_{232} ve K_{270} değerlerinin karşılaştırılmasında student t-testinden yararlanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önem seviyesinde test edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bilyalı kekik uçucu yağı ve rafine pirina yağı örneklerinin karakterizasyonu

Bilyalı kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağının bileşimi Tablo 2’de sunulmuştur. Bilyalı kekik uçucu yağında 44 adet bileşen tespit edilmiştir. En fazla oranda belirlenen bileşenler karvakrol ve timol olup toplam bileşim içerisinde oranları sırası ile % 34.90 ve % 12.81 olarak belirlenmiştir.

Ferahoğlu ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *O. onites* uçucu yağı bileşiminde timol ve karvakrol oranı sırası ile % 28.07 ve % 31.01 oranında belirlemişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada ise *O. onites* uçucu yağında karvakrol % 43.84-48.47 ve timol ise % 10.08-11.79 oranlarında belirlenen iki temel bileşen olmuştur (Karık ve ark., 2021). Çelik ve ark. (2025) çalışmalarında ise *O. onites* uçucu yağında karvakrol oranını % 74.12-81.68 aralığında belirlemişlerdir. Çalışmamızda kullanılan *O. onites* uçucu yağında belirlenen ana bileşen oranları, Karık ve ark. (2021) ve Ferahoğlu ve ark. (2022)’nin çalışmaları ile kısmi benzerlikler göstermesine karşın, Çelik ve ark. (2025)’nin çalışma sonuçları ile örtüşmemektedir. Bunun nedenin farklı karışık kekik kemotiplerden kaynaklanabileceği Sakenova (2005)’nin doktora tezinde belirtilmiştir.

Tablo 2. Bilyalı Kekik (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağının Bileşimi

Sıra no*	Alıkonma süresi	Kovats indeksi	Bileşen	Oran (%)
1	11,165	906	α -tujen	1,77
2	11,441	913	α -pinen	0,88
3	12,13	932	Kamfen	0,56
4	13,191	961	Sabinen	0,14
5	13,351	965	β -pinen	0,32
6	13,636	973	1-okten-3-ol	0,28
7	13,995	982	Mirsen	2,52
8	14,359	992	3-oktanol	0,10
9	14,625	999	α -fellandren	0,34
10	14,732	1002	Δ -3-karen	0,15

11	15,095	1011	α -terpinen	2,58
12	15,422	1019	<i>p</i> -simen	9,61
13	15,618	1024	Limonen	1,06
14	15,98	1034	cis-osimen	0,36
15	16,409	1044	Trans-osimen	0,18
16	16,854	1056	γ -terpinen	8,07
17	17,326	1068	cis-sabinen hidrat	0,62
18	17,955	1084	Terpinolen	0,27
19	18,583	1100	Linalool	3,42
20	21,337	1171	Borneol	2,61
21	21,663	1180	Terpinen-4-ol	1,99
22	22,052	1190	Pulegon	0,13
23	22,221	1195	α -terpineol	0,43
24	23,455	1228	Sitronellol	0,23
25	23,834	1239	Timol metil eter	0,17
26	24,029	1244	Karvon	0,11
27	24,247	1250	Linalil asetat	1,37
28	24,33	1252	Geraniol	0,19
29	25,799	1293	Timol	12,81
30	26,139	1302	Karvakrol	34,90
31	30,036	1419	Trans-karyofillen	2,32
32	30,469	1432	α -bergamoten	0,16
33	30,64	1438	Aromadendren	0,11
34	31,171	1454	α -humulen	0,10
35	31,982	1480	Germasren D	0,76
36	32,311	1490	Viridifloren	0,31
37	32,438	1494	Bisiklogermasren	0,36
38	32,82	1507	β -bisabolen	5,81
39	33,143	1518	Δ -kadinen	0,35
40	33,291	1522	β -Sesquifellandren	0,33
41	33,794	1539	α -bisabolen	0,18
42	34,402	1559	Nerolidol	0,21
43	34,88	1575	Spathulenol	0,13
44	35,034	1581	Karyofillen oksit	0,27

