

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN
BAZI UÇUCU YAĞLAR VE TOHUM YAĞLARININ
DEPOLAMA SÜRESİNCE OKSİDATİF
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Tuğba DEDEBAŞ**

**Danışmanlar
Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

Doktora Tezi

**Ocak 2018
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN BAZI
UÇUCU YAĞLAR VE TOHUM YAĞLARININ
DEPOLAMA SÜRESİNCE OKSİDATİF
STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

(Doktora Tezi)

**Hazırlayan
Tuğba DEDEBAŞ**

**Danışmanlar
Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından FDK-2015-5404 kodu ile desteklenmiştir.**

**Ocak 2018
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tuğba DEDEBAŞ



“Türkiye’de Ticari Olarak Üretilen Bazı Uçucu Yağlar ve Tohum Yağlarının Depolama Süresince Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan


Tuğba Dedebaş

Danışman

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ





Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

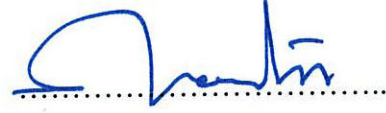
KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ danışmanlığında **Tuğba DEDEBAŞ** tarafından hazırlanan “**Türkiye’de Ticari Olarak Üretilen Bazı Uçucu Yağlar ve Tohum Yağlarının Depolama Süresince Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

26 /01 /2018

JÜRİ:

Başkan: Prof .Dr. Osman SAĞDIÇ



Üye : Prof .Dr. Hasan YALÇIN



Üye : Prof .Dr. Zülal KESMEN



Üye :Doç. Dr. Ümit GEÇGEL



Üye :Yrd. Doç. Dr. Salih KARASU



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 06/02/2018 tarih ve 2018/07-15 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet AKKURT

TEŞEKKÜR

Doktora tez eğitimim boyunca her zaman yol gösterici ve her türlü sorunun çözümünde yardımcı olan, ilgisini esirgemeyen değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ' a ve yalnızca bu tez çalışmamda değil, ihtiyaç duyduğum her anda desteğini hissettiğim, güler yüzü ve anlayışı ile yanımda olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Lutfiye EKİCİ' ye sonsuz teşekkür ederim.

Tez İzleme Komitesinde bulunan ve yönlendirmeleriyle çok önemli katkılar sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Zülal KESMEN ve Prof. Dr. Hasan YALÇIN' a; Çalışmam sırasında her aradığımda sorunuma çözüm ile yaklaşan ve desteğini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Gülcan Özkan' a; çalışmam sırasında laboratuvar imkanlarını sonuna kadar sunan Prof. Dr. Mahmut DOĞAN'a ve her türlü olanağı sağlayan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine;

Kayseri' ye ilk geldiğim günden beri yanımda olan Yrd. Doç. Dr. Gaye YOLAÇAN KAYA'a, Yrd. Doç. Dr. ESEN DAĞAŞAN BULUCU' ya, Arş. Gör. Dr. Gülhan ERDOĞAN GÜLER'e ve Hatice BEKÇİ' ye;

Tez çalışmam boyunca her türlü sıkıntı ve problemimde beni yalnız bırakmayarak yanımda hissettiğim arkadaşlarım Arş. Gör. Tuğba DURSUN ÇAPAR' a, Arş. Gör. Duygu ASLAN' a, ve Selin BABACAN' a doktora tez yazımım sırasında gece gündüz demeden dertlerime ortak olan hiç yılmadan beni dinleyen Öğr. Gör. Meryem GÖKSEL SARAÇ' a;

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinasyon Birimi' ne (Proje No: FDK-2015-5404) ve BİDEB 2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında beni maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,

Ömrüm boyunca benim yanımda olacağına inandığım ve her zaman desteklerini hissettiğim ablama, enişteme ve canlarıma;

Beni bu yaşıma kadar her konuda destekleyen ve sevgileri ile her zaman yanımda olan sevgili annem NURCAN DEDEBAŞ' a ve babam ABDİL DEDEBAŞ' a;

ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.

Tuğba DEDEBAŞ

Ocak 2018, KAYSERİ

TÜRKİYE’ DE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN BAZI UÇUCU YAĞLAR VE TOHUM YAĞLARININ DEPOLAMA SÜRESİNCE OKSİDATİF STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Tuğba DEDEBAŞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Ocak 2018
Danışmanlar: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ

ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen ticari değere sahip bazı bitkilerin uçucu yağ ve tohum yağlarının depolama şartlarının ve stabilitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, soğuk presleme yöntemiyle üretilen çörekotu, keten, ısırgan otu, kişniş, üzüm çekirdeği ve susam tohum yağları ile defne yaprak, limon ve portakal uçucu yağları temin edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 aylık süreyle depolanmıştır. Depolamanın 0. gün, 1., 3., 6., 9. ve 12. aylarında tohum yağlarının; peroksit, özgül soğurma, *p*-anisidin değerleri, toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite ve antiradikal aktiviteleri, renk parametreleri, yağ asidi bileşimi ve aroma bileşenleri belirlenirken, uçucu yağlarda; refraktif indeks değeri, antioksidan aktivite, uçucu aroma bileşenleri ve renk parametreleri incelenmiştir. Tohum yağlarının başlangıç peroksit değeri en yüksek 26.05 meq O₂/kg ile üzüm tohum yağında, en düşük peroksit değeri ise 0.25 meq O₂/kg değeri ile keten tohumunda tespit edilmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süreyle depolanan tohum yağlarının peroksit, *p*-anisidin ve özgül soğurma değerlerinde artış olduğu saptanmıştır. Genel olarak hem tohum hem de uçucu yağların renk parametreleri üzerine depolama süresi ve sıcaklığın etkili olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Uçucu yağların refraktif indeks değerleri üzerine sıcaklığın etkili olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). Tohum yağı örneklerinin en yüksek başlangıç toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite miktarı kişniş tohum yağında (157.26 mg GAE/100 g) tespit edilirken, en düşük toplam fenolik madde içeriğinin 13.80 mg GAE/100 g ile ısırgan otu tohum yağında olduğu saptanmıştır. Uçucu yağlarda en yüksek antioksidan aktivite değerine defne yaprak yağının sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında depolama süresince ve sıcaklığın etkisiyle tohum ve uçucu yağların biyoaktif özelliklerinde azalma gözlenmiştir.

Yapılan çalışma ile 37°C sıcaklıkta depolanan örneklerde yağların oksidatif stabilitesinin düştüğü gözlenirken raf ömrü üzerine depolama süresi ve sıcaklığın etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğuk presleme, oksidatif stabilite, tohum yağları, uçucu yağlar depolama süresi, depolama sıcaklığı, antioksidan aktivite, *p-anisidin* değeri, ransimat, fırın testi



**DETERMINATION OF STORAGE STABILITIES OF ESSENTIAL OILS AND
SEED OILS WHICH HAVE COMMERCIAL VARIABLES COMMONLY
GROWN IN TURKEY**

Tuğba DEDEBAŞ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Ph. D. Thesis, January 2018

Supervisors: Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Assoc. Prof. Dr. Lütfiye EKİCİ

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the stability of volatile and seed oils of some plants with common commercial value in our country during storage. In this context; black cumin, flaxseed, stinging nettle, coriander, grape and sesame seed oils produced by cold pressing method from commercial companies and bay leaf, lemon and orange essential oils were stored at temperatures of 4, 20 and 37 °C for 12 months. Peroxide, specific absorption, *p-anisidine* values, total phenolic content, antioxidant capacity and antiradical activities, color parameters, viscosity, aroma components, fatty acid content of seed oils; refractive index value, viscosity, antioxidant activity, aroma components and color parameters in essential oils on months 0, 1, 3, 6, 9 and 12 of storage were investigated. The initial peroxide value of seed oils was highest in black cumin seed oil with 26.05 meq O₂ / kg and the lowest peroxide value was found in flax seed with 0.25 meq O₂ / kg. Peroxide, *p-anisidine* and specific absorption values of seed oils stored for 12 months at different temperature grades were found to increase. In general, it has been determined that storage time and temperature are effective on the color parameters of both seed and essential oils ($p < 0,05$). It has been determined that the temperature is not effective on the refractive index values of oils ($p > 0,05$). The highest total phenolic content and antioxidant activity in corn seed oil (157.26 mg GAE / 100 g) were found in seed oil samples, while the lowest total phenolic content was found to be 13.80 mg GAE / 100 g in nettle seed oil. It has been determined that bay leaf oil has the highest antioxidant activity value in volatile oils. In general, the bioactive properties of seeds and essential oils have been reduced during storage and by the effect of temperature.

It was determined that storage time and temperature were effective on the shelf life when oxidative stability of the oils decreased in the samples stored at 37oC temperature.

Keywords: Cold pressing, oxidative stability, seed oils, essential oils, storage time, storage temperature, antioxidant activity, *p-anisidine* value, rancimat, oven test



İÇİNDEKİLER

ÜLKEMİZDE YAYGIN OLARAK YETİŞEN TİCARİ DEĞERE SAHİP BAZI BİTKİLERİN UÇUCU YAĞLARI VE TOHUM YAĞLARININ DEPOLAMA STABİLİTELERİNİN BELİRLENMESİ	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER	xiii
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Yağ	4
1.2. Tohum Yağları	4
1.2.1. Keten Tohum Yağı	4
1.2.2. Çörekotu Tohum Yağı	5
1.2.3. Susam Tohum Yağı	6
1.2.4. Isırgan otu Tohum Yağı	7
1.2.5. Kişniş Tohum Yağı	8
1.2.6. Üzüm Çekirdeği Yağı	9
1.3. Uçucu Yağlar	10
1.3.1. Turunçgil Kabuk Yağı	11

1.3.1.1. Portakal Kabuğu Yağı.....	12
1.3.1.2. Limon Kabuğu Yağı	13
1.3.2. Defne Yaprak Yağı.....	13
1.4. Yağ Eldesi	14
1.4.1. Distilasyon Yöntemi	15
1.4.2. Ekstraksiyon Yöntemi.....	16
1.4.2.1. Çözücü Ekstraksiyonu	16
1.4.2.2. Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu	16
1.4.2.3. Mikrodalga Ekstraksiyonu	16
1.4.2.4. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu	17
1.4.3. Mekanik Yöntem (Soğuk Presyon)	17
1.4.3.1. Soğuk Pres Yağların Üretimi.....	17
1.4.3.2. Soğuk Pres Yağların Bileşimi	19
1.5. Yenilebilir Yağlarda Oksidasyon ve Oksidatif Stabilité	20
1.5.1. Yenilebilir Yağlarda Ootooksidasyon Mekanizması.....	21
1.5.2. Fotooksidasyon	23
1.5.3. Termik Oksidasyon	23
1.5.4. Enzimatik Oksidasyon	24
1.5.5. Oksidasyonu Etkileyen Faktörler	24
1.5.5.1. Yağların Yağ Asidi Bileşimi.....	24
1.5.5.2. Yağ İşleme Yöntemi.....	25
1.5.5.3. Sıcaklık ve Işık	25
1.5.5.4. Oksijen.....	26
1.5.5.5. Metaller.....	26
1.5.5.6. Su Aktivitesi	26
1.5.5.7. Yağdaki Minör Bileşenler	26
1.5.5.8. Antioksidanlar	27

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	28
2.2. Yöntem	29
2.2.1. Tohum Yağlarında Yapılan Analizler	29
2.2.1.1. Peroksit Sayısı Tayini.....	29
2.2.1.2. Özgül Soğurma Değerleri	30
2.2.1.3. <i>p-anisidin</i> Değeri:	31
2.2.1.4. Renk	31
2.2.1.5. Ransimat.....	31
2.2.1.6. Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasite	32
2.2.1.6.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği	32
2.2.1.6.2. Antioksidan Kapasite	33
2.2.1.6.2.1. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi.....	33
2.2.1.6.2.2. Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (TEAC)Yöntemi	34
2.2.1.7. Yağ Asitleri Kompozisyonu	34
2.2.1.8. Yağların Aroma Profili	35
2.2.1.9. Fırın Testi (Schal Oven Testi).....	35
2.2.2. Uçucu Yağlarda Yapılan Analizler	36
2.2.2.1. Kırılma İndeksi	36
2.2.2.2. Renk	36
2.2.2.3. Antioksidan Kapasite Tayini	36
2.2.2.3.1. Fosfomolibden Yöntemi.....	36
2.2.2.3.2. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi.....	36
2.2.2.4. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	37
2.3. İstatiksel Analiz	37

3. BÖLÜM

BULGULAR TARTIŞMA

3.1. Tohum Yağları	38
3.1.1. Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri	38
3.1.2. <i>p-anisidin</i> Değeri.....	50
3.1.3. Renk analizi.....	53
3.1.4. Toplam Fenolik Madde İçeriği, Antiradikal Aktivite ve Antioksidan Kapasite Tayini.....	60
3.1.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	60
3.1.4.2. Antiradikal Kapasite Tayini	61
3.1.4.3. Antioksidan Kapasite (TEAC) Tayini	61
3.1.5. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	68
3.1.6. Ransimat.....	80
3.1.7. Yağların Aroma Analizi.....	82
3.1.8. Fırın Testi.....	84
3.2. Uçucu Yağlar	88
3.2.1. Refraktif İndeks.....	88
3.2.2. Renk.....	90
3.2.3. Fosfomolibden Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Yöntemi	93
3.2.4. 1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi	93
3.2.5. Uçucu Aroma	96

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar	97
4.2. Öneriler	98
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ.....	123

KISALTMALAR ve SİMGELER

$^{\circ}\text{C}$	Santigrad derece
$^1\text{O}_2$	Singlet oksijen
$^3\text{O}_2$	Atmosferik oksijen
a^*	Yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri
AAE	Askorbik asit eşdeğeri
ABTS	2,2'-azinobis-(3-etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit)
b^*	Maviden sarıya doğru renk geçiş değeri
cm	Santimetre
dk	Dakika
DPPH	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
eV	Elektrovolt
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GC	Gaz Kromatografisi
GC/MS	Gaz Kromatografisi-Kütle spektrofotometresi
kg	Kilogram
l	Litre
L^*	Siyahtan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri
M	Molar
meq	Miliekivalent gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
N	Normal
nm	Nanometre
Pa.s	Paskal saniye

R-*	Lipit alkil kökü
rpm	Dakikadaki devir sayısı
s	Saniye
TEAC	Troloks eşiti antioksidan kapasite
μl	Mikrolitre
μm	Mikrometre



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Yağ elde edilmesinde kullanılan yöntemler.....	15
Tablo 3.1.	Çörekotu ve ısırgan otu tohum yağlarının peroksit sayısı (meq O ₂ /kg) ve özgül soğurma değerleri.....	39
Tablo 3.2.	Keten ve kişniş tohum yağlarının peroksit sayısı (meq O ₂ /kg) ve özgül soğurma değerleri.....	43
Tablo 3.3.	susam ve üzüm çekirdeği tohum yağlarının peroksit sayısı (meq O ₂ /kg) ve özgül soğurma değerleri	46
Tablo 3.4.	Tohum yağlarının depolama sürecindeki <i>p-anisidin</i> değerleri	52
Tablo 3.5.	Farklı sıcaklıklarda depolanan çörekotu ve ısırgan otu yağlarının depolama sürecindeki <i>L*</i> , <i>a*</i> ve <i>b*</i> değerlerindeki değişim.....	55
Tablo 3.6.	Farklı sıcaklıklarda depolanan keten ve kişniş tohum yağlarının depolama sürecindeki <i>L*</i> , <i>a*</i> ve <i>b*</i> değerlerindeki değişim.....	56
Tablo 3.7.	Farklı sıcaklıklarda depolanan, susam ve üzüm çekirdeği yağlarının depolama sürecindeki <i>L*</i> , <i>a*</i> ve <i>b*</i> değerlerindeki değişim.....	58
Tablo 3.8.	Çörekotu ve ısırgan otu tohum yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişimler	65
Tablo 3.9.	Keten ve kişniş tohum yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişimler	66
Tablo 3.10.	Susam ve üzüm çekirdek yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişim	67
Tablo 3.11.	Farklı sıcaklıklarda depolanan çörekotu yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.....	69
Tablo 3.12.	Farklı sıcaklıklarda depolanan ısırgan otu yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.....	71
Tablo 3.13.	Farklı sıcaklıklarda depolanan keten yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim	72

Tablo 3.14. Farklı sıcaklıklarda depolanan kişniş yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.....	74
Tablo 3.15. Farklı sıcaklıklarda depolanan susam yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki.....	75
Tablo 3.16. Farklı sıcaklıklarda depolanan üzüm çekirdek yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.....	77
Tablo 3.17. Defne yaprak, limon ve portakal kabuk yağlarının refraktif değerlerindeki değişim.....	89
Tablo 3.18. Farklı sıcaklıklarda depolanan defne yaprak, limon ve portakal kabuk yağlarının depolama sürecindeki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim.....	92
Tablo 3.19. Defne yaprak, limon ve portakal kabuk yağlarının antioksidan aktivitesinde ve antiradikal aktivite değerlerinde meydana gelen değişimler.....	95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Soğuk Pres Yağ Üretimi.....	18
Şekil 1.2.	Lipit oksidasyon reaksiyonu.....	21
Şekil 1.3.	Otooksidasyon başlatma aşaması	22
Şekil 1.4.	Otooksidasyon çoğalma aşaması.....	22
Şekil 2.1.	Çalışma kapsamında incelenen tohum yağları	28
Şekil 2.2.	Çalışma kapsamında incelenen uçucu yağlar	29
Şekil 3.1.	Farklı sıcaklık derecelerinde depo etmiş olduğumuz keten, çörekotu, susam, üzüm çekirdek yağı, kişniş ve ısırgan otu tohum yağlarının indüksiyon periyodu.....	80
Şekil 3.2.	Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki peroksit değerleri	85
Şekil 3.3.	Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki 232 nm'deki özgül soğurma (K232) değerleri	86
Şekil 3.4.	Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki 270 nm'deki özgül soğurma (K270) değerleri	86
Şekil 3.5.	Farklı sıcaklık derecesinde depolanan portakal kabuk yağının depolama sonundaki renk değişimi	91

GİRİŞ

Yenilebilir kıymetli tohum yağları, içermiş oldukları yağ asitleri, antioksidan maddeler, fenolik ve yağda çözünen biyoaktif bileşiklerden dolayı son zamanlarda beslenmemizde önemli bir yer tutmaktadır (Siger vd., 2005; Teh ve Birch, 2013). Uçucu yağlar, bitkilerin yaprak, meyve, kabuk veya kök kısımlarından elde edilen içeriği yağ asidi bileşenlerinden değilde uçucu aromatik maddelerden oluşan doğal ürünlerdir (Kılıç, 2008).

Artan çevre popülasyonu, hızlı yaşam şekli ve gelişen teknolojinin bir sonucu olarak, işlenmiş gıdaların tüketiminin artması; gıdanın kimyasal ve besleyici özelliklerini, aromasını, tekstürünü, rengini ve diğer özelliklerini doğala en yakın şekilde muhafaza ederek tüketiciye sunulmasını gerekli kılmıştır (Kachel-Jakubowska vd., 2015). Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda giderek bilinçlenmesiyle birlikte, besinsel özellikleri ve sağlık üzerine yararlarından dolayı rafine edilmemiş soğuk preslenmiş bitkisel yağlara dünya çapında ilgi günden güne artmaya başlamıştır (Siger vd., 2008; Nederal, 2012)

Soğuk presleme tekniği, oldukça düşük sıcaklık derecelerinde (40°C <) hidrolik veya vidalı presler kullanılarak tohumlara basınç uygulama suretiyle yağ elde edilen bir yöntemdir. Soğuk presleme yönteminde geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinde olduğu gibi önemli kalite özelliklerinden birisi olan ve yağın besinsel özelliklerini bozan ya da azaltan herhangi bir ısı ve kimyasal işlem uygulanmamaktadır. Yöntemin uygulanması basit ve kolaydır. Enerji kullanımı düşüktür. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında soğuk presleme yönteminde standart kalitede ürün elde edilmesi ve elde edilen yağ miktarının az olmasına rağmen; bu tür yağlar biyoaktif bileşenler açısından son derece zengindirler (Gecgel vd., 2016; Sevindik ve Selli, 2016).

Tohum yağlarının ve uçucu yağların üretim prosesleri süresince ve ısı, ışık, oksijen gibi etkenler dikkate alınmadan uygun olmayan depolanma koşullarında saklanması sonucu, oksidasyon olarak ifade edilen problemler ortaya çıkmaktadır. Oksidasyona uğramış yağlar, besinsel değerini, rengini, kokusunu ve tadını kaybetmelerinin yanısıra tüketici sağlığı için zararlı bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır (Ramadan ve Mörsel, 2004; Fanta, 2015). Yağların besinsel değeri ve tüketiciler için kabul edilebilirliği oksidatif stabilite olarak bilinen parametreye bağlıdır (Beata vd., 2015). Oksidatif stabilite, üretim ve depolama süresince oksidasyona dayanımı, içeriğindeki aktif biyolojik bileşiklerin stabilitesinin belirlenmesini ve oksidasyonun kritik noktası için gerekli zaman periyodunu ifade etmektedir. Gıda ürünlerinin raf ömrü büyük ölçüde içerdikleri yağların oksidatif stabilitesine bağlıdır (Szterk vd., 2010; Beata vd., 2015).

Ülkemiz zengin florası nedeniyle birçok tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de doğal florada bulunan bitkilerin halk arasında tedavi amaçlı, gıda, çay, baharat, boya, insektisit, hayvan hastalıklarının tedavisi, reçine, zambak, meşrubat ve kozmetik sanayinde kullanımı uzun yıllardan beri süregelen geleneksel kültürel zenginliğimizin bir parçası olmuştur. Bu araştırma kapsamında ülkemizde yaygın olarak yetişen ve ticari değere sahip olan bazı bitkilerin tohum ve uçucu yağlarının depolanma stabilitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Son yıllarda hem market raflarında sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı tüketiciler tarafından tercih nedeni olan hemde üretimi sırasında çok az miktarda ısı etkisiyle üretilen soğuk pres yağlar üzerine çalışılmaya karar verilmiştir. Soğuk pres yağlar antioksidan varlığından dolayı yüksek oksidatif stabilite ile karakterize edilmişlerdir. Bu amaçla, soğuk preslenmiş bitkisel yağların oksidatif stabilitesini değerlendirmeye yönelik bir girişim gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, soğuk presleme yöntemiyle elde edilmiş olan çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, susam ve üzüm çekirdek yağları ve defne yaprak, limon, portakal uçucu yağları da 4, 20 ve 37°C sıcaklıklarda depolanmıştır. Depolama sürecinin 0, 1., 3., 6., 9., ve 12. aylarında tohum yağlarında antioksidan aktivite, peroksit sayısı, antiradikal aktivite, toplam fenolik madde miktarı, K232 ve K270, viskozite, p-anisidin değerleri, renk değerleri uçucu yağlarda ise antioksidan aktivite, antiradikal aktivite, refraktif indeks değerleri, viskozite, renk değerleri belirlenerek yağlarda depolama sırasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca soğuk presle üretilmiş tohum yağlarına hızlandırılmış

oksidasyon testi uygulanmıştır. Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan tohum ve uçucu yağlarda depolama başlangıcı ve sonundaki (0. ve 12. aylarda) uçucu aroma bileşenlerinde meydana gelen değişimler ise GC-MS yöntemi ile belirlenmiştir.



1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Yağ

İnsan beslenmesinde temel gıda maddelerinden biri olan yağlar, bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıda maddelerdir. Bitkisel yağlı tohumlar; üretim sırasında içermiş oldukları besin çeşitliliklerini koruması, doymuş yağ asidi oranlarının düşük olması, hücre gelişimi için gerekli olan serbest yağ asidi ve yağda eriyen vitaminleri içermesi nedeniyle beslenmemizde önemli bir yere sahiptir (Gadoth, 2008). Ayrıca bitkisel yağların hayvansal yağlara kıyasla daha kolay ve ucuza mal elde edilmesi, bitkisel yağların daha çok tercih edilmelerine sebep olmaktadır (Acar, 2011).

1.2. Tohum Yağları

Tohum yağları, oda sıcaklığında genelde sıvı halde olan ve bileşimlerinde doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içeren yağlardır (Nas vd., 2001). Bu çalışma kapsamında kullanılan tohum yağlarının özelliklerine aşağıda kısaca değinilmektedir.

1.2.1. Keten Tohum Yağı

Keten (*Linum usitatissimum* L.), 30-100 cm boyunda, mavi çiçekli ve tek yıllık önemli bir yağ bitkisidir. Tohumları, 4-6 mm uzunlukta, yumurta biçiminde, yassı, parlak, kırmızımtırak esmer renkli ve kokusuzdur (İşleroğlu, 2005;Choo, 2007). Keten tohumu ortalama olarak %30-45 yağ, %20-30 protein, %20-28 diyet lifi, %4-8 nem, %3-4 kül,%3-10 müsilaj içermektedir. Ayrıca A, B, D ve E vitaminleri (Oomah ve Mazza, 1997; Coşkuner ve Karababa, 2007) ile potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyum gibi mineraller açısından zengin bir kaynaktır. Keten tohumu fenolik asitler ve

flavonoidlerin yanı sıra beslenme açısından önem taşıyan izoflavonoidlerden biri olan lignan açısından da zengindir (Yıldırım vd., 2009).

Keten tohumu yağ içeriğinin %30–45 seviyelerinde olması nedeni ile fonksiyonel yağ sanayinde önemli bir yere sahiptir (Oomah, 2001; Shim vd., 2015). Keten tohum yağı yaklaşık olarak %75-90 oranında doymamış yağ asidi içermekte olup, bunların %30.7-67.5' i α -linolenik asit (C18:3), %15-20' si oleik asit (C18:1) ve %10-15' i linoleik asitten (C18:2) oluşmaktadır. Yapısında %9-11 oranında yer alan doymuş yağ asitlerinin ise %5-6' sı palmitik asit (C16:0), %4-5' ise stearik asittir (C18:0) (Morris, 2001; El-Beltagi vd., 2007).

Keten tohumu %30.7-67.5 düzeylerinde ω -3 yağ asitlerinden biri olan α -linolenik asit içerdiğinden fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Choo vd, 2007; Szterk vd., 2010). Fakat bu denli yüksek miktardaki α -linolenik asit içeriği oksidasyona uğrama riskini önemli düzeylerde arttırmakta ve kalite kaybına neden olabilmektedir (Yıldırım vd., 2009).

Keten tohumunun ω -3 yağ asidi, fenolik bileşenler ve lignanca zengin olmasının yanı sıra (Yıldırım vd., 2009), içermiş olduğu diyet lifi serum kolestrolünü düşürmekte ve kan glukoz düzeyini düzenlemeye yardımcı olmaktadır. İçerdiği çözünür lifler, ince bağırsak içeriğinin viskozitesini artırmakta, karbonhidratların sindirimi ve dolayısı ile absorpsiyonunu geciktirerek glisemik indeksi azaltmaktadır. Keten tohum yağının önemli bir kısmını oluşturan linolenik asit antiinflamutuar, antikanserojenik, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düşürücü ve yağ yakıcı özelliklere sahip olup, keten tohum yağının sağlık açısından önem kazanmasına neden olmaktadır (Tarpila vd., 2005; Teh ve Birch, 2013).

1.2.2. Çörekotu Tohum Yağı

Geçmişte de önemli tıbbi tohumlardan biri olan çörekotu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculacea* ailesine ait tek yıllık bir baharat bitkisidir. Çörekotu tohumu çok eski zamanlardan beri yemeklere tat vermek için kullanılırken, tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır. Çörekotu tohumları sabit yağ (%35.6-41.6), protein (%22.7), indirgen şekerler, organik asitler, tanenler, reçineler ve arabik asit, ham lif, mineraller, biyoaktif

fitosteroller, β -karoten, tokoferoller ile askorbik asit, tiamin, niasin ve folik asit gibi vitaminlerde bulundurmaktadır (Ramadan ve Mörşel 2004; Ramadan 2007; Ramadan vd., 2012; Kiralan vd., 2014) .

Çörekotu tohum yağları sarımtırak renkte, güçlü ve acı bir tada sahiptir. Çörekotu tohum yağlarında baskın uçucu bileşen olarak timokinon yanısıra yapısında %0.5-1.6 oranında karvon, *d-limonen*, karven ve α -pinen bileşiklerini bulunduran uçucu bileşenler içermektedir (Gharby vd., 2015). Ayrıca çörekotu tohum yağları % 55 linoleik asit, % 12 palmitik asit, % 24 oleik asit ve % 1eikosadienoik asit gibi yağ asitleri, terpenoidler, alifatik alkoller ve doymamış hidroksi ketonlar bakımından zengindir (Ramadan ve Mörşel 2004; Ramadan 2007; Ramadan vd., 2012; Kiralan vd., 2014) .

Çörekotu tohum bileşenlerinin antioksidan özellikler sergilediği bilinmektedir. Bu tohumlar astım, hipertansiyon, diyabet ve bronşit gibi bazı sağlık problemlerinde kullanılmaktadır (Ramadan vd., 2012).

1.2.3. Susam Tohum Yağı

16 cins ve 60 tür içeren *Pedaliaceae* ailesine ait olan susam (*Sesamum indicum* L.), yüksek yağ içeriğine sahiptir (Gharby vd., 2015). Üretilen susamın büyük bir kısmı yağlı tohum olarak kullanılmakla birlikte, içerdiği antioksidan bileşiklerden dolayı ilaç ve kozmetik sanayinde de geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Morris, 2002).

Susam tohumu yağ (%44-58), protein (%18-25), karbonhidrat (~%13.5), lif ve kül (~%5) bakımından zengin olan, iyi bir enerji kaynağıdır (Borchani, 2010). Susam tohum yağının hafif bir kokusu ve hoş bir tadı vardır. Susam yağının yaklaşık %80-85' i doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Susam yağı yetiştirilme koşulları ve cinsine bağlı olarak %35.9–42.3 oleik asit , %41.5–47.9 linoleik asit, %7.9–10.2 palmitik asit, %4.8–6.1 stearik asit ve düşük oranda (%0.3 - 0.4) linolenik asit ile araşidik (%0.3-0.6) asit içermektedir (Elleuch vd., 2007; Borchani vd., 2010; Martinchik, 2011; Gharby vd., 2015). Bitkinin tohumlarında yüksek oranda kalsiyum, fosfor, demir, magnezyum, manganez ve çinko gibi mineraller ile B₁ vitamini bulunmaktadır (Smith ve Salerno, 1992; Gharby vd., 2015).

Susam yağının depolama stabilitesi üzerine, bileşiminde fenilpropanoid yapısındaki fenilalanin türevleri olan lignan bileşikleri önemli bir rol üstlenmektedir. Lignanlar arasında yer alan sesamin, sesamol, sesamolin, sesaminol ve sesamolinoller tokoferollerle sinerjik etkileşime girerek yağın oksidatif bozulmaya karşı direncini arttırmaktadır (Abou-Gharbia vd., 2000; Choe ve Min 2009; Gharby vd., 2015). Lignanların antioksidatif özelliklerinin yanı sıra serum lipit seviyeleri ve kolesterol düşürücü etkileri ile yüksek tansiyonu önleyici etkiye sahip oldukları da bilinmektedir. Antibakteriyel ve böcek öldürücü aktiviteler sergileyen lignanlar (Gharby vd., 2015), güçlü protein bağlama özelliğine sahiptirler (Oomah, 2001; Shim vd., 2015). Susam yağı doğal bir UV koruyucusu olarak da dikkat çekmektedir (Shahidi vd., 2006).

1.2.4. Isırgan otu Tohum Yağı

Isırgan otu (*Urtica dioica* L.), bitkisel tedavilerde kullanıldığı gibi diyetle de tüketilen besleyici bir bitkidir (Guil-Guerrero vd., 2003; Hojnik vd., 2007). *Urtica dioica* ve *Urtica urens* en iyi bilinen türleridir (Yener vd., 2009).

Isırgan otu kolayca sindirilebilen, mineral, A ve C vitaminleri bakımından zengin bir besin maddesidir (Guil-Guerrero vd., 2003; Hojnik vd., 2007). Isırgan otu iyi bir protein kaynağı olarak değerlendirilebilir. Nitekim ot tazeyken %5-6 oranında protein içerirken, kurutulduğunda bu değer %23-24 seviyelerine ulaşmaktadır (Upton, 2013; Oz, 2014). Isırgan otu önemli bir mineral ve vitamin kaynağı olup, 100 g taze ısırgan otu; 14.4 mg α -tokoferol, 0.23 mg riboflavin, 13 mg demir, 0.95 mg çinko, 873 mg kalsiyum, 75 mg fosfor ve 532 mg potasyum içermektedir (Oz, 2014). Isırgan otunda %6.8 palmitik asit, %1.1 stearik asit, %3.6 oleik asit, %20.2 linoleik asit ve %12.4 linolenik asit içermektedir (Rafajlovska vd., 2001). Isırgan otu yapraklarında linolenik asit baskınken, tohumları linoleik asit açısından zengindir (Guil-Guerrero vd., 2003). Isırgan otu tohumunun başlıca uçucu bileşenleri isekarvakrol (%38.2), karvon (%9.0), naftalin (%8.9), (E) -anetol (%4.7), heksahidrofarnezil aseton (%3.0), (E) -geranil, aseton (%2.9), (E) - β -iyonon (%2.8) ve fitol (%2.7)' dir (Kalia vd., 2014). Ayrıca ısırgan otunda steroidler, terpenoidler, fenilpropanoidler, kumarinler, polisakaritler ve lektinler; çiçeklerinde ise flavonolglukozitler bulunmaktadır (Yener vd., 2009). ısırgan otunun yapraklarında yoğun olarak bulunan flavonoidler ise kampferol, isorhamnetin, kuersetin ile bunların 3-rutinosidleri ve 3-glikozitleridir (Hojnik vd., 2007).

Isırgan otu otunun gıda olarak kullanımının yanı sıra ilaç endüstrisinde ve gıdalarda yeşil renk maddesi (E140) olarak kullanılan klorofil üretimi için üretimi yapılmaktadır (Guil-Guerrero vd., 2003). Antibakteriyel (Genc vd.,2011),antifungal, antioksidan, antiinflamatuvar, antiülser, antikolit, antiviral, antikanser, antimikrobiyal, antiandrojenik, insektisit, immünomodülatör, hipokolesterolemik, hipoglisemik, kardiyovasküler etkileri analjezik hipotansif, hepatoprotektif ve romatoidartrit gibi çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip olması gibi nedenlerleısırgan otu tüketimi önerilmektedir (Kalia vd., 2014).

1.2.5. Kışniş Tohum Yağı

Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) *Umbelliferae* (şemsiye çiçekliler) ailesine ait olan tek yıllık bitkidir (Silva, 2011). Ham protein, yağ, ham lif ve kül içerikleri yaklaşık olarak sırası ile %16.4, %18.5, %28.8 ve %5.5 düzeyindedir (Kaya vd., 2000; Ramadan ve Mörsel, 2002; Coşkuner ve Karababa, 2007).

Kışniş tohumlarının en önemli bileşenleri uçucu ve sabit yağlardır. Kurutulmuş kışniş tohumlarının esansiyel yağ içeriği %0.1-2.7 arasında olup, türüne ve yetiştirilme koşullarına göre önemli ölçüde değişim göstermektedir (Rajeshwari ve Andallu, 2011). Kışnişin aroması ve lezzeti merikarpıda bulunan uçucu yağlardan kaynaklanmaktadır (Ravi vd.,2007). Kışniş tohumlarında uçucu yağın ana bileşeni linalol olup,%50 ile %70 arasında değişmektedir (Coşkuner ve Karababa, 2007). Uçucu yağın ana bileşenlerinden linalolun yanı sıra α -pinen, kafur ve geraniol, karvon, geraniol, limonen, borneol ve elemol bakımından da zengindir. Kışniş tohum yağının hakim yağ asiti petroselinik asit (%67) olup bunu sırası ile linoleik, oleik ve palmitik asitleri izlemektedir (Ramadan ve Mörsel, 2004). Kışniş kafeik ve krojenik asitler başta olmak üzere fenolik asitler, kuersetin, kampferol, ramnetin ve apigenin gibi flavonoidleri de bulundurmaktadır (Rajeshwari ve Andallu, 2011).

İçerdiği zengin bileşim nedeni ile gıda ürünlerinde, parfüm ve kozmetikte aroma maddesi olarak kullanılan ve ekonomik öneme sahip bir bitkidir. Ayrıca içerdiği esansiyel yağlar ve kışnişten elde edilen çeşitli ekstraktların antibakteriyel, antioksidan, antidiyabetik, antikanser ve antimutagenik etkinliklere sahip olduğu da bilinmektedir (Msaada vd., 2007; Soares vd., 2012).

1.2.6. Üzüm Çekirdeği Yağı

Dünya`da çok geniş bir alanda yapılmakta olan bağcılık, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016/2017` de yayınlanan verilerine göre Türkiye`de 4.352 269 dekarlık bir alan içinde yapılmaktadır. Üzüm, ülkemizde sofralık, kurutmalık, şaraplık başta olmak üzere pekmez, pestil, sucuk gibi ürünlerin üretiminde değerlendirilmektedir ve Türkiye`de üretilen üzümlerin yaklaşık %45.74`ü sofralık, %35.31`i kurutmalık, %10.86`sı şaraplık ve %8.09`u da pekmez, pestil, pekmez sucuğu ve şıra gibi ürünlerin yapımında kullanılmaktadır (TÜİK, 2016).

Üzüm, *Vitecea* familyasının *Vitis* türüne ait olan sıcak iklim kuşağı bitkisidir. Yapısında su, şeker, karbonhidrat, protein ve potasyum, vitamin gibi besleyici besin değerlerine sahiptir (Tangolar Gok vd., 2009; Apaydın, 2015). Üzüm proantisiyoninleri yüksek serbest radikal aktiviteye sahiptirler (Sagdic vd., 2011a). Üzüm; çeşitli değerlendirme yöntemlerinin olması, iklim ve toprak istekleri yönünden çok seçici olmaması, çok yıllık olması ve çoğaltılma yöntemlerinin kolay olması gibi avantajlara sahip olması nedeniyle dünyada en fazla üretilen meyvelerden biridir (Ekici, 2014).