*Analizler iki paralelli yapılmış, sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

Rafine pirina yağına ait sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir. Aromatize etmede kullanılan rafine pirina yağı için serbest yağ asitliği ve peroksit değeri sırası ile %0,12 ve 0,82 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Elde edilen değerler, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde (Tebliğ No: 2017/26) belirtilen limit değerlerin altında kalmıştır. Rafine pirina yağında K₂₃₂, K₂₇₀ ve Δ K değerleri sırası ile 2,78, 1,08 ve 0,11 olarak belirlenmiş ve limit değerler ile uyumlu bulunmuştur. Yağ asitleri bileşiminde en fazla oleik asit belirlenmiş olup (% 69,74), bunu % 12,60 ile palmitik asit ve % 11,54 ile linoleik asit izlemiştir. Yağ asitleri bileşiminde yer alan yağ asitlerinin değerleri limit değerler ile uyum göstermiştir.

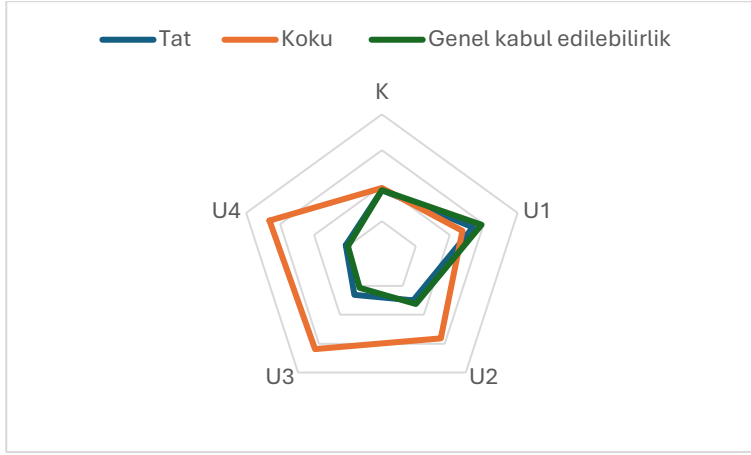
Tablo 3. Rafine Pirina Yağına Ait Bazı Kimyasal Analiz Değerleri

Parametreler	Değerler	Limit değerler
Serbest yağ asitliği (% oleik asit)	0,12	$\leq 0,30$
Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	0,82	$\leq 5,0$
K ₂₃₂	2,78	-
K ₂₇₀	1,08	$\leq 2,00$
ΔK	0,11	$\leq 0,20$
Yağ asitleri bileşimi (%)		
Miristik asit (C14:0)	0,02	$\leq 0,03$
Palmitik asit (C16:0)	12,60	7,0-20
Palmitoleik asit (C16:1)	0,72	0,3-3,5
Heptadekanoik asit (C17:0)	0,14	$\leq 0,4$
Heptadesenoik asit (C17:1)	0,35	$\leq 0,6$
Stearik asit (C18:0)	3,36	0,5-5
Oleik asit (C18:1)	69,74	55-85
Linoleik asit (C18:2)	11,54	2,5-21
Linolenik asit (C18:3)	0,77	≤ 1
Araşidik asit (C20:0)	0,53	$\leq 0,6$
Gadoleik asit (C20:1)	0,36	$\leq 0,5$
Behenik asit (C22:0)	0,13	$\leq 0,3$
Lignoserik asit (C24:0)	0,04	$\leq 0,2$

3.2. Uçucu yağ ilaveli yağların duyuşsal olarak değerdendirilmesi

Uçucu yağ ile aromatize edilen yağlar ve kontrol grubunda gerçekteştirilen duyuşsal analizde (Şekil 1) tat açısından en düşük konsantrasyon uygulanan aromatik yağ en yüksek değere (5,38) sahip iken, uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça ise tat açısından düşük değerdler (2,13-3,00) belirlenmiştir. Koku açısından ise bilyalı kekik uçucu yağı ile aromatize edilen yağlar (4,75-6,63) kontrol örneğine (3,88) kıyasla daha yüksek değerdler elde edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından %0,05 uçucu yağ ilave edilerek üretilen aromatik yağ 5.88 ile en yüksek değeri elde etmiş ve diğerd örneklenden daha yüksek duyuşsal değerdlendirmeye layık görülmüştür.