Üzümün şarap, sirke ve pekmez gibi ürünlere işlenmesi sırasında meydana gelen üzüm posası, üzüm suyu ve şarap endüstrisinin önemli bir yan ürünüdür (Özkan vd., 2004; Baydar vd., 2006; Sagdic vd., 2011a). Üzüm posası, ağırlıklı olarak üzüm çekirdeği ve kabuğundan oluşmaktadır (Özkan vd., 2004; Baydar vd., 2006; Sagdic vd., 2011a; Sagdic vd., 2011b). Üzüm posasının yaklaşık %54.5`inin kabuk, %28`inin çekirdek ve %17.5`inin ise sap oluşturmaktadır (Ekici, 2011).

Üzüm posasının önemli bir kısmını oluşturan ve şarap endüstrisinin önemli bir yan ürünü olan üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera* L.), kuru halde %8-20 (ağırlık/ağırlık) yağ ve %10-20 (ağırlık/ağırlık) polifenolik bileşikler içermektedir (Martinello vd., 2007; Pardo vd., 2009). İçermiş oldukları yağ miktarı üzüm çeşidine bağlı olarak değişim göstermektedir. Kırmızı üzüm çekirdekleri %14.34 \pm 1.94 yağ içerirken beyaz üzüm çekirdek tohumları % 14.72 \pm 1.62 yağ içermektedir (Beveridge vd., 2005). Üzüm çekirdekleri aynı zamanda protein, karbonhidratlar, polifenoller, ham lif, kül ve diğer inorganik maddeleri de içermektedir (Tangolar Gok vd., 2009). Endüstriyel değeri son

derece yüksek olan üzüm çekirdeği son zamanlarda şarap üretiminin yan ürünü olarak yağ üretiminde iyi bilinen bir potansiyele sahiptir (Beveridge vd., 2005).

Üzüm çekirdek yağı, linoleik asit (%72-76) açısından zengin bir kaynak olup (Lutterodt vd., 2011), diğer bitkisel yağlara kıyasla esansiyel çoklu doymamış yağ asitlerini daha fazla içermektedir. Tohum yağlarında linoleik asidin yanı sıra oleik asit ve iz miktarda da linolenik ve palmitoleik asit bulunmaktadır. Diğer yandan, doymuş yağ asitlerinin yaklaşık %10' luk kısmını palmitik ve stearik asitler oluşturmaktadır (Crews vd., 2006; Bail vd., 2008; Passos vd., 2010; Yalcın vd., 2017). Üzüm çekirdeği yağı, tanen, mono ve digliserit, tokoferoller, galik asit, kateşin ve epikateşin gibi fenolik bileşik açısından da zengin bir kaynaktır (Cao ve Ito, 2003; Fiori, 2007; Martinello vd., 2007). Üzüm çekirdeği yağının, düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyonuna karşı koruyucu etkileri olduğu bilinmektedir. Ayrıca antioksidatif, antidiyabetik ve antihiperglisemik etkileri bulunması yağı önemli kılmaktadır (Baydar ve Akkurt, 2001; Maier vd., 2009).

1.3. Uçucu Yağlar

Bitkiler, gelişme ve üremeleriyle doğrudan ilgili olmayan fakat bitkileri yabancı bitki türlerine ve böceklere karşı koruyan, üreme periyodu süresince böcekleri kendisine çeken uçucu yağlar içermektedirler (Bakkali vd., 2008). Uçucu yağlar, bitkilerin veya bitkisel kaynakların, kök, gövde, yaprak, meyve, kabuk ve çiçek gibi kısımlarından damıtılma yoluyla, turunçgillerin kabuklarından mekanik ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen lipofilik ve sekonder metaboliklerdir. Oda sıcaklığında buharlaşabildiklerinden "uçucu yağ", eter gibi uçtuklarından "eterik yağ", güzel kokulu olmaları ve parfüm üretiminde kullanılmaları nedeniyle "esansiyel yağ" gibi birçok farklı isimle anılmaktadırlar (Baser vd., 1995; Başer, 2009; Evren ve Tekgüler, 2011).

Bitkilerde uçucu yağın elde edildiği kısımlarda (çiçek, yaprak, gövde), çiçeklenme dönemine ve mevsime göre %0.01 ile %10 aralığında uçucu yağ bulunmaktadır (Özgül, 2009). Uçucu yağlar, farklı konsantrasyonlarda birden fazla bileşiğin karışımından oluştuğundan dolayı kimyasal bileşimleri genellikle birbirlerinden farklılık göstermektedir (Kumar vd., 2013). Yapılarında lipofilik terpenoidler, fenil propanoidler ve düşük molekül ağırlığına sahip kısa zincirli alifatik hidrokarbon türevleri bulunmaktadır. Yapılarında bulunan bileşiklerin çoğu terpen kökenlidir. Terpenler,

izopren birimlerinin (2-metil-1,3-bütadien) bir araya gelmesiyle oluşan ve doğal ürünlerde yaygın olarak bulunan gruptan birisidir. İzopren birimleri bir araya gelerek farklı zincir büyüklüğünde hemiterpenleri, monoterpenleri, seskiterpenleri, diterpenleri, triterpenleri ve tetraterpenleri oluşturmaktadır. Uçucu yağlar büyük oranda monoterpen ve seskiterpen içermektedir. Ayrıca terpenler uçucu yağlarda glikozit halinde veya yüksek moleküllü reçineler (oleozin) ve zamklarla (oleogummirezin) birlikte bulunabilmektedirler. Ayrıca kekikteki timol ve karvakrol, portakaldaki limonen, defnedeki pinen ve nanedeki mentol gibi yapılarında oksijen içeren türevleri olan terpenoidler de uçucu yağlarda yer almaktadır (Bakkali vd., 2008; Turek ve Stintzing, 2011; 2013).

Genellikle oda sıcaklığında sıvı halde bulunan uçucu yağlar buharlaştırdıklarında geride herhangi bir kalıntı bırakmazlar, renksizdirler ve fiziksel özellikleri bakımından birbirlerine benzerlik göstermektedirler. Bazıları uzun süre açıkta bırakıldıklarında renkleri koyulaşarak zamanla ışık veya oksijenin etkisi ile reçineleşmektedir. Suda az, etanol, benzen ve eter gibi organik çözücülerde çok iyi çözünmektedirler (Burt, 2004; Başer, 2009; Cellat, 2011). Uçucu yağların saflık kontrolünde kırılma indisi ve polarize ışığı çevirme dereceleri önemli bir rol oynamaktadır. Genel olarak uçucu yağların kırılma indisleri yüksek olup çoğunluğu optikçe aktif halde bulunmaktadırlar (Burt, 2004).

Uçucu yağlar parfümlerde, kozmetik ve ev temizlik ürünlerinde, yiyecek ve içeceklerin tatlandırılmasında katkı maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Bunun yanı sıra uçucu yağlar; antimikrobiyal, antiviral, antifungal, böcek öldürücü ve antioksidan özelliklerinden dolayı gıda, ilaç ve tarım alanlarında da kullanılmaktadır (Wei ve Shibamoto, 2007; Adorjan ve Buchbauer, 2010; Zeng vd., 2011).

1.3.1. Turunçgil Kabuk Yağı

Turunçgiller, turunç, portakal, mandalina, greyfurt, bergamot ve limon gibi ekonomik değeri yüksek olan *Rutaceae* familyasının *Citrus* cinsine ait olan meyvelerdir. Ülkemizde portakal (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limon (*Citrus limon* L. Burm f.), mandalina (*Citrus reticulata*) ve greyfurt (*Citrus paradisi*) gibi bazı türleri

yetiştirilmektedir. Bu türe ait olan meyveler C vitamini bakımından zengin olup, taze olarak tüketilmekle birlikte meyve suyu, marmelat, şekerleme ve reçel yapımında da kullanılmaktadır.

Ayrıca ticari olarak büyük bir yan ürün olan turunçgil kabukları flavedo ve albedo denen iki katmandan oluşmaktadır. Flavedo; en dışta, yeşil, sarı ya da turuncu renkli, aralarında yağ bezeleri bulunan bir yapıdadır. Yağ bezelerinin büyüklüğü ortalama 10 ile 100 µm arasındadır (Mitiku vd., 2000; Qiao vd., 2008; Kirbaslar vd., 2009; Viuda-Martos vd., 2009). Flavedo tabakasında bulunan yağ, yağ bezelerinden soğuk öğütme, soğuk presleme, ıslak damıtma veya süperkritik karbondioksit özütme yöntemleri ile elde edilmektedir ve 100'den fazla bileşik içermektedir (Amusan vd., 2005).

Turunçgiller dünyada en fazla üretilen ve uluslararası ticareti yapılan önemli meyvelerdir. Dünyada USDA (2014/2015) verilerine göre, 2014 yılı itibariyle toplam 49 milyon ton portakal, 29 milyon ton mandalina, 7 milyon ton limon, 6 milyon ton greyfurt üretimi olmak üzere toplam 91 milyon ton dolayında turunçgil üretimi gerçekleşmektedir. Türkiye ise, 2015 yılında yaklaşık 3,9 milyon ton turunçgil üretimi gerçekleştirmekle birlikte; üretimin neredeyse tamamı Ege ve Akdeniz bölgelerinden sağlanmaktadır (www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar).

Turunçgil meyveleri taze olarak tüketilmelerinin yanında meyve suyu üretiminde kullanılmaktadır. Bu üretim sonucunda %34 kabuk oluşmaktadır ve turunçgil meyve kabukları ticari kullanım için büyük potansiyeli olan uçucu yağ endüstrisinin en önemli kaynaklarından birini oluşturmaktadır (Li vd., 2006; Hosni vd., 2010).

Bu çalışma kapsamında gıda endüstrisi, eczacılık, parfümeri, ilaç sanayisinde ve pektin gibi ürünlerin üretiminde önemli bir kullanım alanı olan portakal, limon ve defne yaprağı uçucu yağlarından aşağıda bahsedilecektir.

1.3.1.1. Portakal Kabuğu Yağı

İçeriğinin %85-99' unu uçucu, %1-15' i ise uçucu olmayan bileşenlerden oluşan portakal yağı (Anwar vd., 2015) karakteristik tat ve koku profilini oluşturan terpenik hidrokarbonlar, alkoller, ketonlar, oktanal, dekanal ve sinensal gibi aldehitler,

oksijenlenmiş bileşikleri içermektedir. Ayrıca yapısında α -piren, β -piren, mirisin, limonin, γ -terpiren, valensen, sabinen, neral ve geranial gibi önemli bazı bileşikleri de içermektedir (Amusan vd., 2005; Tetik ve Karhan, 2006; Beneti vd., 2011).

Portakal yağının major bileşim unsuru bir monoterpen olan d- limonendir (Lota vd., 2000; Sharma ve Tripathi, 2008; Purushothaman ve Nagarajan, 2009; Liu vd., 2012; Favela-Hernández vd., 2016). Portakal yağının yapısında bulunan d-limonenin antioksidan özelliğe sahip olan bir antikanserojen olduğu bilinmektedir (Benelli vd., 2010) .

1.3.1.2. Limon Kabuğu Yağı

Limon %30- 40 oranında kabuk içermektedir (Golmakani ve Moayyedi, 2015). Limon kabuğunun yapısında esansiyel yağlar, flavanoidler, vitaminler, mineraller ve diyet lifleri bulunmaktadır. Kabukta bulunan flavedo tabakasından elde edilen yağın temel bileşenlerini d-limonen, α -thujen, γ -terpinen, kamfen, β -pinen, sabinen, α -terpinolen, mirisen, α -pinen, citral, citronellol, kaprinaldehid, borneol ve p-simen oluşturmaktadır (Ahmad vd., 2006). Limon yağı %69.9 d-limonen ve %11.2 oranında β -pinen içermektedir (Gortzi vd., 2007; Viuda-Martos vd., 2009 ; Campêlo vd., 2011; Spadaroa vd., 2012).

Kabuk yağı antianemik, antimikrobiyal, antiromatizmal, antiseptik, antioksidant, antikarsinojenik ve antibakteriyel özelliklere sahiptir (Gok vd., 2014). Ayrıca yağın yapısında bulunan fenolik bileşikler, merkezi sinir sistemindeki hücrel oksidatif süreçleri engelleyici rol oynamaktadır (Campêlo vd., 2011).

1.3.2. Defne Yaprak Yağı

Son yıllarda özellikle tıbbi aromatik bitkiler içinde yer alan defne, Türkiye`de geçim kaynakları arasında yeşil altın olarak bilinmektedir. Dünya defne ihtiyacının %90' ı Türkiye` den temin edilmektedir. Ülkemizde 2015 yılında Orman Bakanlığı tarafından yapılan bir incelemede, defnenin toplam yayılış alanı 128.296 hektar, tahmini potansiyel verimi ise 310. 239 ton olduğu belirlenmiştir (<https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar>).

Defne (*Laurus nobilis* L.), ılımlı ve subtropik iklimli birçok ülkede yetiştirilen Akdeniz bölgesine özgü bir türdür (Leo vd., 2009) ve çok sayıda aromatik ve tıbbi bitki içeren

Lauraceae ailesinde yer almaktadır (Fiorini vd., 1997; Sangun vd.,2007). Bitkinin yapraklarının yapısında %1 ile %12 arasında değişen oranlarda bulunan benzen bileşikleri (öjenol, metil öjenol ve elemisin) duyuşal kalitesini belirlemektedir (Ozcan ve Chalchat, 2005; Sellami vd., 2011).

Yaprakların mezofil hücrelerinde toplanan defne yağı, yetiştirme koşulları ve cinsine bağlı olarak %31.4- 56 arasında değişen oranlarda d-1,8-sineol içermektedir (Sayyah vd., 2003;Ozcan ve Chalchat, 2005;Yalcın vd., 2007; Karaoğul vd., 2012; Mediouni Ben Jemâa vd., 2012). Ayrıca yapraklarda bulunan uçucu yağda %5-10 arasında değişen miktarda uçucu yağın bileşiminde α -pinen, p-simen, β -pinen ve limonen bulunurken, iz miktarlarda da fenil propanoidler yer almaktadır (Sayyah vd., 2003; Ozcan ve Chalchat, 2005; Nayak vd., 2006). Yapılan farmokolojik çalışmalarda antiülser (tohumlar), antidiyabetik (yaprak) ve antimikrobiyal etkilere sahip olduğu ve karaciğer glutatyon S-transferaz (GST) aktivitesini arttırdığı bildirilmektedir. Bu yağ, romatizmal ağrı giderici, dermatit, böcek öldürücü ve gıda koruyucu olarak da kullanılmaktadır (Caredda vd., 2002; Sangun vd., 2007; Derwich vd., 2009).

1.4. Yağ Eldesi

Tablo 2.1' de görüldüğü üzere yağlar bitkinin tohum, tomurcuk, yaprak, kök, kabuk, çiçek gibi kısımlarından bitkinin çeşidine, ısıya dayanıklılığına, bulunan yağ miktarına, suda çözünüp çözünmemesine ve yağın bileşenlerine bağlı olarak farklı yöntemlerle kullanılarak üretilmektedir. Bitkisel yağların elde edilif şekli; kaliteyi ve miktarı etkileyen önemli faktördür (Ozkan vd., 2010; Evren ve Tekgüler, 2011).

Tablo 2.1. Yağ elde edilmesinde kullanılan yöntemler

Yöntemler	Ayırma Teknikleri
Distilasyon	Su ile distilasyon
	Buhar ile distilasyon
	Vakum ile distilasyon
Ekstraksiyon	Çözücü ekstraksiyonu
	Süper kritik sıvı ekstraksiyonu
	Mikrodalgayla ekstraksiyon
	Sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyonu
	Katı-faz mikro ekstraksiyon
Mekanik	Çok yönlü ekstraksiyon
	Soğuk Presleme yöntemi

1.4.1. Distilasyon Yöntemi

Bir sıvı karışımı oluşturan bileşenlerin yapısında bulunan uçucu olan ve uçucu olmayan safsızlıkların kaynama noktaları farklarından yararlanılarak yapılan ayırma işlemine distilasyon adı verilmektedir. Ayrıca bu yöntem karışmış haldeki iki sıvının birbirinden ayrılması içinde kullanılmaktadır. Kullanım amacına uygun olarak su, buhar veya vakum uygulamaları yapılabilmektedir (Tablo 2.1). Su ile distilasyon yöntemi uçucu bileşiklerin elde edilmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Küçük ölçekli üretimlerde Klevenger tipi aparatlarla yapılırken, endüstriyel uygulamalarda büyük distilasyon kazanlarında (bakır imbik) gerçekleştirilmektedir. Yöntemin esası; soğutucu ile irtibatlandırılan bir cam balon içerisinde su ve bitki materyalinin 2–8 saat süre ile kaynatılarak, su buharı ile birlikte hareket eden yağ moleküllerinin soğutucuda yoğunlaştırılıp sudan ayrıştırılmasına dayanmaktadır. Vakum tipi distilasyon ünitesi ise kaynama noktası yüksek bazı bileşiklere uygulanmaktadır. Distilasyon yöntemlerinden üçüncüsü olan buhar yöntemi ise çoğunlukla taze materyallere uygulanmaktadır (Çetin, 2013). Buhar yöntemi ile distilasyon özellikle büyük ölçekte uçucu yağ üretiminde tercih edilmektedir (Toroğlu ve Çenet, 2006; Kılıç, 2008).

1.4.2. Ekstraksiyon Yöntemi

Ekstraksiyon yöntemlerinde, katı ve sıvı gıdalarda bulunan yağ ve benzeri bileşiklerin kimyasal çözücüler yardımıyla ayrılması sağlanmaktadır. Bu yöntemde analiz edilecek olan materyalin çözücü ile teması önemlidir. Ekstraksiyon yöntemlerinden solvent ekstraksiyonu geleneksel yöntemler arasında olup son yıllarda süperkritik sıvı ekstraksiyonu ve mikrodalga ekstraksiyonu gibi hızlı ve etkin yöntemler kullanılmaya başlanmaktadır (Yetim ve Kesmen, 2009).

1.4.2.1. Çözücü Ekstraksiyonu

Geleneksel bir yöntem olan çözücü ekstraksiyonunda, ekstraksiyon amacı ile yaygın olarak kullanılan petrol eteri, benzen, sikloheksan gibi çözücülerin düşük sıcaklık derecelerinde kaynatılarak oluşan çözücü buharının yoğunlaştırılarak örnek üzerine damlatılması ve bir süre bekletildikten sonra örneğin içindeki yağın ayrılması prensibine dayanmaktadır (Yetim ve Kesmen, 2009). Bu ekstraksiyon yönteminde verim yüksek olmasına rağmen bazı dezavantajları bulunmaktadır. Yöntemin dezavantajları arasında alet ekipmanlarının pahalı olması, patlama riski taşınması ve son üründe solvent kalma olasılığının yüksek olması sayılabilmektedir. Belirtilen bu olumsuzluklar nedeni ile farklı uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır (Kılıç, 2008; Çetin, 2013).

1.4.2.2. Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu

Süperkritik sıvı ekstraksiyon yönteminde, belli bir basınç ve sıcaklıkta karbondioksit gazı yoğunlaştırılarak yüksek çözücülük ve seçicilik sağlanmaktadır. Gıda içerisindeki yağ bileşenleri bu yöntem ile ayrı ayrı elde edilebilmektedir (Yetim ve Kesmen, 2009: syf 346). Süperkritik sıvı özelliği gösteren çözücüler kullanılmaktadır ve diğer yöntemlere göre güvenilir, hızlı, çevreye zarar vermeyen seçici ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir (Zougagh vd., 2004).