Asensio ve ark. (2013) çalışmasında dört farklı oregano kemotip uçucu yağını kütlece %0,05 oranında natürel sızma zeytinyağlarına ilave ederek aromatize ettiklerinde duyuşsal açıdan bu oranın tat ve lezzet bakımından Kabul edilebilir olduğı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, Asensio ve ark. (2013)'un sonuçları ile uyum göstermektedir.



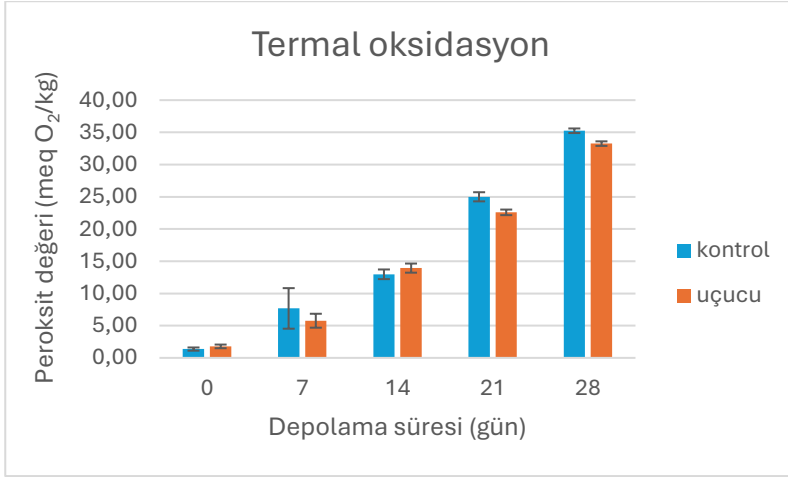
Şekil 1. Farklı Oranlarda Uçucu Yağ İlaveli ve Kontrol Grubu Yağların Duyusal Değerlendirilmesi

K: Herhangi bir ilave yapılmayan rafine pirina yağı, U1: %0,05 uçucu yağ ilaveli aromatik yağ, U2: % 0,1 uçucu yağ ilaveli aromatik yağ, U3: % 0,3 uçucu yağ ilaveli aromatik yağ, U4: % 0,5 uçucu yağ ilaveli aromatik yağ

3.3. Hızlandırılmış oksidasyon testleri

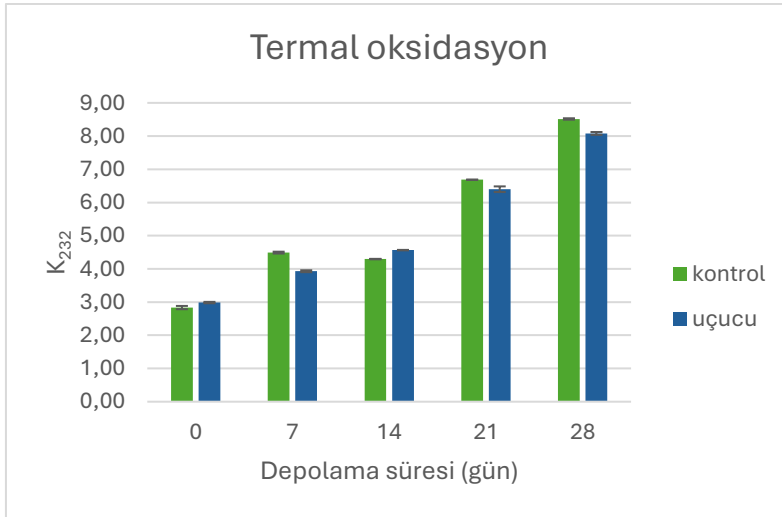
Duyusal analiz sonuçları dikkate alınarak %0,05 uçucu yağ ilaveli aromatik yağ ve herhangi bir ilave yapılmamış rafine pirina yağı kontrol grubu olarak hızlandırılmış oksidasyon testlerinde kullanılmıştır.

Termal oksidasyon, 60 °C'da 28 gün süresince örneklerin peroksit değeri, konjuge dien (K_{232}) ve konjuge trien (K_{270}) değerleri ile izlenmiştir. Depolama süresince örneklerin peroksit değerlerine ait değişim Şekil 2'de gösterilmiştir. Kontrol ve aromatik yağ örneğinde başlangıç peroksit değerleri sırası ile 1,37 meq O_2 /kg ve 1,78 meq O_2 /kg düzeyinde belirlenmiş ve depolama süresince peroksit değerleri artış sergilemiştir. Uçucu yağ ile aromatize edilen yağların peroksit değeri kontrol grubu ile kıyas edildiğinde daha düşük peroksit değeri göstermesine karşın istatistik değerlendirmede kullanılan t-testi sonucuna göre aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 28 günlük depolama sonunda kontrol grubunda peroksit değeri 35,25 meq O_2 /kg iken aromatik yağda ise 33,25 meq O_2 /kg olarak tespit edilmiştir.



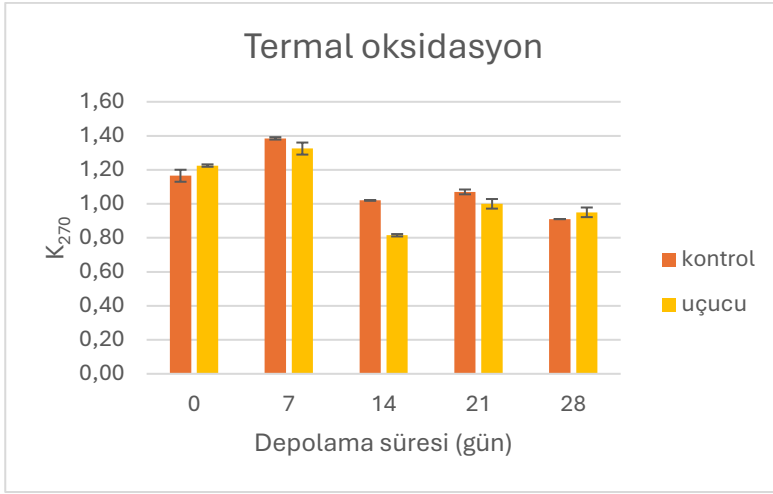
Şekil 2. 60 °C’da Depolanan Yağ Örneklerinin Peroksit Değerindeki Değişim

Termal oksidasyon süresince yağ örneklerinin K_{232} değerleri süre ile birlikte artış sergilediği Şekil 3’de görülmektedir. Depolama başlangıcından kontrol örneğinin K_{232} değeri 2,84 iken depolama sonunda 8,52 değerine ulaşmıştır. Uçucu yağ ile aromatize edilen yağda ise başlangıç K_{232} değeri 2,99 iken depolama sonunda 8,08 değerine erişmiştir. Uçucu yağ ile aromatize edilen yağların K_{232} değeri kontrol grubuna kıyasla kısmi olarak düşük olarak değerlendirilse de istatistik testlerinden olan t-testine göre 2 grup arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 3. 60 °C’da Depolanan Yağ Örneklerinin K_{232} Değerindeki Değişim