1.4.2.3. Mikrodalga Ekstraksiyonu

Mikrodalga ekstraksiyon yöntemi yüksek basınç ve sıcaklık uygulanarak yapılan kapalı bir sistemdir ve gıdalara uygulanacak olan ekstraksiyon işlem sırasında 2.5–75 GHz mikrodalga enerjisinden yararlanılmaktadır (Cellat, 2011). Bu yöntemde çözgen

kullanarak yapılan klasik metotlarla birleştirildiğinde uygulanan işlem süresi ve numune miktarında azalma meydana gelmektedir (Sparr Eskilsson ve Björklund, 2000).

1.4.2.4. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu

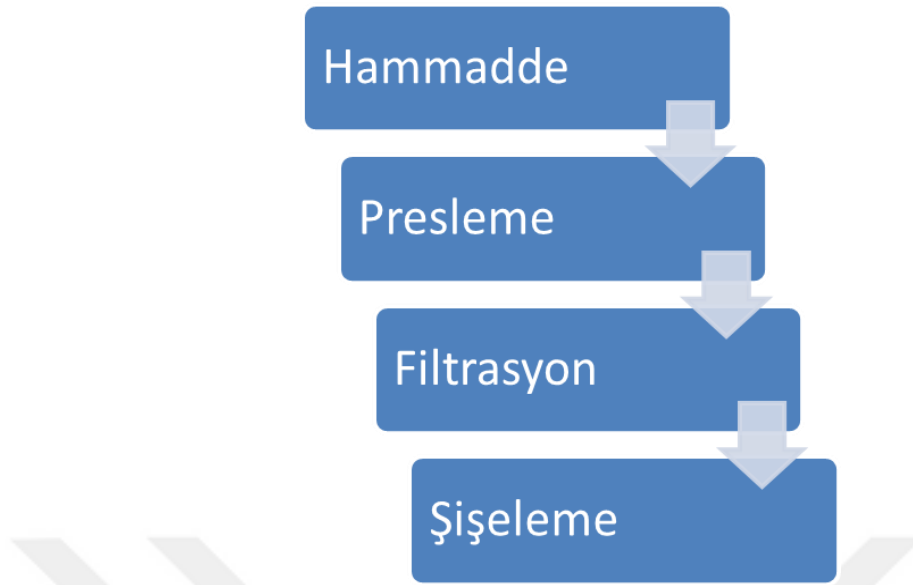
Sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyon yönteminde katı yada yarı katı halde bulunan bulunan örnek içindeki yağın sıcaklık ve basınç altında nonpolar bir çözücü yardımıyla ekstrakte edilmesidir (Yetim ve Kesmen, 2009). Bu yöntemde yüksek basınç ve sıcaklık yardımıyla yapılan, klasik yöntemlere göre ekstraksiyon süresi, çözücü tüketimi ve tekrarlanabilirlik gibi avantajları bulunmaktadır. Hızlandırılmış çözücü ekstraksiyonu bu yöntemin farklı şeklidir (Kılıç, 2008).

1.4.3. Mekanik Yöntem (Soğuk Presyon)

Bergamot, greylift, limon, portakal ve mandalina gibi meyvelerin kabuklarından soğuk hidrolik presler yardımıyla yağ elde etme yöntemidir. Dünya çapında gıda üretimi sırasında kullanılan sentetik koruyucuların sağlık üzerine olumsuz etkileri nedeniyle rafine edilmemiş olarak da ifade edilen soğuk pres yağlara ilgi artmıştır (Ramadan vd., 2012). Alman Standartları ve Kodeks Alimentarius' a göre soğuk presyon yönteminde bitki ve tohumun herhangi bir ısıl işlem uygulanmadan ve kimyasal madde katmadan hammaddenin dikkatli ve hassas bir şekilde doğal yöntemlerle yağının çıkarılması işlemidir. Bu yöntemde presleme sırasında düşük enerji kullanılmaktadır (Gecgel vd., 2016).

1.4.3.1. Soğuk Pres Yağların Üretimi

Yağ çıkarma tekniklerinden biri olan soğuk presleme yöntemi, hiçbir ısıl işlem, rafinasyon veya çözücü ekstraksiyonu uygulanmayan tohum yağı üretim yöntemlerinden biridir (Karaman vd., 2015). Soğuk pres yağ üretim yönteminde Şekil 2.1' de görüldüğü üzere, hammaddeden yağın ayrılması sırasında bitki tohumları vidalı veya hidrolik presler kullanılarak yapılan presleme ve filtrasyon işlemlerinden geçtikten sonra sıcaklık ve kimyasal işlem uygulanmadan şişelenmektedir (Teh ve Birch, 2013; Makala, 2015; Gecgel vd., 2016).



Şekil 1.1. Soğuk Pres Yağ Üretimi

Soğuk pres yağların üretimi sırasında uygulanacak olan sıcaklık değeri için Kodex Alimentarius standart (210-1999) ve Amendments (2003/2005)' da yer almamasına rağmen ulusal mevzuata göre 50°C ile sınırlıdır (Nederal vd., 2012; Gecgel vd., 2016).

Soğuk presleme yöntemi, çözücü ekstraksiyon tekniği kadar yüksek bir ekstraksiyon verimi vermemektedir ve sürekli kaliteli ürün elde edilmesi zordur (Siger vd., 2008). Marketlerde sunulan soğuk pres yağlar çoğu kez rafine yağlardan çok daha pahalıdır (Güler, 2009; Gecgel vd., 2016;). Bununla birlikte, yağın besleyici bileşenlerinin yapısını bozmamaktadır. Diğer yöntemlere göre basit, ekolojik ve enerji maliyeti çok gerektirmemektedir (Lutterodt vd., 2011; Nederal vd., 2012; Karaman vd., 2015; Gecgel vd., 2016) .

Soğuk pres yöntemi, evaporasyon ya da kimyasal modifiyenin kullanıldığı konveksiyonel solvent ekstraksiyonu yöntemleri ile karşılaştırıldığında; solvent ekstraksiyonu sırasında yağlardaki istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılması için rafinasyon işlemi uygulanan (degamming, asit giderme, renk açma ve koku giderme) gibi bazı işlemlere tabi tutulur ve bu sebeple yağların içerdiği tokoferoller gibi biyoaktif bileşenlerin yaklaşık %32' lik bir kısmı uzaklaştırılmaktadır (Parker vd., 2003; Yetim vd., 2008).

1.4.3.2. Soğuk Pres Yağların Bileşimi

İnsan yaşamı için gerekli olan önemli enerji kaynakları arasında yer alan yağların metabolizması için faydasının anlaşılması ve son yıllarda tüketiciler tarafından doğal ürünler olarak tanımlanan gıdalara ilginin artması üretim aşamaları sırasında gıdaya herhangi bir katkı maddesinin katılıp katılmadığı göz önünde tutulan konular arasında yer almaktadır. Bu nedenle son zamanlarda tüketiciler tarafından doğal bir yöntem olan soğuk pres tekniği ile elde edilen yağlara yoğun bir ilgi olduğu gözlenmektedir (Kachel-Jakubowska vd., 2015).

Soğuk presleme yönteminde, tohumların yağ üretimi sırasında kendiliğinden sürtünme ve yüksek basınç sonucunda oluşan çok düşük sıcaklıklara maruz kalmalarından ve herhangi bir çözücü kullanılmadığından dolayı tohumlarda doğal olarak bulunan esansiyel yağ asitleri, fenolikler, flavanoidler, fitosteroller, karotenoidler ve tokoferoller gibi biyoaktif bileşikler bozulmadan yapılarını korumaktadırlar (Lutterodt vd., 2011; Nedera vd.1, 2012; Gecgel vd., 2016).

Yetiştirilen bölgenin iklim, toprak ve tohumların botanik sınıflandırılmasına bağlı olarak yağ bitkilerinin tohumlarından, meyvelerinden veya çekirdeklerinden elde edilen soğuk pres yağlar genellikle %94-98 oranında triaçilgliserol içermektedir (Prescha vd., 2014; Makala, 2015). Soğuk pres yağlar rafine yağlara göre triaçilgliserol harici bileşikleri daha fazla miktarda içerirler (Siger vd., 2005). Yenilebilir rafine yağların iyi olmayan tat ve kokusuyla karşılaştırıldıklarında ise işlenmeleri esnasındaki hassas ekstraksiyon işlemi uygulanmasından dolayı yağda çözünebilir bileşenlerden olan karotenoidler korunmaktadır. Bu ise, natürel yağların renklerinin hangi bitkiden elde edildiğinin göstergesi olduğunu anlamaya, daha genel haliyle tat ve koku ile duyuşal algılamaya olanak sağlamaktadır. Çoğu durumda bunların rengi rafine ürünlerden daha yoğun olmaktadır (Brühl, 1995; Güler, 2009; Şeran, 2011).

Tohum yağları ürünün stabilitesini, duyuşal ve besinsel özelliklerini etkileyen ve yağların oksidasyonundan sorumlu olan radikalleri engelleyerek bozulmayı önleyen fenolik bileşikler bakımından zengindir. Soğuk pres yağlar çok fazla polar fenolik bileşikler içerdiklerinden dolayı oksidatif bozulmaya karşı koruyucu bir potansiyele sahiptir (Koski, 2003; Siger vd., 2008).

Yapılan çalışmalarda soğuk pres yağların lipolitik özellikteki doğal antioksidanları yüksek seviyede içerdiği belirtilmektedir (Kıralan vd., 2014). Soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağda çözünen ve güçlü antioksidan olan D ve E vitaminlerinin, minerallerin ve besin öğelerinin presleme sırasında yağa geçmeleri sağlanmaktadır. Presleme sırasında yağlarda bulunan mevcut antioksidanlar ve diğer moleküllerin yağa geçmesi nedeniyle uzun raf ömrüne sahiptirler. Genellikle raf ömürleri 6 veya 12 ay olarak belirlenmiştir ve bu sınır içermiş oldukları antioksidanların kalitesine ve özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinden alfa linoleik asit içeriğine bağlıdır (Prescha vd., 2014). Vücut tarafından sentezlenemeyen ve antiinflamatuvar, antihipertensin, antikanser, düşük yoğunluklu lipoprotein düşürücü, yağ yakıcı ve ayrıca organ ve hücre membranlarının fosfolipit tabakasının gelişiminde önemli rol oynayan γ -linoleik ve linoleik asit gibi çoklu doymamış ve omega-3 yağ asitlerinin mükemmel bir kaynağı olduklarından dolayı insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Oliwiecki vd., 1991; Wolf, 1997; Harbige vd., 2000; Simopoulos vd., 2000; Balasundram vd., 2006; Teh ve Morlock, 2015).

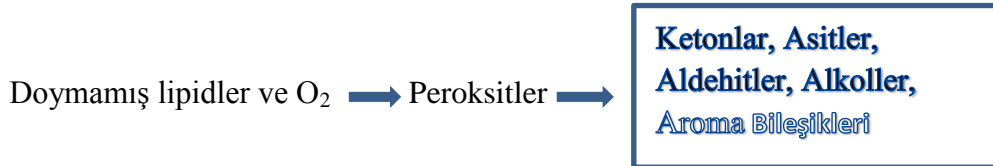
Aynı zamanda bazı soğuk pres bitkisel yağların yapılan çalışmalar sonucu antimikrobiyel etkiye sahip oldukları ve taze ürünler üzerindeki patojenleri azaltmak için doğal bir yol olabileceği belirtilmektedir (Gecgel vd., 2016).

1.5. Yenilebilir Yağlarda Oksidasyon ve Oksidatif Stabilite

Oksidasyon, gıdalarda meydana gelen önemli tepkimelerden birisidir ve gıda bileşenleri arasındaki iletişimi etkileyerek istenen ya da istenmeyen bileşikler oluşturmaktadır. Gıdaların kalitesini, raf ömrünü ve tüketiciler için kabul edilebilirliğini, kullanılabilirliği ve içeriğindeki aktif biyolojik bileşenlerin stabilitesini belirleyen önemli bir kalite parametresi olan oksidatif stabilite, gıdaların üretim ve depolama sürecinde kritik oksidasyon noktasına ulaşmak için geçen zaman periyodu olarak tanımlanmaktadır (Uluata, 2010).

Yapılarında lipit içeren gıdalar oksidasyona karşı daha duyarlı ve hassastır. Şekil 2.2' de görüldüğü üzere özellikle yüksek miktarda doymamış yağ asidi içeren gıdaların çift bağlarında meydana gelen oksidasyon sonucu düşük moleküler ağırlıklı aroma bileşikleri, aldehitler, ketonlar, asitler ve alkoller gibi bozulma ürünleri oluşmaktadır (Choe ve Min, 2006; Yetim ve Kesmen, 2009; Ayyıldız, 2010). Oluşan bozulma ürünleri sadece gıdanın lezzetini değil aynı zamanda, besin kalitesini ve toksitesini

etkiler ve oluşan ürünler insan sağlığına zarar vermektedir (Ramadan ve Mörsel, 2004; Wasowicz vd., 2004; White vd., 2005; Uluata, 2010; Szterk vd., 2010; Şeran, 2011; Fanta, 2015; Beata vd., 2015).



Şekil 1.2. Lipit oksidasyon reaksiyonu (Yetim ve Kesmen, 2009)

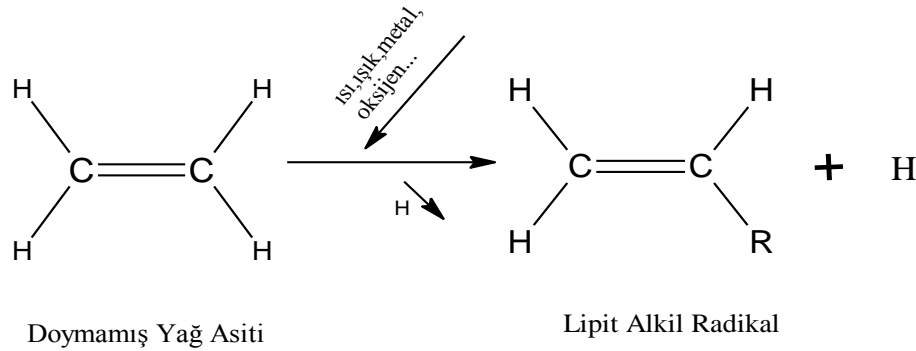
Üretim, depolama ve ısıl işlem sırasında katı ve sıvı yağlarda otooksidasyon, fotooksidasyon, termik oksidasyon ve enzimatik oksidasyon olmak üzere dört farklı şekilde oksidasyon reaksiyonları meydana gelmektedir. Otooksidasyon ve fotooksidasyon oksijen türüne bağlı olarak oluşmaktadır ve oksidasyonda etkili olan atmosferik (³O₂) ve singlet (¹O₂) oksijen olmak üzere iki farklı oksijen türü bulunmaktadır. Son yörüngelerinde paylaşılmamış halde elektron içeren bileşiklere serbest radikaller denilmektedir. Radikal bir karaktere sahip olan atmosferik oksijen otomatik oksidasyona neden olmaktadır (Choe ve Min, 2006, 2009; Uluata, 2010; Karataş, 2015).

Elektrofilik singlet oksijen doymamış yağların yüksek elektron yoğunluğuna sahip olan ve tip II fotosensitizer oksidasyon adı verilen çift bağlarıyla doğrudan reaksiyona girmektedir (Choe ve Min, 2005).

1.5.1. Yenilebilir Yağlarda Otooksidasyon Mekanizması

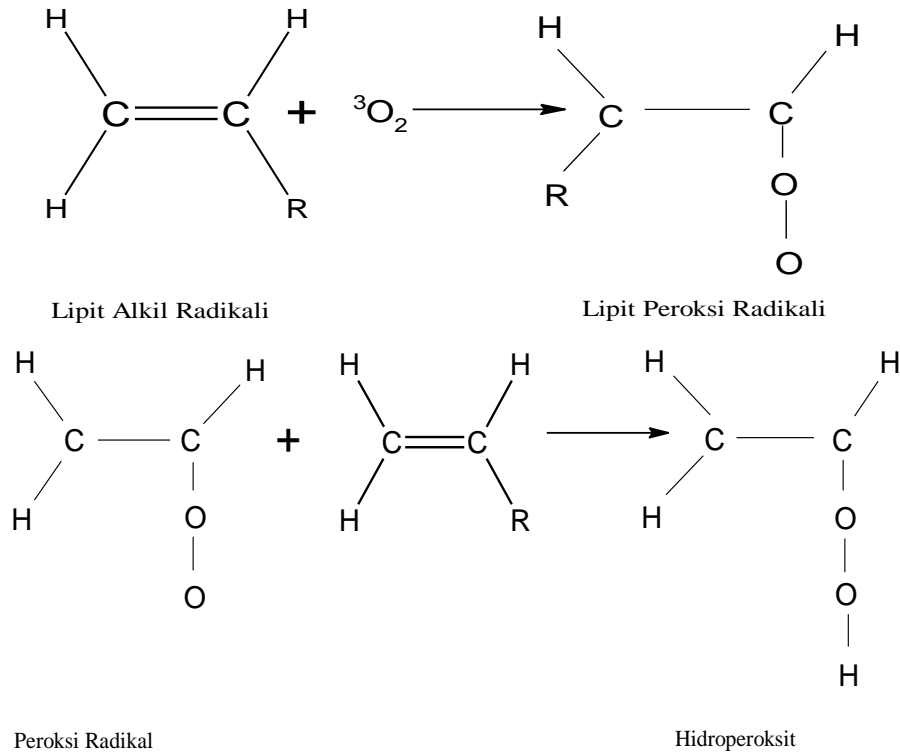
Otooksidasyon yenilebilir yağlardaki önemli oksidasyon mekanizmasıdır. Otooksidasyon atmosferik oksijenin, bir lipit radikali ile etkileştiği serbest radikal zincir reaksiyonudur (Choe ve Min, 2006, 2009; Uluata, 2010; Karataş, 2015). Başlatma, çoğalma ve sonlandırma basamaklarından oluşmaktadır.

Başlatma adımında Şekil 1.3.' de görüldüğü üzere yenilebilir yağdaki çoklu doymamış yağ asitleri ve açilgliserolde yer alan hidrojen atomu ısı, metal katalizörleri, oksijen, ultraviyole ve görünür ışık varlığında ayrılır ve başlangıç aşamasında lipit alkil kökleri (R-*) üretilir. Hidrojeni ayırmak için gereken enerji, moleküllerdeki hidrojen konumuna bağlıdır (Kayahan, 2003; Wasowicz vd., 2004; Choe ve Min, 2006; Yıldırım, 2009).



Şekil 1.3. Otooksidasyon başlatma aşaması

Şekil 1.4.' de görüldüğü gibi çoğalma aşamasında lipit alkil radikali $^3\text{O}_2$ ile reaksiyona girerek bir reaktif radikal olan lipit peroksi radikal haline dönüşmektedir. Lipit peroksi radikali ise lipit moleküllerinden hidrojeni ayrıştırarak hidroperoksitleri oluşturmaktadır. Oluşan radikaller oksidasyon reaksiyonunu katalize etmektedir. Lipit peroksi radikal ve hidroperoksit oluşum oranları sadece oksijen kullanılabilirliği ve sıcaklığa bağlıdır. Radikaller birbirleriyle reaksiyona girdiğinde, radikal olmayan türler üretilerek reaksiyon durmaktadır (Wasowicz vd., 2004; Choe ve Min, 2006; Karataş, 2015).