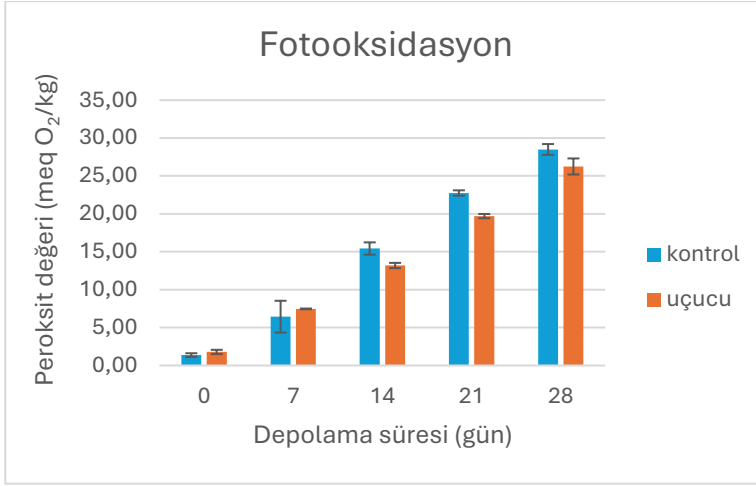
Termal oksidasyon süresince konjuge trien (K_{270}) değerlerindeki değişim Şekil 4’de gösterilmiştir. Her iki örnekte de başlangıçta yüksek olan K_{270} değerleri süre ile kısmi düşüşler sergilemiştir. Kontrol ve uçucu yağ ilaveli örneğin K_{270} değeri başlangıçta sırası ile 1,17 ve 1,23 iken 28 günlük depolama sonunda ise bu değerler sırası ile 0,91 ve 0,95 olarak belirlenmiştir. Her iki yağ arasında K_{270} değeri arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0,05$).



Şekil 4. 60 °C’da Depolanan Yağ Örneklerinin K_{270} Değerindeki Değişim

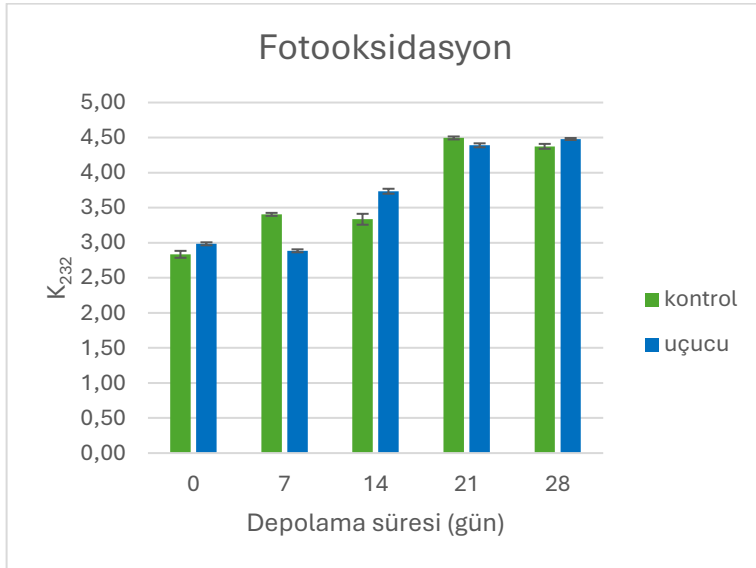
Origanum vulgare L. spp. *vulgare* uçucu yağının ağırlıkça %0,05 oranında natürel sızma zeytinyağına ilave edildiği çalışmada kontrol grubu ve aromatik yağ 60 °C’da depolanarak termal oksidasyona tabi tutulmuştur. 28 gün depolama sonunda peroksit değeri kontrol grubunda yaklaşık 44 meq O_2 /kg iken uçucu yağ ilaveli örnekte ise yaklaşık 33,5 meq O_2 /kg düzeyinde belirlenmiştir. Bunun yanında depolama sonunda konjuge dien değeri uçucu yağ ilaveli aromatik yağda kontrol grubuna kıyasla daha düşük değer sergilemiştir (Asensio ve ark., 2011). Elde edilen sonuçlar, Asensio ve ark. (2011)’un çalışmaları ile kısmi benzerlikler sergilemektedir. Farklılıklar ise kullanılan oregano türünün farklı olması ve natürel sızma zeytinyağı kullanımına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Fotooksidasyon, şeffaf şişelerde saklanan yağların oda sıcaklığında ışık gören bir ortamda gerçekleştirilmiş ve depolama süresince peroksit değeri, konjuge dien (K_{232}) ve konjuge trien (K_{270}) değerleri izlenerek değerlendirilmeler yapılmıştır. Işık ortamında yapılan fotooksidasyon sürecinde peroksit değerindeki değişimler Şekil 5’de gösterilmiştir. Her iki örneğin peroksit değeri depolama süresince artış sergilemiştir. 28 günlük depolama sonunda kontrol örneğinin peroksit değeri 28,50 meq O_2 /kg iken uçucu yağ ilave edilen örnekte ise bu değer 26,25 olarak tespit edilmiştir. İki yağ kıyaslandığında aralarında K_{232} değeri açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0,05$).



Şekil 5. Işık Altında Depolanan Yağ Örneklerinin Peroksit Değerindeki Değişim

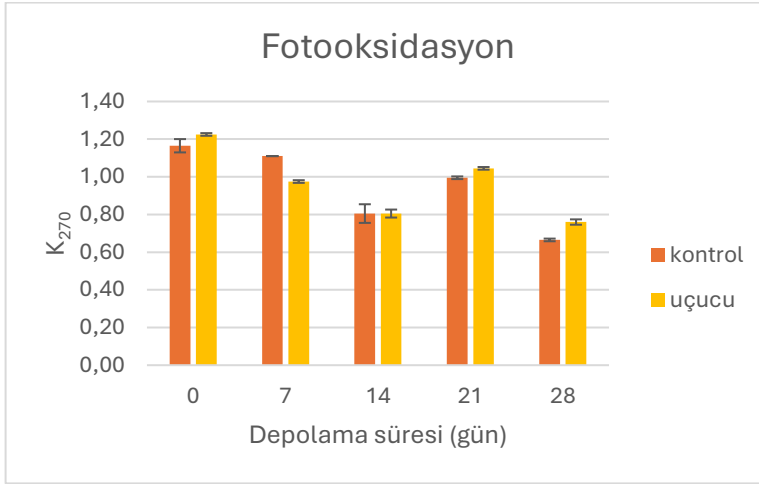
Işık altında depolanan örneklerin K_{232} değerlerindeki değişim Şekil 6’de gösterilmiştir. Depolama süresince örneklerin K_{232} değerlerinde artışlar görülmüş ve depolama sonunda kontrol örneğinde K_{232} değeri 4.38, uçucu yağ ilave edilen örnekte ise bu değer 4,48’e kadar ulaşmıştır. İki yağ örneği K_{232} değeri açısından istatistiki olarak farklılık göstermemiştir ($P>0,05$).



Şekil 6. Işık Altında Depolanan Yağ Örneklerinin K_{232} Değerindeki Değişim

Depolama süresince kontrol ve uçucu yağ ilaveli aromatik yağların K_{270} değerlerindeki değişim Şekil 7’de gösterilmiştir. Depolama süresince K_{270} değerleri her iki örnek için

dalgalı bir seyir göstermiştir. 28 gün sonunda kontrol örneğinin K_{270} değeri 0,67 iken uçucu yağ ile aromatize edilen örnekte ise 0,76 değeri belirlenmiştir. K_{270} değeri açısından aromatik yağ ile kontrol grubu açısından önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).