Şekil 1.4. Otooksidasyon çoğalma aşaması

Sonlandırma aşamasında ise birincil oksidasyon ürünleri olan lipit hidroperoksitler, oda sıcaklığında ve metallerin yokluğunda nispeten kararlardır. Bununla birlikte, metallerin varlığında veya yüksek sıcaklıkta kolayca alkoksi köklerine ayrılır ve daha sonra radikal olmayan ikincil lipit oksidasyon ürünleri olan aldehitler, ketonlar, asitler, esterler, alkoller ve kısa zincirli hidrokarbonlar oluşturmaktadır (Wasowicz vd., 2004; Choe ve Min, 2006; Uluata, 2010).

Otooksidasyonun başlangıç aşamasında oluşan birincil oksidasyon ürünleri hidroperoksitler uçucu olmayan, renksiz, kokusuz ve nispeten kararsız bileşiklerdir. Kolayca monomoleküler ve biyomoleküler reaksiyonları içeren bileşenlere parçalanabilirler. Birincil oksidasyon ürünlerinin parçalanması ile oluşan ikincil oksidasyon ürünleri kokuludur ve yenilebilir yağlarda uyarıcı ve tatlandırıcı olarak algılanırlar (Choe ve Min, 2006; Shahidi ve Zhoung, 2010; Uluata, 2010).

1.5.2. Fotooksidasyon

Yağlarda fotooksidasyon reaksiyonu, ışık, klorofil gibi sensibilizatörler atmosferik oksijenin varlığında meydana gelmektedirler ve singlet oksijen üretilmektedir. Fotooksidasyon olayında sensibilizatörler ışık enerjisini çok hızlı emerek hareketli hale gelmektedirler ve atmosferik oksijen ile reaksiyona girerek substrattan hidrojeni veya bir elektron transferiyle süperoksit anyonu üretmektedirler. Demir veya bakır gibi geçiş metallere varlığında süperoksit anyonu hidrojen peroksit üreterek reaksiyona girmektedir ve singlet oksijen oluşturmaları daha da hızlanmaktadır. Radikal olmayan elektrofilik singlet oksijen, doymamış yağ asitlerinin çift bağları gibi yüksek elektron yoğunluklu bileşiklerle kolayca reaksiyona girer ve enerjisini onlara aktarmaktadır. Bunun sonucunda çoğunlukla alil hidroperoksitler oluşmaktadır. Hidroperoksitlerin bozulma mekanizması otooksidasyon ile aynıdır (Choe ve Min, 2006; Şeran, 2011).

1.5.3. Termik Oksidasyon

Yağların ısıtılması sonucunda termik oksidasyon olarak ifade ettiğimiz reaksiyonlar meydana gelmektedir. Termik oksidasyonun kimyasal mekanizması temel olarak otooksidasyon mekanizması ile aynıdır. Fakat termik oksidasyon hızı daha hızlıdır ve kararsız birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitler, aldehitler ve ketonlar gibi ikincil oksidasyon ürünlerine hızla ayrılmaktadır (Choe ve Min, 2007; Choe ve Min,

2009). Termik oksidasyon sonucunda hidroperoksitlerin parçalanma ürünleri olan aldehitler, ketonlar, kısa zincirli hidrokarbonlar, laktonlar, alkoller ve esterler gibi uçucu ve uçucu olamayan polar bileşikler üretilmektedir. Dimerizasyon ve polimerizasyon yağdaki termik oksidasyonda başlıca reaksiyonlardır. Bu reaksiyonların sonucunda triaçilgliserollerin dimerleri ve polimerleri oluşmaktadır. Dimerler ve polimerler 692 ila 1600 Daltonluk bir moleküler ağırlık aralığına ve -C-C-, -C-O-C- ve -C-O-O-C- bağlarının bir kombinasyonu tarafından oluşturulmuş büyük moleküllerdir (Kim, 2005). Yüksek oleik asit içeren yağlarda yüksek linoleik asit içerenlere göre polimerleşme daha kolay gerçekleşmektedir. Polimerler, oksijen açısından zengin ve konjugedienlerdir ve kahverengi, reçine benzeri bir kalıntı üretirler (Choe ve Min, 2009).

1.5.4. Enzimatik Oksidasyon

Liposigenaz enzimi tarafından katalize edilen radikal olmayan bir mekanizmadır. Lipoksigenaz 1-cis, 4-cis pentadien sistemine sahip doymamış yağ asitlerini oksitleyerek yağ bozulmasına neden olmaktadır ve linoleik, linolenik ve araşidonik asitler içeren yağlar çok çabuk etkilenmektedir. Eikosapentaenoik asit (EPA) ve DHA lipoksigenaz ile oksitlenebilmektedir (Choe ve Min, 2009).

1.5.5. Oksidasyonu Etkileyen Faktörler

Yağların oksidasyonunda temel faktör olan yağ asidi bileşiminin yanı sıra yağ işleme yöntemi, ısı veya ışık enerjisi, oksijen konsantrasyonu ve tipi, serbest yağ asitleri, mono- ve diasilgliseroller, geçiş metalleri, yağın coğrafi orjinine, pigmentler, lipidin oksijenle temas yüzeyine, su aktivitesi ve antioksidanlar gibi faktörler ile etkileşimine bağlı olarak yağın oksidasyonunu etkilemektedir (Choe ve Min, 2006, 2009; Angelovič, vd. 2015; Karataş, 2015).

1.5.5.1. Yağların Yağ Asidi Bileşimi

Yağ asitlerinin doymunluk derecesi azaldıkça oksidasyon oluşum hızı ve birincil oksidasyon bileşiklerinin miktarı artmaktadır (Parker vd., 2003; Martín-Polvillo vd., 2004) . Ayrıca yağ asitlerindeki çift bağların sayısı, durumu ve geometrisi gibi faktörlerde oksidasyon oranını etkilemektedir. Cis ve konjuge çift bağlar içeren yağ asitleri daha reaktiftir (Rahmani ve Csallany, 1998; Alamed, 2008). Otoksidasyon

oranı yağ asidi veya açilgliserollerin alkil radikal oluşum hızını büyük oranda etkilemektedir (Wasowicz vd., 2004; Choe ve Min, 2006). Yapılan bir çalışmada depolanan soya fasülyesi, aspir ve ayçiçeği yağının hindistan cevizi yağından daha kısa indüksiyon periyoduna sahip olduğu belirtilmiştir (Tan vd., 2002). Yağda bulunan trigliseritlerin parçalanması sonucu ortamda bulunan serbest yağ asitleri prooksidatif etki göstererek hidroperoksitlerin serbest radikallere parçalanmasını hızlandırmaktadır (Yanishlieva-Maslarova, 2001).

1.5.5.2. Yağ İşleme Yöntemi

Yağ üretim şekli yağın kararlılığını etkilemektedir. Ham yağlarda tokoferol miktarı yüksek olmasından dolayı işlem görmüş diğer yağlara göre daha karardır. Krygier ve Platek (1999), yapmış oldukları çalışmada preslenmiş kolza yağının 90 °C’ de hekzan ile ekstrakte edilen örneklerle göre daha kısa indüksiyon periyodu gösterdiğini kanıtlamışlardır (Krygier ve Platek, 1999; Choe ve Min 2006).

1.5.5.3. Sıcaklık ve Işık

Yağların indüksiyon periyodu boyunca oksidasyon ürünlerinin oluşumu ve ayrışması sıcaklık arttıkça artmaktadır (St. Angelo vd., 1996; Shahidi ve Spurvey 1996; Choe ve Min, 2006). Oksidasyon sırasında gıdanın tat ve aroması açısından önemli olan polimerizasyon bileşikleri ve karbonil bileşikleri oluşmaktadır (Marquez-Ruiz vd., 1996; Yıldırım, 2009). Sıcaklık hidroperoksit oluşum ve parçalanma hızını etkilemesi yanında cis, trans/ trans, trans oranları gibi sterokimyasal ürün sınıfını da etkilemektedir (Şimşek, 2008). Aynı zamanda gıdalarda belli oranlarda antioksidan ve prooksidant etki gösteren suyu uçurarak oksidasyonun artmasına neden olmaktadır (Özçelik ve Evranuz, 1998).

Fotooksidasyon olayında ışık önemli kriterlerinden bir tanesidir. Küçük bileşikler ışığı emmelerinden dolayı uyarılmaktadır. Özellikle floresans ışığı, tungsten lambası veya gün ışığından daha fazla etkiye sahiptir (Özçelik ve Evranuz, 1998; Choe ve Min, 2006; Yıldırım, 2009).

1.5.5.4. Oksijen

Yağların oksidasyonu, oksijenin türüne ve miktarına bağlı olarak yağın oksijen ve katalizör ile temas etmesi sonucunda gerçekleşmektedir. Fotooksidasyon reaksiyonundan sorumlu olan singlet oksijenin lipitler ile reaksiyona girme hızı, atmosferik oksijene göre çok daha yüksektir çünkü singlet oksijen, lipitlerle doğrudan reaksiyona girerken atmosferik oksijen radikal formunda reaksiyona girmektedir. Oksijenin çözünürlüğü yağda arttıkça oksidasyon hızlanmaktadır.

Yüksek sıcaklık derecesinde hafif metallerin varlığında yağ oksijenden daha fazla miktarda etkilemektedir (Choe ve Min, 2006; 2009).

1.5.5.5. Metaller

Bakır, demir, mangan, kobalt ve nikel gibi ağır metaller ve geçiş metalleri, oksidasyonun başlatma adımında aktivasyon enerjisini düşürerek yağ oksidasyon oranını artırır ve doğrudan lipitlerle reaksiyona girerek lipit alkil radikalleri üretilmektedir. Oluşan lipit alkil radikali ve reaktif oksijen türleri yağ oksidasyonunu hızlandırmaktadır. Aynı zamanda hidroperoksitlerin ayrıştırılmasıyla yağın otooksidasyonunu hızlandırmaktadır (Choe ve Min, 2006). Metal iyonları elektron alarak veya vererek oksidasyon reaksiyonlarını başlatmaktadırlar (Özçelik ve Evranuz, 1998).

1.5.5.6. Su Aktivitesi

Gıdalar yüksek, orta ve düşük nem oranlarıyla 3 grupta incelenmektedir. Orta nemli gıdalar lipit oksidasyonuna daha duyarlıdır. Düşük nemli gıdalarda ise su aktivitesi lipoksigenaz enzim etkinliğini artırdığı için oksidasyonu hızlandırdığı belirtilmiştir (Özçelik ve Evranuz, 1998).

1.5.5.7. Yağdaki Minör Bileşenler

Yağlar %95 oranında trigliseritlerden oluşurken %5' lik kısmını serbest yağ asitleri, diaçilgliseroller, fosfolipitler, klorofil, karotenoidler, fenolik bileşikler ve tokoferol gibi

minör bileşiklerden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin kimisi oksidasyonu hızlandırırken kimisi yavaşlatmaktadır. Bunun yanında yağın %5' lik kısmını oluşturan serbest yağ asitleri hem hidrofilik hem de hidrofobik özelliğe sahip olduklarından dolayı prooksidan olarak hareket etmektedir (Yıldırım, 2009).

1.5.5.8. Antioksidanlar

Antioksidanlar, lipit alkil radikalleri veya lipit peroksi radikalleri gibi serbest radikalleri, geçiş metallerini, singlet oksijen ve sensitizörleri engelleyerek oksidasyonun indüksiyon süresini uzatan veya oksidasyon oranını yavaşlatan bileşiklerdir. Serbest radikallere hidrojen atomları bağlayarak onları daha kararlı nonradikal ürünlere dönüştürebilmektedirler. Yenilebilir yağlarda tokoferoller, tokotrioller, karotenoidler, fenolik bileşikler ve steroller gibi antioksidanlar doğal olarak bulunmaktadır ve gıdaların işlenmesi sırasında lipofilik ve hidrofilik bileşenlerine ayrılmaktadırlar.

Yağda iyi çözünmeleri nedeniyle tekli fenolik bileşikler olan tokoferoller en önemli antioksidandır. Tokoferoller, iki ana mekanizma sayesinde güçlü bir antioksidan olarak hareket edebilmektedirler. Birincil mekanizma sayesinde oksidasyon sırasında tokoferoller lipit peroksi radikali için doymamış yağlar ile rekabet ederek yağın oksidatif stabilitesini arttırmaktadır (Karataş, 2015). Öte yandan, gıdalarda bulunan tokoferollerin arasında yer alan α - tokoferol en yüksek E vitamini aktivitesini göstererek böylece insan sağlığı ve biyolojik etkinliği için en önemli faktör haline gelmektedir (Baydar vd., 2007). Hayvansal yağlara göre bitkisel yağlarda çok fazla miktarda bulunmaktadır. Bitkisel yağlar arasında soya fasulyesi, kanola, ayçiçeği ve mısırözü yağı nispeten yüksek miktarda tokoferol içermektedir (Choe ve Min, 2009).

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan ve soğuk presleme yöntemiyle elde edilen çörekotu, susam, üzüm çekirdeği, keten tohum yağları Oneva Yağ Fabrikası'ndan (İstanbul); ısırgan otu ve kişniş tohum yağları ise Zade Vital Yağ Fabrikası'ndan (Konya) temin edilmiştir. Distilasyon yöntemiyle elde edilen defne yaprak, portakal ve limon kabuğu yağları Uğurluoğlu Bitkisel Yağ Fabrikası'ndan (Akşehir) sağlanmıştır. Yağ örneklerinin firmalardan temini sırasında yağ üretimi için kullanılan hammaddelerin ve elde edilen yağların yeni üretilmiş olmasına özen gösterilmiştir. Laboratuvara getirilen yağ örnekleri üç farklı sıcaklık derecesinde (4, 20 ve 37 °C) 12 aylık süreyle karanlık bir ortamda ağzları kapalı olarak depolanmıştır. Tez kapsamında kullanılan tohum yağları ve uçucu yağlar sırası ile Şekil 2.1, Şekil 2.2' de gösterilmiştir.



Susam
Yağı

Çörekotu
Yağı

Üzüm çekirdek
Yağı

Keten
Yağı

Isırgan otu
Yağı

Kişniş
Yağı

Şekil 2.1. Çalışma kapsamında incelenen tohum yağları



Defne yaprak yağı

Limon kabuk yağı

Portakal kabuk yağı

Şekil 2.2. Çalışma kapsamında incelenen uçucu yağlar

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında tohum yağları ve uçucu yağlar 12 ay süre ile 3 farklı sıcaklıkta (4, 20 ve 37°C) depolanarak, 0. gün ve 1., 3., 6., 9., ve 12. aylarda örnek alınmıştır. Tohum yağlarında peroksit sayısı, özgül soğurma ve *p-anisidin* değerleri, renk, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite, fırın testi (schaal oven), yağ asiti kompozisyonu ve uçucu aroma profilleri ile ransimat analizleri yapılmıştır. Uçucu yağlarda ise kırılma indisi, antioksidan aktivite tayini, renk ve uçucu aroma profili analizleri yapılarak depolama sırasında meydana gelen değişimler incelenerek, yağların depolama sırasındaki oksidatif stabiliteleri belirlenmiştir. Çalışmada yapılan analizler aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Tohum Yağlarında Yapılan Analizler

2.2.1.1. Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit sayısı, asetik asit ve kloroform karışımı içinde çözünmüş olan yağ örneğinin, potasyum iyodür çözeltisi ile reaksiyonuyla açığa çıkan iyodun, ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyonu sonucu 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin miliekivalent gram (meq O₂ / kg) olarak miktarıdır (Anonymous, 2006).

Örneklerin peroksit değerlerinin belirlenmesinde AOCS metot Cd 8-53' e göre yapılmıştır (Anonymous, 2006). Örneklerden 2 g alınarak üzerine 25 ml asetik asit (Carlo-Erbaa, İspanya)-kloroform (Carlo-Erbaa, İspanya) (3:2 v/v) karışımı ve 1 ml doymuş potasyum iyodür (Sigma, Amerika) çözeltisi ilave edilerek 1 dakika çalkalanmış ve karanlık ortamda 5 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda reaksiyonu durdurmak amacıyla yaklaşık 75 ml saf su ilave edilerek %1' lik nişasta (Merck, Almanya) çözeltisi damlatılarak 0,1 N sodyum tiyosülfat (Sigma, Amerika) çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan miktar kaydedilerek aşağıdaki formül (1) yardımıyla sonuçlar miliekivalent gram O₂/kg yağ olarak verilmiştir (Anonymous, 2006).

$$\text{Peroksit Sayısı (meq O}_2\text{/kg yağ)} = [(V_1 - V_0) \times N \times 1000] / m \quad (1)$$

V₀ : Şahit deney için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

V₁ : Numune için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

N : Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m : Örnek ağırlığı (g)

2.2.1.2. Özgül Soğurma Değerleri

Depolama sürecinde yağların oksidasyonu sonucunda açığa çıkan birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesi amacıyla özgül soğurma değerleri tespit edilmiştir. Özgül soğurma değerleri analizi, AOCS Ch5-91'e göre yapılmıştır. Bu amaçla, yağ örneklerinden 0.1 g tartılarak 10 ml sikloheksan (Sigma, Amerika) ile tamamlanmıştır. Birincil oksidasyon ürünleri olan konjuge dienler 232 nm, ikincil oksidasyon ürünleri olan özellikle aldehit ve ketonlar 270 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu UV-VIS 1800, Kyoto-Japonya) hekzana karşı ölçülmüştür. Hesaplama aşağıdaki formülden (2) yararlanılmıştır (Anonymous, 2006).

$$\text{Dalga boyundaki soğurma değeri} = A / (c \times l) \quad (2)$$

A : 232 veya 270 nm dalga boyunda ölçülen absorpsiyon

c : Çözelti konsantrasyonu (g/100 ml)

l : Küvetteki ışık yolu (1 cm)

2.2.1.3. *p-anisidin* Değeri:

Yağların oksidasyonunda aldehit yapıdaki yüksek moleküllü karbonil bileşikleri olan ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan *p-anisidin* testi, IUPAC 2.504' de verilen yöntemle yapılmıştır (Methods ve The, 1979). Bu amaçla 0.5 g yağ, 25 ml hacmindeki balon jøjeye tartılarak, izooktan (Sigma, Amerika) çözültisi ile tamamlanmıştır. Bu karışımdan 5 ml alınarak üzerine 1 ml *p-anisidin* (Sigma, Amerika) çözültisi (0.25 g/100 ml glasiyel asetik asit) ilave edilmiş ve 10 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 350 nm' de izooktan çözültisine karşı absorbans değeri belirlenerek aşağıdaki formül (3) kullanılarak, örneklerin *p-anisidin* değeri hesaplanmıştır.

$$p\text{-anisidin değeri} = 25 \cdot (1.2 A_2 - A_1) / m \quad (3)$$

A_1 : izooktan ile hazırlanmış olan solüsyonun absorbans değeri

A_2 : *p-anisidin* ile hazırlanmış olan solüsyonun absorbans değeri

m : Örnek ağırlığı (g)

2.2.1.4. Renk

Farklı sıcaklıklarda depolanan yağ örneklerinin renk parametrelerinden L^* , a^* ve b^* değerlerinde meydana gelen değişimler, renk tayin cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Konica Minolta Optics Inc., Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. L^* , a^* , b^* sisteminde; L^* değeri parlaklığı ($L^* 100 =$ beyaz; $L^* 0 =$ siyah) temsil etmektedir. a^* değeri pozitif iken kırmızıyı, negatif iken yeşil rengi ifade etmektedir. Pozitif ve negatif b^* değerleri ise sırası ile sarı ve maviyi temsil etmektedir (Ekici, 2011).