Şekil 7. Işık Altında Depolanan Yağ Örneklerinin K_{270} Değerindeki Değişim

Origanum vulgare ssp. *vulgare* (Compacto), *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Cordobes klonu), *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Criollo klonu) ve *Origanum* × *majoricum* (Mendocino) olmak üzere 4 origanum alt klonunda % 0,05 düzeyinde natürel sızma zeytinyağına ilave edilerek oda koşullarında aydınlık ve karanlık koşullarda depolanarak peroksit değeri, konjuge dien ve konjuge trien değerleri değerlendirilmiştir. Işık ortamında 63 günlük depolama sonunda kontrol örneğinin peroksit değeri 21 meq O_2 /kg iken, uçucu yağ ilaveli örneklerde ise 20,9-29,9 meq O_2 /kg aralığında, daha uzun depolama sürecinde ise (126 gün) kontrol örneğinde peroksit değeri 54.54 meq O_2 /kg iken, uçucu yağ ile aromatize edilen yağlarda ise 37,23-46,93 meq O_2 /kg aralığında belirlenmiştir. Aynı çalışmada, kontrol örneğinin konjuge dien değeri 63 gün ve 126 gün depolama sonunda sırası ile 3,38 ve 3,9, uçucu yağ ilaveli örneklerde ise sırası ile 2,75-3,37 ve 3,41-3,75 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Konjuge trien değeri ise kontrol örneğinde 63 gün ve 126 gün sonunda sırası ile 0.57 ve 0.72 değerine ulaşırken, aromatize yağlarda ise sırası ile 0,31-0,45 ve 0,47-0,61 değer aralığında belirlenmiştir (Asensio ve ark., 2013). Çalışma sonuçları, Asensio ve ark. (2013)'ün 63 günlük depolama sonuçları ile benzerlikler sergilemektedir. Çalışma sonuçları ile Asensio ve ark. (2013)'ün sonuçları ilgili farklılıkların, farklı kekik türleri ile çalışılmasından ve dolayısı ile bu türlerin kimyasal bileşimlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle timol ve karvakrol oranları origanum türlerinde farklılık sergilemekte ve dolayısı ile antioksidan özellikleri de değişkenlik göstermektedir. Bunun yanında, Asensio ve ark. (2013) çalışmasında natürel sızma zeytinyağı kullanmış ve bu yağda mevcut fenolik maddeler ile uçucu yağ bileşenleri arasında etkileşim olabileceği ve dolayısı ile uçucu yağ ilaveli yağlarda antioksidan aktiviteyi güçlendirebileceği de düşünülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rafine pirina yağı, özellikle natürel sızma ve natürel birinci yağlarda üretimin az olduğu dönemlerde alternatif bir yağ olarak piyasada yer almaktadır. Naturel sızma ve natürel birinci zeytinyağlarına alternatif olan ve ucuz olarak satışa sunulan rafine pirina yağı rafinasyona uğraması nedeni ile tat ve koku açısından nötr duyuşsal özellikler gösterebilmektedir. Bu eksikliğin giderilmesinde çeşitli baharatlar ve uçucu yağlar kullanılabilir. Yapılan çalışmada, Balıkesir ilinde yetiştirilen bilyalı kekikten üretilen uçucu yağ kullanılarak rafine pirina yağı aromitize edilmiştir. Doğal bir aroma kaynağı olan bilyalı kekik uçucu yağı rafine pirina yağına farklı oranlarda (%0,05-0,5) ilave edilerek yeni aromitize bir yağ üretimi yapılmıştır. Duyusal olarak %0,05 oranında uçucu yağ ilave edilen aromitize yağ kabul edilebilirliği en yüksek olan olarak tespit edilmiştir. Elde edilen yağın market raflarındaki durumunu değerlendirmek amacı ile termal ve fotooksidasyon testlerine tabi tutularak herhangi bir uçucu yağ ilave edilmeyen rafine pirina yağı ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Termal ve fotooksidasyon koşullarında, birincil oksidasyon ürünlerinin değerlendirilmesinde kullanılan peroksit değeri ve konjuge dien değerleri açısından kontrol ve aromitize yağ arasında istatistik açıdan bir fark belirlenmemiştir. Bunun yanında, ikincil oksidasyon ürünlerin değerlendirilmesinde kullanılan konjuge trien değeri, kontrol ve aromitize yağda her iki depolama sonunda birbirine yakın değerler sergilemiştir. Gerek termal ve gerekse de fotooksidasyon koşullarında oksidatif stabilite açısından kontrol ve aromitize yağ örneği birbirine yakın değerler göstermiştir.