2.2.1.5. Ransimat

Ransimat yöntemi, yüksek sıcaklıklarda yağın bozulması sonucu oluşan bileşiklerin, emildikleri suyun iletkenlik değerlerinde oluşturduğu değişimin grafiksel olarak ölçülmesi sonucu oluşan induksiyon periyodunu belirlemek için kullanılmaktadır.

(Akçar, 2009). Çalışma kapsamında, yağ örneklerinin oksidatif stabiliteleri ve raf ömürleri ransimat cihazı (Metrohm Ransimat model 743, Switzerland) kullanılarak belirlenmiştir. Yaklaşık 3 gram örnek analiz tüpüne yerleştirilerek, sıcaklık 110 °C' ye ayarlanmış ve örnekler 20 l/s debi düzeyinde hava ile beslenmiştir. Oksidasyon süresiyle suyun iletkenliği arasındaki değişim grafik yardımıyla ifade edilmektedir. Oluşan oksidasyon ürünlerinin artışına bağlı olarak suyun iletkenlik değerinde oluşturduğu değişim sonucu elde edilen grafik yardımıyla yağın indüksiyon süresi hesaplanmıştır (Lutterodt vd., 2011)

2.2.1.6. Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasite

Depolama sırasında yağ örneklerinin biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişimlerin gözlenebilmesi için toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri Ramadan vd. (2003), tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Bu amaçla, 2 g yağ örneği alınarak 5 ml hekzan (Sigma, Amerika) ve 10 ml metanol (Sigma, Amerika) ile 2 dakika vorteks ile karıştırdıktan sonra 10 dakika boyunca 3000 rpm' de santrifüj (Shimadzu UV-VIS 1800, Kyoto-Japonya) edilmiştir. Daha sonra pastör pipeti yardımıyla hidroalkolik kısmı yağ fazından ayrılarak, 30°C' de rotary evaporatör (IKA RV 10, Amerika) kullanılarak konsantre edilmiştir. Daha sonra konsantre hidroalkolik ekstraktların üzerine 15 ml asetonitril (Sigma, Amerika) ilave edilerek 3 kez 15 ml hekzan ile yıkanmıştır. Asetonitrildeki saf fenoller 30°C' de vakum altında ekstrakt elde edilmiştir. Elde edilen ekstrakt toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılmıştır (Ramadan vd., 2003).

2.2.1.6.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu (Merck, Almanya) kolorimetrik yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla, metanol ile seyreltilen örneklerden 400 µl alındıktan sonra üzerine 2 ml 1:9 oranında su ile seyreltilmiş Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra 1.6 ml %7.5' lik sodyum karbonat (Merck, Almanya) ilave edilen örnekler karanlık ortamda 1 saat süre ile inkübe edilmiştir. Örneklerin 765 nm' deki absorbans değerleri belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarını belirlemek amacı ile gallik asitten 0-1 mg/ml sınırları düzeyinde bir seri standart çözelti hazırlanmıştır. Elde edilen standart kurve yardımı ile

örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit (Merck, Almanya) eşdeğeri (GAE)/100 yağ olarak hesaplanmıştır (Cam ve Hisil, 2010).

2.2.1.6.2. Antioksidan Kapasite

Örneklerin antioksidan aktiviteleri troloks eşiti antioksidan kapasite (TEAC) yöntemi ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) antiradikal aktivite tayin edilerek belirlenmiştir.

2.2.1.6.2.1. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi

DPPH antiradikal kapasite yöntemi, organik bir nitrojen radikali olan DPPH' in 515 nm dalga boyunda, antioksidan varlığında sahip olduğu menekşe mor rengini kaybetmesi esasına dayanmaktadır. DPPH' in indirgenmesine bağlı olarak absorbans değerinde saptanan azalma dikkate alınarak örneklerin antiradikal kapasiteleri hesaplanmaktadır (Albayrak vd., 2010).

Bölüm 2.2.1.7' de belirtildiği şekilde elde edilen ekstraktların antiradikal kapasiteleri Brand-Williams vd. (1995), tarafından verilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak saptanmıştır. Bu amaçla farklı konsantrelerde metanol ile seyreltilen örneklerden 800 µl alınarak, üzerine 3200 µL 0.1 mM/L DPPH çözeltisi (Sigma, Amerika) ilave edilmiştir. Örnekler karanlık bir ortamda 30 dakika bekletildikten sonra absorbansları 517 nm' de ölçülmüştür. Örneklerin antiradikal kapasiteleri aşağıda verilen eşitlik ile (4) hesaplanmıştır. Örnekler tarafından DPPH' in %50' sinin indirgenmesi için gerekli ekstrakt miktarı ise grafik yardımı ile belirlenmiştir (µg/ml) (Brand-Williams vd., 1995).

Örneklerin antiradikal kapasiteleri aşağıda verilen eşitlikle (4) hesaplanmıştır:

$$\% \dot{I} = 100 \times (1 - A\ddot{O}/AK) \quad (4)$$

İ: Örnek tarafından inhibe edilen DPPH

% AÖ: Örneğin absorbansı

% AK: Kontrolün absorbansı

2.2.1.6.2.2. Troloks Eşiti Antioksidan Kapasite (TEAC)Yöntemi

TEAC yöntemi, hem hidrofilik hem de hidrofobik bileşiklerin antioksidan kapasitesini belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem, antioksidan içeren örnek varlığında kararlı bir radikal olan ABTS [2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit)] yeşil mavi renkten renksiz forma dönüşene kadar geçen 6 dakikalık zaman dilimi sonucunda absorbandsaki azalmanın ölçülmesine dayanmaktadır Reaksiyon sonucu absorbanstaki azalma troloks eşdeğeri olarak verilmektedir (Albayrak vd., 2010).

Analizin bir gün öncesinde 2.45 mM potasyum persülfat (Merck, Almanya) içeren 7 mM'lık ABTS (Sigma, Amerika) çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda en az 12-16 saat bekletilerek ABTS radikalinin oluşması sağlanmıştır. Daha sonra hem örneklerin seyreltilmesi hem de ABTS⁺ radikalinin 734 nm dalga boyunda 0.700 ± 0.005 absorbands değerine ayarlayabilmek için pH 7.4 olacak şekilde fosfat tamponu hazırlanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

Absorbansını 0.700 nm ayarlamış olduğumuz ABTS çözeltisinin üzerine seyreltilen örneklerden 100 µl ilave edilmiş ve 6 dakika inkübasyondan sonra absorbands değerleri belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite miktarını belirlemek amacı ile troloks çözeltisinden belirli sınırlar düzeyinde bir seri standart çözelti hazırlanmıştır. Sonuçlar troloks (Sigma, Amerika) eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) olarak ifade edilmiştir (Re vd., 1999; Cemeroğlu, 2007).

2.2.1.7. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Serbest yağ asiti içeriğindeki değişimin gözlenebilmesi için AOAC, 1990 (969-33)'te belirtildiği üzere metillendirilmiştir. Bu amaçla, 100 mg yağ örneği 3 ml n-hekzan içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 100 µL 2 N potasyum hidroksit (Merck, Almanya) çözeltisi eklenmiştir. Örnek solüsyonu 6500 rpm' de 5 dakika santrifüj (Nüve NM 110, Turkey) edilmiş ve süpernatant fazı kromatografik analizlerde kullanılmıştır (Anonymous, 1990).

Örneklerin yağ asidi profilinin belirlenmesinde Agilent 6890 N Series gaz sıvı kromatografisi (Amerika) kullanılmıştır. Analizde; Supelco HP 88 kapiler kolon (100 m 3 0.25 mm ID, 0.2 µm HP 88) ve alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanılmıştır.

Taşıyıcı gaz olarak kullanılan hidrojen gazının akış hızı 1.3 ml/dk olup, split oranı 1/50' dir. Enjeksiyon hacmi 1 µl ve enjeksiyon sıcaklığı 250°C' dir. Gaz kromatografisi çalışma koşulları şu şekildedir: kolon başlangıç sıcaklığı 130 °C' de 1 dk, 170 °C' ye 6.5°C/ dk' lık artış, 215 °C' ye 2.75 °C/dk' lık artış ve 12 dk bekleme, 230°C' ye 5 dk bekleme. Belirtilen çalışma koşullarında analiz süresi 40 dakika olarak ayarlanmıştır. Yağ asitleri tanımlamaları standart (Supelco 37 Component FAME Mix ve Supelco FAME Mix C 14- C 22 Sigma- Aldrich) kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Yalcın vd., 2017).

2.2.1.8. Yağların Aroma Profili

Yağların aroma bileşim analizleri Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapılmıştır. Örneklerin aroma profillerinin belirlenmesinde Shimadzu GC/MS-QP 2010 SE dedektörlü SPME-gaz kromatografi-kütle spektroskopisi cihazından faydalanılmıştır. Yağların aroma ayrımı Restek Rx-5Sil MS (30 m * 0.25 mm, 0.25 µm) kapiler kolon ile sağlanmıştır. Cihazın fırın sıcaklık programı 40°C' de 2 dakika bekledikten sonra 250°C' ye dakikada 4°C' lik artışla ve 250°C' de 5 dakika bekleme şeklinde ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 1.61 ml/dk akış hızındaki helyum gazı kullanılmıştır. Cihazın enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları 250°C olarak ayarlanmıştır. İyonlaşma enerjisi 70 eV' dir (Ho vd., 2006).

Aroma bileşenlerinin emilimi için Fused silica SPME fiber CAR/PD MS kullanılmış ve numune 15 dakika 60°C' de fibersiz, 30 dakika fiber ile bekletilerek 250°C' de desorbe edilmiştir. Cihazın mevcut Wiley, Nist, Tutor ve FFNSC kütüphaneleri kullanılmak suretiyle bileşenler tanımlanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

2.2.1.9. Fırın Testi (Schal Oven Testi)

Yağların oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi amacıyla hızlandırılmış oksidasyon testlerinden birisi olan schal oven testi uygulanmıştır. Bu kapsamda, belli miktarda yağ örnekleri 60 °C sıcaklıkta tutularak belirli zaman periyotlarında örnekler alınarak oksidasyon reaksiyonlarındaki gelişmeler peroksit değeri (Bölüm 2.2.1.1.) ve özgül soğurma değerleri (Bölüm 2.2.1.2.) belirlenerek izlenmiştir (Frankel, 1993).

2.2.2. Uçucu Yağlarda Yapılan Analizler

2.2.2.1. Kırılma İndeksi

Yağların kırılma indekslerinde meydana gelen değişim saf su ile kalibre edilen refraktometre (Reichert AR 700 Automatic Refractometer, Amerika) ile belirlenmiştir.

2.2.2.2. Renk

Yağların depolama süreçleri boyunca renk değişimleri Konica Minolta Chroma Meter CR-5 (Konica Minolta Optics Inc., Japonya) marka renk tayin cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

2.2.2.3. Antioksidan Kapasite Tayini

Örneklerin antioksidan aktivitesi fosfomolibden yöntemi ile belirlenirken, antiradikal kapasite ise DPPH yöntemi ile belirlenmiştir.

2.2.2.3.1. Fosfomolibden Yöntemi

Uçucu yağ örneklerinde antioksidan aktivitenin belirlenmesi için Prieto vd. (1999) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Etanol ile seyreltilen örneklerden 0.4 ml alınmış ve üzerine 4 ml 0.6 M sülfürik asit (Merck, Almanya), 28 mM sodyum fosfat (Merck, Almanya) ve 4 mM amonyum molibdat (Merck, Almanya) içeren reaktif ilave edilerek, 95°C sıcaklıktaki su banyosunda 90 dakika süre ile inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda numuneler soğuk su içerisine alınarak oda sıcaklığına kadar soğutularak, 695 nm dalga boyundaki absorbans değerleri ölçülmüştür. Yağların antioksidan aktivite değerleri askorbik asit (Merck, Almanya) ile hazırlanan standart eğriden yararlanılarak mg askorbik asit eşdeğeri (AAE)/g olarak ifade edilmiştir (Prieto vd., 1999)

2.2.2.3.2. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi

Etanol ile seyreltilen örneklerden 800 µl alınarak üzerine 3200 µl 0.1 mM/L DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilen örneklerin 517 nm'

deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar, % inhibisyon olarak belirlenmiştir (µg/ml).

Örneklerin antioksidan kapasiteleri aşağıda verilen eşitlikle (5) hesaplanmıştır:

$$\% \dot{I} = 100 \times (1 - A\ddot{O}/AK) \quad (5)$$

İ: Örnek tarafından inhibe edilen DPPH

% AÖ: Örneğin absorbansı

% AK: Kontrolün absorbansı

2.2.2.4. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların depolamaya bağlı olarak meydana gelen değişimler Bölüm 2.1.1.9' da belirtilen şartlarda SPME-gaz kromatografi-kütle spektroskopisi cihazından faydalanılmıştır. Cihazın mevcut Wiley, Nist, Tutor ve FFNSC kütüphaneleri kullanılmak suretiyle bileşenler tanımlanarak, sonuçlar % olarak verilmiştir.

2.3. İstatiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve değerlendirilmesi için SPSS Statistics 22 paket programı kullanılmıştır. Değerlendirilen parametrelere varyans analizi uygulanarak, gruplar arasındaki farklılık düzeyi belirlenmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR TARTIŞMA

Araştırma kapsamında ülkemizde yaygın olarak kullanılan soğuk presleme yöntemiyle elde edilen çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdeği ve susam tohum yağları ile defne yaprak, limon ve portakal uçucu yağlarının depolama stabiliteleri incelenmiştir. Bu amaçla örnekler 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 aylık süreyle depolanarak, depolamanın 0. gün, 1., 3., 6., 9. ve 12. aylarında örnekler alınarak analizler yapılmıştır. Bu kapsamda elde edilen analiz sonuçları tohum yağları ve uçucu yağlar olarak iki ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

3.1. Tohum Yağları

3.1.1. Peroksit ve Özgül Soğurma Değerleri

Depolama sırasında yağlarda meydana gelen oksidasyon ürünlerinin bir göstergesi olan peroksit ve özgül soğurma değerleri önemli kalite kriterleri olarak değerlendirilmektedir. Özgül soğurma değerleri K232 ve K270 olarak ifade edilmektedir. Oksidasyon sonucu oluşan birincil oksidasyon ürünlerinin seviyesini belirlemek amacıyla peroksit ve K232 değeri kullanılmaktadır. K270 değeri ile oksidasyonun ileri aşamasında oluşan aldehit ve ketonlar gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin seviyesi tespit edilebilmektedir (Marmesat vd., 2009).

Araştırma kapsamında farklı sıcaklık derecelerinde 12 aylık süreyle depolanan çörekotu ve ısırgan otu tohum yağlarının peroksit değerleri Tablo 3.1' de verilirken, keten ve kişniş tohum yağlarının peroksit değerleri Tablo 3.2' de verilmiştir. Susam ve üzüm çekirdeği tohum yağlarının değerleri ise Tablo 3.3' te görülmektedir.

Tablo 3.1. Çörekotu ve ısırgan otu tohum yağlarının peroksit sayısı (meq O₂/kg) ve özgül soğurma değerleri.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Peroksit Sayısı			K 232 Değeri			K 270 Değeri		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Çörekotu	0	26.05±2.12 ^{Da}	26.05±2.12 ^{Ea}	26.05±2.12 ^{Da}	2.96±0.03 ^{Fa}	2.96±0.03 ^{Fa}	2.96±0.03 ^{Da}	0.64±0.02 ^{Ea}	0.64±0.02 ^{Ea}	0.64±0.02 ^{Fa}
	1	28.21±0.08 ^{Cc}	32.77±0.61 ^{Db}	35.22±0.78 ^{Ca}	3.07±0.04 ^{Eb}	3.17±0.04 ^{Eb}	3.40±0.03 ^{Da}	0.69±0.01 ^{DEc}	0.75±0.02 ^{Db}	0.87±0.01 ^{Ea}
	3	29.72±1.19 ^{Cc}	34.85±0.50 ^{CDb}	37.11±0.73 ^{Ca}	3.15±0.02 ^{Db}	3.26±0.01 ^{Db}	3.55±0.02 ^{Da}	0.72±0.01 ^{Dc}	0.83±0.01 ^{Cb}	1.03±0.04 ^{Da}
	6	33.01±0.65 ^{Bc}	36.29±0.49 ^{BCb}	45.76±0.86 ^{Ba}	3.36±0.01 ^{Cb}	3.55±0.00 ^{Cb}	5.61±0.06 ^{Ca}	0.76±0.01 ^{Cc}	0.90±0.05 ^{Bb}	1.14±0.06 ^{Ca}
	9	35.97±0.13 ^{Ab}	37.84±0.83 ^{Bb}	47.67±0.37 ^{Ba}	3.53±0.01 ^{Bc}	3.82±0.01 ^{Bb}	6.63±0.06 ^{Ba}	0.86±0.01 ^{Bc}	0.99±0.01 ^{Bb}	1.34±0.01 ^{Ba}
	12	37.89±0.80 ^{Ac}	50.17±1.59 ^{Ab}	79.50±6.33 ^{Aa}	3.65±0.02 ^{Ac}	4.25±0.04 ^{Ab}	7.66±0.55 ^{Aa}	0.94±0.01 ^{Ac}	1.14±0.02 ^{Ab}	1.43±0.01 ^{Aa}
Isırgan otu	0	2.18±0.00 ^{Da}	2.18±0.00 ^{Fa}	2.18±0.00 ^{Fa}	1.26±0.00 ^{Ea}	1.26±0.00 ^{Da}	1.26±0.00 ^{Ca}	0.17±0.00 ^{Ea}	0.17±0.00 ^{Ea}	0.17±0.00 ^{Fa}
	1	2.84±0.52 ^{DCc}	9.10±0.51 ^{Eb}	10.8±0.77 ^{Ea}	1.35±0.03 ^{Eb}	1.44±0.02 ^{Db}	1.76±0.05 ^{Ca}	0.24±0.03 ^{Da}	0.24±0.00 ^{Da}	0.24±0.04 ^{Ea}
	3	4.87±0.08 ^{Cc}	12.89±0.62 ^{Db}	20.21±1.54 ^{Da}	1.52±0.92 ^{Dc}	1.81±0.13 ^{Cb}	2.14±0.06 ^{BCa}	0.31±0.02 ^{Cc}	0.36±0.02 ^{Cb}	0.38±0.04 ^{Da}
	6	8.37±1.06 ^{Bc}	15.41±0.89 ^{Cb}	26.35±1.59 ^{Ca}	1.98±0.10 ^{Cc}	2.48±0.06 ^{Bb}	3.93±0.13 ^{Ba}	0.41±0.00 ^{Bc}	0.49±0.00 ^{Bb}	0.57±0.04 ^{Ca}
	9	10.23±0.21 ^{Bc}	19.57±0.36 ^{Bb}	29.77±1.04 ^{Ba}	2.20±0.05 ^{Bc}	2.68±0.08 ^{Bb}	5.06±0.46 ^{Aa}	0.45±0.00 ^{Ac}	0.50±0.00 ^{Bb}	0.66±0.03 ^{Ba}
	12	15.93±2.56 ^{Ac}	23.22±0.78 ^{Ab}	32.85±1.22 ^{Aa}	2.45±0.08 ^{Ac}	3.65±0.18 ^{Ab}	7.57±0.54 ^{Aa}	0.47±0.03 ^{Ac}	0.58±0.02 ^{Ab}	0.79±0.04 ^{Aa}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan çörekotu tohum yağının peroksit değerlerinde genel bir değerlendirme yapıldığında depolama süresince istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Nitekim başlangıç peroksit değeri 26.05 meq O₂/kg iken, 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 ay süre ile depolamanın ardından bu değerler sırası ile 37.89, 50.17 ve 79.50 meq O₂/kg olarak bulunmuştur (Tablo 3.1.). Çörekotu tohum yağına ait K232 değeri Tablo 3.1' de görüldüğü üzere depolama başlangıcında 2.96 iken, K270 değeri 0.64 olarak bulgulanmıştır. Depolamanın 12. ayında K232 değeri 4, 20 ve 37 °C' de sırası ile 3.65, 4.25 ve 7.66 olarak belirlenmiştir. K232 değeri 4 °C' de depolama sırasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilirken K270 değerinde ilk 3 aylık depolama sürecinde meydana gelen değişimin istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında tüm depolama sıcaklıklarında depolama süresince bu değerlerin arttığı saptanmıştır. 37 °C' de depolanan çörekotu tohum yağının K232 değeri depolamanın ilk üç ayında hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Depolama süre ve sıcaklıklarının K232 üzerine olan etkisinin (20 °C' de depolanan örneklerin 0. ve 1.ay örnekleri hariç) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu Tablo 3.1.' de görülmektedir. Çörekotu yağının K270 değerleri ise 4, 20 ve 37 °C' de depolanan örneklerde sırası ile 0.94, 1.14 ve 1.43 olarak tespit edilmiştir. Depolama süre ve sıcaklıklarının K270 üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1.).