Bu bağlamda, kekik uçucu yağı ile %0,05 oranında aromitize edilen yağın oksidatif stabilitesi, ticari bir yağ olan rafine pirina yağı kadar iyi olduğu ve ayrıca elde edilen bu aromitize yağın duyuşsal açıdan zengin bir ürün olduğu ve bu aromitize yağın et marinasyonu ve sosların hazırlanmasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Yazarların Katkısı

Bu çalışmada 1. yazar fikir ve makalenin hazırlanması konusunda katkıda bulunmuştur. 2. yazar laboratuvar çalışmaları üzerine katkı sağlamıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Tübitak 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Anonim, (2015). Determination of Fatty Acid Methyl Esters in Vegetable Oils by GC/FID. (Application Note. G002). Ant Teknik (a distributor firm of Shimadzu in Turkey).

- AOCS, (2006). Official and Recommended Methods of the American Oil Chemist's Society. American Oil Chemist's Society Press, Champaign, IL. Methods: Ca 5a-40, Cd 8-53, Ch 5-91 and Cd 12b-92.
- Asensio, C. M., Nepote, V., & Grosso, N. R. (2011). Chemical stability of extra-virgin olive oil added with oregano essential oil. *Journal of Food Science*, 76(7), S445-S450.
- Asensio, C. M., Nepote, V., & Grosso, N. R. (2013). Consumers' acceptance and quality stability of olive oil flavoured with essential oils of different oregano species. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(11), 2417-2428.
- Benkhoud, H., M'Rabet, Y., Gara Ali, M., Mezni, M., & Hosni, K. (2022). Essential oils as flavoring and preservative agents: Impact on volatile profile, sensory attributes, and the oxidative stability of flavored extra virgin olive oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), e15379.
- Ferahoğlu, E., Çürük, U., Coğalan, D., Kırıcı, S., & Çakan, H. (2022). Çukurova koşullarında yetiştirilen *Origanum* türlerinin uçucu yağ oranları ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Biodiversity*, 5(2), 75-85.
- Harris B., Baser K. C., & Buchbauer G. (2010). Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. Boca Raton, FL, USA.
- Karık, Ü., Tunçtürk, M., Çınar, O., & Oğur, E. (2021). Organik ve Konvansiyonel Tarım Koşullarında Yetiştirilen Bazı Uçucu Yağ Bitkilerinin Kalite Özellikleri Üzerine Bir Ön Çalışma. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31(1), 84-99.
- Kıralan, S. S., Karagoz, S. G., Ozkan, G., Kıralan, M., & Ketenoglu, O. (2021). Changes in volatile compounds of virgin olive oil flavored with essential oils during thermal and photo-oxidation. *Food Analytical Methods*, 14(5), 883-896.
- Konfo, T. R. C., Djouhou, F. M. C., Koudoro, Y. A., Dahouenon-Ahoussi, E., Avlessi, F., Sohounhloue, C. K. D., & Simal-Gandara, J. (2023). Essential oils as natural antioxidants for the control of food preservation. *Food Chemistry Advances*, 2, 100312.
- Lamas, S., Rodrigues, N., Peres, A. M., & Pereira, J. A. (2022). Flavoured and fortified olive oils-pros and cons. *Trends in Food Science & Technology*, 124, 108-127.
- Moldão-Martins, M., Beirão-da-Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., & Beirao-da-Costa, M. L. (2004). Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha* × *piperita* and *Thymus mastichina* L. *Food Quality and Preference*, 15(5), 447-452.
- Oubannin, S., Bijla, L., Ahmed, M. N., Ibourki, M., El Kharrassi, Y., Devkota, K., Bouyahya A., Maggi F., Caprioli, G. Sakar, E.H.& Gharby, S. (2024). Recent advances in the extraction of bioactive compounds from plant matrices and their

use as potential antioxidants for vegetable oils enrichment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 128, 105995.

Sakenova, G. (2005). Türkiye'de kültüre alınmış *Origanum* türlerinin uçucu yağları yönünden araştırılması (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Sharma, A., Gumber, K., Gohain, A., Bhatia, T., Sohal, H. S., Mutreja, V., & Bhardwaj, G. (2023). Importance of essential oils and current trends in use of essential oils (aroma therapy, agrofood, and medicinal usage). In *Essential oils*, 53-83. Academic Press.

TGK, 2017. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2017/26, 17 Eylül 2017, Ankara