Isırgan otu tohum yağının başlangıç peroksit değeri ise 2.18 meq O₂/kg olup, 4, 20 ve 37°C' deki 12 aylık depolama sonrasında bu değer sırası ile 15.93, 23.22 ve 32.85 meq O₂/kg düzeylerine ulaştığı tespit edilmiştir (Tablo 3.1.). 4 °C' de depolanan ısırgan otu tohum yağının peroksit değerleri depolamanın ilk üç ayında hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Isırgan otu yağının başlangıç K232 değeri 1.26 olarak tespit edilirken 4 °C sıcaklıkta 12 ay süreyle depolanmasının ardından 2.45, 20 °C' de 3.65 ve 37 °C' de ise 7.57 değerlerine ulaştığı Tablo 3.1.'den görülebilmektedir.

Isırgan otu tohum yağının depolama sürecinde ve sıcaklık artışıyla birlikte K232 değeri depolamanın ilk bir ayında hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Isırgan otu tohum yağının K270 başlangıç değeri 0.17 olup, 4, 20 ve 37°C’ de depolanan örneklerde sırası ile 0.47, 0.58 ve 0.79 olarak tespit edilmiştir. K270 değeri üzerine depolama sıcaklık ve süresinin etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Başlangıç peroksit değeri 0.25 meq O₂/kg olan keten tohum yağının peroksit değerinin depolama süresince arttırdığı saptanmıştır (Tablo 3.2.). Yağların peroksit değerleri 4, 20 ve 37 °C’ de 12 ay depolamanın ardından sırası ile 4.04, 24.94 ve 31.19 meq O₂/kg olarak tespit edilmiştir. 4 ve 20 °C’ de depolanan keten tohum yağı örneklerinin peroksit değerlerinin ilk bir ayda hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Keten tohum yağının 37 °C sıcaklıkta 12 aylık depolama süresince peroksit değerleri üzerine depolama süresi ve sıcaklığın etkilerinin (6. ve 9.ay örnekleri hariç) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Keten tohum yağlarının K232 başlangıç değerleri 1.71 iken, 4, 20 ve 37°C’ de 12 ay depolamanın ardından sırası ile 2.44, 3.87 ve 6.68 düzeylerine yükselmiştir. Genel olarak incelendiğinde depolama süresince keten tohum yağının K232 değerleri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış göstermiştir. Aynı örneklerin K270 değerleri ise başlangıçta 0.43 iken, depolama süresince artış eğilimi sergilemiştir. Tablo 3.2’den de görülebildiği üzere depolama süresinin sonunda 4, 20 ve 37°C’ de depolanan keten tohum yağının K270 değerlerinin sırası ile 0.62, 0.71 ve 1.06 değerlerine ulaştığı bulunmuştur. Depolama süresi ve sıcaklığının keten tohum yağının K270 değeri üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Kişniş tohum yağının depolama süresince peroksit değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.2' de verilmiştir. Kişniş tohum yağının başlangıç peroksit değeri 1.01 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığın kişniş tohum yağının peroksit değerine olan etkileri (4 °C' de depolanan örneklerin 0. ve 1.ay örnekleri hariç) istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Nitekim 4 °C' de 12 ay süre ile depolanan örneklerde bu değer 3.21 meq O₂/kg iken, 20 °C' de depolanan örneklerde 6.50 meq O₂/kg düzeylerine çıkmıştır. 37 °C' de 12 ay depolamanın ardından ise örneklerin peroksit değerlerinin 9.97 meq O₂/kg düzeylerinde olduğu saptanmıştır. Kişniş tohum yağının başlangıç K232 değeri 2.35 olarak belirlenmiştir. Kişniş tohum yağının 4, 20 ve 37 °C' de 12 ay süre ile depolama sonucunda K232 değerleri sırası ile 3.62, 3.93 ve 4.34 olarak bulunmuştur. Kişniş tohum yağlarının K270 değerleri ise başlangıçta 0.52 olarak belirlenirken, depolama sürecinin sonunda 4, 20 ve 37 °C' de sırası ile 0.88, 0.96 ve 1.17 olarak tespit edilmiştir. Kişniş tohum yağına ait K232 ve K270 değerleri üzerine depolama süresi ve sıcaklığının etkisinin de istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu belirlenirken diğer taraftan 4 °C' de depolanan kişniş tohum yağının K232 değerleri 9. ve 12. aylar ile 3. ve 6. aylarda analiz sonuçları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli (p>0.05) olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Keten ve kişniş tohum yağlarının peroksit sayısı (meq O₂/kg) ve özgül soğurma değerleri.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Peroksit Sayısı			K 232 Değeri			K 270 Değeri		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Keten	0	0.25±0.00 ^{Ea}	0.25±0.00 ^{Ea}	0.25±0.00 ^{Ea}	1.71±0.00 ^{Ea}	1.71±0.00 ^{Ea}	1.71±0.00 ^{Ea}	0.43±0.00 ^{Ea}	0.43±0.00 ^{Ea}	0.43±0.00 ^{Da}
	1	0.49±0.10 ^{Eb}	0.98±0.12 ^{Eb}	5.65±0.57 ^{Da}	1.97±0.02 ^{Db}	2.05±0.02 ^{Db}	2.59±0.05 ^{Da}	0.49±0.00 ^{Db}	0.51±0.00 ^{Db}	0.59±0.04 ^{Ca}
	3	1.46±0.03 ^{Dc}	2.72±0.29 ^{Db}	12.97±0.70 ^{Ca}	2.06±0.05 ^{CDc}	2.20±0.06 ^{Cb}	2.72±0.17 ^{Da}	0.51±0.01 ^{CDb}	0.53±0.00 ^{Db}	0.67±0.01 ^{BCa}
	6	2.00±0.12 ^{Cc}	6.04±0.60 ^{Cb}	15.17±0.72 ^{BCa}	2.15±0.04 ^{BCc}	2.92±0.12 ^{Bb}	4.11±0.06 ^{Ca}	0.55±0.00 ^{BCc}	0.59±0.00 ^{Cb}	0.70±0.00 ^{Ba}
	9	3.29±0.22 ^{Bc}	11.89±0.84 ^{Bb}	16.16±0.04 ^{Ba}	2.31±0.04 ^{ABc}	2.95±0.09 ^{Bb}	4.28±0.04 ^{Ba}	0.57±0.01 ^{Bc}	0.66±0.00 ^{Bb}	0.77±0.00 ^{Ba}
	12	4.04±0.18 ^{Ac}	24.94±0.38 ^{Ab}	31.19±2.27 ^{Aa}	2.44±0.08 ^{Ac}	3.87±0.07 ^{Ab}	6.68±0.30 ^{Aa}	0.62±0.01 ^{Ac}	0.71±0.01 ^{Ab}	1.06±0.05 ^{Aa}
Kişniş	0	1.01±0.00 ^{Ea}	1.01±0.00 ^{Fa}	1.01±0.00 ^{Fa}	2.35±0.00 ^{Da}	2.35±0.00 ^{Fa}	2.35±0.00 ^{Fa}	0.52±0.00 ^{Dc}	0.52±0.00 ^{Da}	0.52±0.00 ^{Da}
	1	1.03±0.00 ^{Ec}	1.73±0.02 ^{Eb}	2.72±0.05 ^{Ea}	2.44±0.04 ^{CDc}	2.71±0.03 ^{Eb}	3.01±0.08 ^{Ec}	0.62±0.01 ^{Cc}	0.68±0.01 ^{Cb}	0.73±0.01 ^{Ca}
	3	1.31±0.00 ^{Dc}	2.40±0.02 ^{Db}	3.28±0.02 ^{Da}	2.56±0.02 ^{BCc}	2.97±0.04 ^{Db}	3.20±0.00 ^{Dc}	0.65±0.01 ^{Cc}	0.75±0.00 ^{Cb}	0.82±0.02 ^{Ca}
	6	1.48±0.04 ^{Cc}	3.22±0.01 ^{Cb}	3.43±0.06 ^{Ca}	2.63±0.05 ^{Bc}	3.19±0.02 ^{Cb}	3.74±0.04 ^{Cc}	0.76±0.02 ^{Bc}	0.86±0.00 ^{Bb}	0.95±0.02 ^{Ba}
	9	3.04±0.08 ^{Bc}	3.40±0.04 ^{Bb}	6.86±0.04 ^{Ba}	3.49±0.04 ^{Ac}	3.77±0.06 ^{Bb}	4.06±0.01 ^{Bc}	0.84±0.02 ^{Ac}	0.90±0.00 ^{ABb}	1.02±0.02 ^{Ba}
	12	3.21±0.06 ^{Ac}	6.50±0.02 ^{Ab}	9.97±0.01 ^{Aa}	3.62±0.02 ^{Ac}	3.93±0.02 ^{Ab}	4.34±0.83 ^{Ac}	0.88±0.01 ^{Ac}	0.96±0.04 ^{Ab}	1.17±0.04 ^{Aa}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p<0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Susam tohum yağının depolama süresince peroksit ve özgül soğurma değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.3.' te verilmiştir. Susam tohum yağının başlangıç peroksit değeri 2.05 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Susam tohum yağının peroksit değeri 4, 20 ve 37 °C' de 12 ay süreyle depolanması sonucunda sırası ile 9.91, 13.22 ve 31.91 meq O₂/kg olarak tespit edilmiştir. Susam tohum yağının 20 ve 37 °C sıcaklıkta depolanması sonucunda depolama süresinin ve sıcaklığın peroksit değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu saptanmıştır (20 °C' de depolanan örneklerin 3. ve 6.ay değerleri hariç). Diğer taraftan 4 °C' de depolanan susam tohum yağının peroksit değerleri 0. ve 1. aylar ile 6. ve 9. aylarda peroksit değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli (p>0.05) olmadığı tespit edilmiştir. Susam tohum yağının başlangıç K232 değerleri 1.45 olarak saptanmıştır. Farklı sıcaklıkta (4, 20 ve 37 °C) depolanan örneklerin depolama sonundaki K232 sırası ile 5.58, 8.84 ve 10.39 olarak tespit edilmiştir. Susam tohum yağlarının K232 değerleri üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin etkilerinin istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Başlangıç K270 değeri 0.44 olan susam tohum yağlarında depolama sıcaklığındaki artışa ve depolama süresinin uzamasına bağlı olarak artış saptanmıştır ve 4, 20 ve 37 °C sıcaklıkta 12 ay süre ile depolamanın sonunda sırası ile 0.78, 0.98 ve 1.26 düzeylerine çıkmıştır (Tablo 3.3.). 4 °C' de depolanan susam tohum yağının K270 değerleri depolamanın ilk iki ayında hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli (p>0.05) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Üzüm çekirdek yağının 12 ay süreyle depolama sonucunda peroksit değerlerinde ve özgül soğurma değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.3.' te görülmektedir. Üzüm çekirdek yağının başlangıç peroksit değeri 7.25 meq O₂/kg bulunurken, 4, 20 ve 37 °C' de depolamanın sonunda sırasıyla; 21.68, 53.71 ve 58.24 meq O₂/kg düzeylerine ulaştığı belirlenmiştir. 4 °C' de depolanan üzüm çekirdek yağının peroksit değerleri depolamanın ilk üç ayında hafif bir artış olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli (p>0.05) olmadığı saptanmıştır. Ancak depolama süresinin uzamasına bağlı olarak meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Üzüm çekirdek yağının 20 ve 37 °C sıcaklıkta depolanması sonucunda peroksit değerlerindeki artışın depolama süresince istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir (37 °C' de depolanan örneklerin 6. ve 9.ay değerleri hariç).

Depolama süresince üzüm çekirdek yağının K232 ve K270 değerlerinde artma olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığının K232 ve K270 değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Üzüm çekirdek yağının başlangıç K232 değeri 1.45 olup, 12 aylık depolama sonunda 2.35-3.62 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. K270 değerleri depolamanın son ayında 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda sırasıyla 0.88, 0.96 ve 1.17 olarak belirlenmiştir.



Tablo 3.3. Susam ve üzüm çekirdeği yağlarının peroksit sayısı (meq O₂/kg) ve özgül soğurma değerleri.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Peroksit Sayısı			K 232 Değeri			K 270 Değeri		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Susam	0	2.05±0.07 ^{Da}	2.05±0.07 ^{Ea}	2.05±0.07 ^{Fa}	1.70±0.00 ^{Ea}	1.70±0.00 ^{Fa}	1.70±0.00 ^{Fa}	0.44±0.00 ^{Ea}	0.44±0.00 ^{Ea}	0.44±0.00 ^{Ea}
	1	2.95±0.38 ^{Dc}	4.16±0.49 ^{Db}	6.59±0.66 ^{Ea}	2.47±0.05 ^{Db}	3.04±0.04 ^{Ea}	3.19±0.08 ^{Ea}	0.49±0.03 ^{Eb}	0.61±0.00 ^{Da}	0.67±0.04 ^{Da}
	3	4.75±0.41 ^{Cc}	5.68±0.66 ^{Cb}	11.71±0.66 ^{Da}	2.71±0.01 ^{Cb}	3.57±0.05 ^{Da}	3.91±0.05 ^{Da}	0.57±0.00 ^{Dc}	0.69±0.00 ^{Cb}	0.73±0.02 ^{CDa}
	6	6.21±0.36 ^{Bc}	6.83±0.53 ^{Ca}	14.18±0.66 ^{Ca}	2.93±0.04 ^{BCc}	3.74±0.04 ^{Cb}	4.63±0.01 ^{Ca}	0.64±0.03 ^{Cb}	0.74±0.02 ^{Ca}	0.83±0.05 ^{BDa}
	9	6.60±0.24 ^{Bc}	9.12±0.84 ^{Bb}	28.23±0.26 ^{Ba}	3.14±0.04 ^{Bc}	4.14±0.04 ^{Bb}	6.20±0.08 ^{Ba}	0.71±0.02 ^{Bc}	0.84±0.03 ^{Bb}	0.96±0.02 ^{Ba}
	12	9.91±1.05 ^{Ac}	13.22±0.37 ^{Ab}	31.91±0.32 ^{Aa}	3.82±0.13 ^{Ac}	5.37±0.05 ^{Ab}	7.55±0.03 ^{Aa}	0.78±0.00 ^{Ac}	0.98±0.00 ^{Ab}	1.26±0.06 ^{Aa}
Üzüm çekirdeği	0	7.25±0.00 ^{Ea}	7.25±0.00 ^{Fa}	7.25±0.00 ^{Ea}	1.45±0.00 ^{Fc}	1.45±0.00 ^{Fa}	1.45±0.00 ^{Da}	0.25±0.00 ^{Ec}	0.25±0.00 ^{Da}	0.25±0.00 ^{Ea}
	1	8.19±0.72 ^{DEc}	11.59±0.12 ^{Eb}	31.15±1.06 ^{Da}	2.97±0.13 ^{Ec}	4.11±0.09 ^{Eb}	5.48±1.08 ^{Ca}	0.36±0.01 ^{Dc}	0.57±0.01 ^{Cb}	0.72±0.03 ^{Da}
	3	10.51±0.29 ^{CDc}	25.60±1.59 ^{Db}	37.29±1.14 ^{Ca}	3.23±0.11 ^{Dc}	5.68±0.26 ^{Db}	6.52±0.16 ^{Ba}	0.48±0.03 ^{Cc}	0.64±0.03 ^{Cb}	0.81±0.00 ^{CDa}
	6	12.58±0.40 ^{Cc}	34.04±0.99 ^{Cb}	48.59±1.50 ^{Ba}	3.77±0.17 ^{Cc}	6.47±0.40 ^{Cb}	7.32±0.36 ^{Ba}	0.58±0.01 ^{Bc}	0.73±0.04 ^{Bb}	0.86±0.04 ^{Ca}
	9	18.57±0.77 ^{Bc}	49.69±1.33 ^{Bb}	52.17±3.85 ^{Ba}	4.70±0.32 ^{Bc}	7.90±0.39 ^{Bb}	9.37±0.81 ^{Aa}	0.66±0.03 ^{ABc}	0.80±0.01 ^{ABb}	0.98±0.02 ^{Ba}
	12	21.68±2.88 ^{Ac}	53.71±1.18 ^{Ab}	58.24±3.76 ^{Aa}	5.58±0.13 ^{Ac}	8.84±0.86 ^{Ab}	10.39±0.83 ^{Aa}	0.67±0.06 ^{Ac}	0.85±0.16 ^{Ab}	1.13±0.03 ^{Aa}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda depolama sıcaklığının ve sürenin çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarının peroksit ve özgül soğurma değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğunu belirlenmiştir. Depolama süresince farklı sıcaklıklarda (4, 20 ve 37 °C) 12 ay süre ile depolanan örneklerde artan sıcaklığın etkisiyle peroksit değerinde ve buna bağlı olarak K232 ve K270 değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Tohum yağlarının başlangıç peroksit değeri en yüksek 26.05 meq O₂/kg ile çörekotu tohum yağında, en düşük peroksit değeri ise 0.25 meq O₂/kg değeri ile keten tohumunda tespit edilmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay depolama sonucunda en fazla peroksit ve özgül soğurma değerlerindeki artışın çörekotu tohum yağında olduğu saptanmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda çalışma kapsamında kullanılan çörekotu dışındaki tüm tohum yağ örneklerinin peroksit değerlerinin hem Kodeks Alimentarius Komisyonun hem de Türk Gıda Kodeksinde yer alan Bitki Adı ile Anılan yağlar tebliğindeki, soğuk pres yağlar için verilen peroksit değeri (15 meq O₂/kg) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Firmalardan temin edilen ve mevcut çalışmada materyal olarak kullanılan tohum yağlarının üretim süreçlerinde herhangi bir oksidasyona maruz kalmadığını göstermiştir.

Literatür incelemeleri sonucunda soğuk preslenmiş yağların depolama stabiliteleri üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıda bulunmaktadır. Yapılan bir araştırma kapsamında soğuk presleme yöntemiyle elde edilen keten ve susam tohum yağlarının 20 °C' de orijinal şişelerinde 12 saat ışık ve 12 saat karanlık ortamda tutulmaları sonucunda keten ve susam tohum yağlarının başlangıç peroksit değerleri sırasıyla 1.42 ve 0.60 meqO₂/kg olarak belirlenmiştir. Susam tohum yağının 12 ay depolanması sonucunda peroksit değerinin 4.13 meqO₂/kg artış gösterdiği belirlenirken, keten tohum yağının ise 6 ay depolama sonucunda 0.36 meqO₂/kg düştüğü belirtilmiştir. Örneklerin mevcut çalışmada kullanılan peroksit değerlerinden daha düşük olması kullanılan yağların içerdiği antioksidanların kalitesine ve özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriğine bağlı olduğu düşünülmektedir. Aynı çalışmada yağların özgül soğurma değerleri depolamanın 3., 6., ve 12. aylarından itibaren büyük bir artış göstermiştir. Fakat raf ömrünün sonunda sadece susam tohum yağının özgül soğurma değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu belirtilmiştir (Prescha vd.,

2014). Soğuk preslenmiş kolza yağının 4 ve 20 °C sıcaklıklarda karanlık bir ortamda oksijen varlığında depolanmaları sonucunda depolama süresince peroksit oluşumu ile oksijene maruz kalma arasında kuvvetli bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışma ile kullanılan hammaddeler farklı olsa bile sıcaklık arttıkça ve oksijen varlığında yağların peroksit değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada 4 °C sıcaklıkta depolanan kolza yağında K232 ve K270 değerlerinin sıcaklık ve oksijen varlığında çok yavaş bir ilerleme olduğunu saptamışlardır (Wroniak ve Rękas, 2016). Literatür incelenmesi sonucunda haşhaş tohum yağının 6 gün boyunca 40 °C’ de depolanması sonucunda yağ üretimi sırasında hammadde oluşan mekanik hasar sonucunda K232 değerinde hızlı bir artışın olduğunu tespit etmişlerdir (Prescha, 2014). Wroniak vd. (2008), farklı yöntemlerle (soğuk preslenmiş, sıcak preslenmiş, ham, ağartılmış ve deodorize edilmiş) elde ettiği kolza yağının kalite özelliklerini karşılaştırdığı çalışmada soğuk preslenmiş yağların diğer yağ elde etme yöntemleriyle elde edilen kolza yağından hidrolitik ve oksidatif değerler açısından daha üstün özellikler gösterdiğini saptamışlardır. Sıcak preslenmiş yağların peroksit değeri (3.05 meq O₂/ kg), soğuk preslenmiş olanlara (1.98 meq O₂ / kg) kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Polonya’ da yapılan bir çalışmada yerel marketten 6 adet soğuk preslenmiş keten tohum yağı temin edilerek 4 °C’ de kahverengi cam, kahverengi plastik ve şeffaf şişelerde 3 ay süre ile saklanan yağlarda kahverengi plastik şişelerde depolanan yağların peroksit değerinin % 40 oranında arttığı belirtilmiştir (Tanska vd., 2016). Mevcut çalışma ile literatürde kullanılan bazı hammaddeler farklı olsa bile üretim şekli, ambalaj materyali ve sıcaklık artışına bağlı olarak peroksit ve özgül soğurma değerlerinde depolama süresince artış olduğu belirlenmiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süre ile depolanan çörekotu tohum yağının başlangıç peroksit, K232 ve K270 değerleri sırasıyla 26.05±2.12, 2.96±0.03 ve 0.64±0.02 olarak belirlenmiştir ve bu değerler sıcaklığın etkisiyle depolama süresince istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Soğuk presleme, mikrodalga ve çözücü ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen çörekotu tohum yağının fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada başlangıç peroksit değerleri sırasıyla 31.32±0.74, 21.45±0.79 ve 25.23 ± 1.56 olarak belirlenmiş ve yaptığımız çalışmayla uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Kıralan vd., 2014).

Aynı çalışmada soğuk pres yöntemiyle elde edilen çörekotu tohum yağının K232 ve K270 değerleri sırasıyla 3.71 ± 0.12 ve 0.66 ± 0.55 olarak belirlenmiştir. Tunus ve İran menşeli çörekotu tohumları kullanılarak elde edilen yağların fizikokimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışma sonucunda peroksit değeri sırasıyla $5,65 \pm 1.87$ ve 4.35 ± 1.38 olarak bulunmuştur (Cheikh-Rouhou vd., 2007).

Çalışma kapsamında farklı sıcaklık derecelerinde depoladığımız üzüm çekirdek yağının başlangıç peroksit değeri 7.25 (meq O_2/kg) olarak saptanmıştır. Ülkemizin farklı yörelerinde yetiştirilen beş farklı üzüm çeşidinden elde ettiği soğuk preslenmiş üzüm çekirdek yağlarının peroksit değerlerinin $10.45-22.05$ meq O_2/kg arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında mevcut çalışmada elde edilen değerlerin düşük olduğu görülmektedir (Koç, 2016). Geçgel vd. (2016), yaptıkları bir çalışmada üzüm çekirdeği ve keten tohum yağlarının peroksit değerlerini sırasıyla 7.5 meq O_2/kg ve 1.4 meq O_2/kg olarak bulmuşlardır.

Yeni Zellanda' da satılan soğuk preslenmiş yedi farklı keten tohum yağının fizikokimyasal ve kalite özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada peroksit, K232 ve K270 değerleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada organik olarak üretilen keten tohum yağlarının peroksit değerleri, çalışmamızdaki peroksit değerleri ile benzerlik gösterirken, 20 ve 37 °C sıcaklıklar da depolanan organik keten tohumu yağlarının K232 ve K270 değerlerinde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Choo vd., 2007). Yapılan çalışma sonucunda organik keten tohum yağlarının açıldıktan sonra dondurulmuş olarak ya da soğutma altında saklanabileceğini belirtmişlerdir. Teh ve Birch (2013), keten tohum yağının peroksit, K232 ve K270 değerlerinin sırasıyla 2.04 meq O_2/kg , 2.08 ve 0.02 olarak belirlemişlerdir. Kola (2015), yaptığı çalışma sonucunda çörekotu ve susam tohum yağlarının peroksit değerlerini sırasıyla 5.88 meq O_2/kg ve 6.16 meq O_2/kg olarak ifade etmiştir. Yapılan literatür incelemeleri sonucunda çalışmada materyal olarak kullanılan tohum yağlarının başlangıç peroksit değerlerindeki ve K232 değerlerindeki bu farklılıkların temel nedeni yağın elde edildiği hammadde özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Üstün,2015). Aynı zamanda yüksek peroksit içeriğinin yağın oksidatif stabilitesini düşüren büyük bir metal içeriğinden kaynaklanabileceği gibi düşük peroksit içeriğinin ise soğuk baskılama işlemi sırasında tutulan ve yağların yapısında doğal olarak bulunan tokoferol ve karotenoidler gibi

doğal antioksidanların yüksek seviyede olmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Re vd., 1999; Tynek vd., 2012; Gecgel vd., 2016).

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda soğuk preslenmiş kişniş tohumu ile ilgili herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Yapılan bir çalışma kapsamında solvent ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen kişniş yağının peroksit değeri 29.5 meq O₂ /kg olarak bulunmuştur. Tez kapsamında çalışılan soğuk pres kişniş yağının başlangıç peroksit değeri 1.01 meq O₂/kg olarak belirlenmiştir. Aralarındaki farkın yağın elde edilme şekline ve depolama şartlarına bağlı olduğu düşünülmektedir (Ramadan ve Mörsel, 2004).

Çalışma kapsamında analiz edilen soğuk preslenmiş ısırgan otu tohum yağının peroksit ve özgül soğurma değerleri üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

3.1.2. *p-anisidin* Değeri

Katı ve sıvı yağlarda *p-anisidin* değeri, uçucu olmayan aldehitler ve ketonlar gibi koku ve lezzet sağlayan sekonder oksidatif ürünlerin seviyesini belirlemek için kullanılmaktadır (Ramadan ve Mörsel, 2004; Mohdaly vd., 2011). Çalışma kapsamında 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 ay süre ile depolanan çörek, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarında saptanan *p-anisidin* değerleri Tablo 3.4.' te verilmiştir. Depolama süresince başlangıç *p-anisidin* değeri en düşük ısırgan otu tohum yağında tespit edilirken en yüksek değer çörekotu tohum yağında saptanmıştır. 4 °C sıcaklıkta depolanan susam, ısırgan otu ve üzüm çekirdek yağlarının *p-anisidin* değerleri bir aylık depolama süresinin sonunda hafif bir artış olduğu ancak bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır.

Depolamanın 3. ayından itibaren 4, 20 ve 37 °C' de depolanan tüm örneklerde *p-anisidin* değerlerinin artma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Depolama sürecinde çörekotu yağının *p-anisidin* değerleri 0.72-2.01 arasında belirlenirken, ısırgan otu yağında 0.25-1.43, keten yağında 0.25-1.43, susamda 0.36-1.04 ve üzüm çekirdeği yağında ise 0.19-1.21 aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan örneklerin *p-anisidin* değeri üzerine depolama süresi ve sıcaklığının etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada kaliteli bir yağ için *p-anisidin* değerinin ikiden az olması gerektiği ifade edilmiştir (Subramanian, 2000;Choo, 2007). Bu çalışmada analiz edilen tohum yağları arasında en yüksek *p-anisidin* değerinin 37 °C’ de 12 ay süre ile depolanan çörekotu tohum yağında (2.01) olduğu belirlenmiş ve çörekotu tohum yağının yüksek sıcaklıklarda depolanma sonucunda kalite özelliklerini kaybetmeye başladığı saptanmıştır.

Prescha vd. (2014), yaptıkları çalışmada orijinal şişelerinde 20 °C sıcaklıkta 12 saat ışık ve 12 saat karanlık ortamda tutulan soğuk preslenmiş susam ve keten tohum yağlarının depolanması süresince *p-anisidin* değerinin sırasıyla 0.25-0.37 ve 0.87-1.09 aralığında olduğunu ve susam tohum yağının 12 ay depolanması sonucunda *p-anisidin* değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı belirtmişlerdir. Teh ve Birch (2013) tarafından yapılan çalışma sonucunda keten tohum yağının *p-anisidin* değerlerini 0.52 olarak saptamışlardır. Yeni Zelanda’ da satılan soğuk preslenmiş yedi farklı keten tohum yağının fizikokimyasal ve kalite özellikleri üzerine yapılan çalışmada kapsamında organik keten tohumu yağlarının *p-anisidin* değerlerinin 0.36 ve 0.74 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Choo vd., 2007). Wroniak vd. (2008), farklı yöntemlerle (soğuk preslenmiş, sıcak preslenmiş, ham, ağartılmış ve deodorize edilmiş) elde ettiği kolza yağının kalite özelliklerini karşılaştırdığı çalışmada. soğuk presleme yöntemiyle üretilen yağların *p-anisidin* değerinin anlamlı derecede düşük olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada bulunan değerlerin literatürde belirtilen çeşitlerden daha fazla olması yağın elde edildiği hammadde özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca literatürde yapılan çalışmalarda bizim çalışmamıza benzer çalışmalara rastlanmamıştır.

Tablo 3.4. Tohum yağlarının depolama sürecindeki *p-anisidin* değerleri.

Yağ Cinsi	Depo Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)					
		0	1	3	6	9	12
Çörekotu	4	0.72±0.00 ^{Ae}	0.86±0.02 ^{Cd}	0.89±0.01 ^{Cd}	1.12±0.00 ^{Cc}	1.26±0.02 ^{Cb}	1.37±0.02 ^{Ca}
	20	0.72±0.00 ^{Ae}	0.96±0.04 ^{Bd}	1.05±0.01 ^{Bd}	1.22±0.04 ^{Bc}	1.44±0.01 ^{Bb}	1.56±0.02 ^{Ba}
	37	0.72±0.00 ^{Ae}	1.15±0.03 ^{Ad}	1.28±0.02 ^{Ac}	1.34±0.01 ^{Ac}	1.67±0.09 ^{Ab}	2.01±0.06 ^{Aa}
Isırganotu	4	0.10±0.00 ^{Ae}	0.12±0.01 ^{Be}	0.18±0.00 ^{Bd}	0.29±0.02 ^{Cc}	0.33±0.01 ^{Bb}	0.45±0.00 ^{Ca}
	20	0.10±0.00 ^{Ad}	0.16±0.01 ^{Ad}	0.24±0.01 ^{Ac}	0.35±0.02 ^{Bb}	0.39±0.01 ^{Bb}	0.50±0.03 ^{Ba}
	37	0.10±0.00 ^{Ae}	0.16±0.00 ^{Ae}	0.29±0.01 ^{Ad}	0.52±0.03 ^{Ac}	0.63±0.02 ^{Ab}	0.74±0.04 ^{Aa}
Keten	4	0.25±0.00 ^{Ad}	0.30±0.04 ^{Cd}	0.45±0.05 ^{Cc}	0.52±0.01 ^{Cbc}	0.58±0.01 ^{Cb}	0.69±0.02 ^{Ca}
	20	0.25±0.00 ^{Af}	0.51±0.01 ^{Be}	0.63±0.03 ^{Bd}	0.79±0.01 ^{Bc}	0.86±0.01 ^{Bb}	0.94±0.02 ^{Ba}
	37	0.25±0.00 ^{Af}	0.67±0.02 ^{Ae}	0.80±0.01 ^{Ad}	0.96±0.04 ^{Ac}	1.04±0.01 ^{Ab}	1.43±0.02 ^{Aa}
Kıvıncık	4	0.46±0.00 ^{Ad}	0.51±0.01 ^{Bcd}	0.53±0.01 ^{Cc}	0.61±0.02 ^{Bb}	0.67±0.02 ^{Ba}	0.72±0.00 ^{Ba}
	20	0.46±0.00 ^{Ae}	0.54±0.01 ^{Bd}	0.59±0.01 ^{Bc}	0.65±0.01 ^{Bb}	0.70±0.01 ^{Aa}	0.75±0.01 ^{Ba}
	37	0.46±0.00 ^{Ae}	0.60±0.01 ^{Ad}	0.64±0.01 ^{Ad}	0.69±0.01 ^{Ac}	0.74±0.00 ^{Ab}	0.85±0.02 ^{Aa}
Susam	4	0.36±0.00 ^{Ae}	0.38±0.01 ^{Bde}	0.41±0.01 ^{Bd}	0.50±0.01 ^{Cc}	0.62±0.01 ^{Cb}	0.68±0.01 ^{Ca}
	20	0.36±0.00 ^{Ae}	0.42±0.01 ^{Ade}	0.46±0.01 ^{Bd}	0.58±0.01 ^{Bc}	0.75±0.01 ^{Bb}	0.86±0.04 ^{Ba}
	37	0.36±0.00 ^{Af}	0.48±0.00 ^{Ae}	0.55±0.02 ^{Ad}	0.73±0.01 ^{Ac}	0.90±0.01 ^{Ab}	1.04±0.01 ^{Aa}
Üzüm çekirdeği	4	0.19±0.00 ^{Ad}	0.23±0.00 ^{Cd}	0.37±0.01 ^{Cc}	0.46±0.02 ^{Cb}	0.56±0.00 ^{Ca}	0.58±0.04 ^{Ca}
	20	0.19±0.00 ^{Ae}	0.55±0.01 ^{Bd}	0.64±0.01 ^{Bcd}	0.71±0.01 ^{Bbc}	0.82±0.04 ^{Bb}	0.95±0.05 ^{Ba}
	37	0.19±0.00 ^{Af}	0.79±0.00 ^{Ae}	0.87±0.01 ^{Ad}	0.94±0.03 ^{Ac}	1.05±0.01 ^{Ab}	1.21±0.02 ^{Aa}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0.05$). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistik olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

3.1.3. Renk analizi

CIE L^* , a^* , b^* ölçüm sisteminde (International Commission on Illumination, Vienna, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, Viyana) L^* parlaklığı ($L^* 100=$ beyaz, $L^* 0=$ siyah) ifade etmektedir. Pozitif a^* değeri kırmızı, negatif a^* değeri yeşile karşılık gelirken; pozitif b^* değeri ise sarı, negatif b^* değeri mavi rengi temsil etmektedir (Ekici, 2011; Van Hoed vd., 2011; Thanonkaew vd., 2012).

Farklı sıcaklık (4, 20 ve 37 °C) derecelerinde 12 ay süreyle depolanan çörekotu, ısırgan otu yağlarının L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 3.5' te, keten ve kişniş tohum yağlarının L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 3.6' da verilirken, susam ve üzüm çekirdeği tohum yağlarının değerleri Tablo 3.7' de görülmektedir.

Çörekotu tohum yağının depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.5.' te verilmiştir. Çörekotu tohum yağının L^* değerinde depolama süresince dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince 4 °C sıcaklıkta depolanan çörekotu tohum yağında depolamanın başlangıcından 9. ayına kadar geçen sürede istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) farklılıkların olmadığı saptanmıştır (0. ve 12. aylardaki değerler hariç). Başlangıç L^* değeri 71.36 iken 12 ay süreyle 20 oC sıcaklıkta depolanan örneklerde azalma olduğu belirlenirken, 37 oC sıcaklıkta artma olduğu saptanmıştır. Depolama süresinin ve sıcaklığın L^* değeri üzerine (4 °C 'deki L^* değerleri hariç) istatistiksel önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Kırmızı ve yeşil rengi ifade eden ve başlangıçta 9.48 değerine sahip olan a^* değerinde depolama süresince dalgalanmalar olmakla birlikte 12 ay süreyle 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerde sırasıyla 9.56, 10.92 ve 10.24 değerlerine çıktığı sonucuna varılmıştır. Depolama süresinin ve sıcaklığın a^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar çörekotu tohum yağının 4 °C sıcaklıkta depolaması sonucunda b^* değerlerinde dalgalanmalar olduğu saptanmıştır. 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan çörekotu tohum yağında, 12 ay süreyle depolama sonunda b^* değerlerinde gözle görülür bir azalma olduğu tespit edilmiş ve depolama süresinin ve sıcaklığın etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Isırgan otu tohum yağının depolama sürecinde renk parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.5.' te verilmiştir. Farklı depolama şartlarında muhafaza edilen ısırgan otu tohum yağının L^* , a^* ve b^* değerlerinde depolama süresince dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Isırgan otu tohum yağının başlangıç L^* değeri 48.94, a^* değeri 15.51 ve b^* değeri 82.84 olarak belirlenmiştir. 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan ısırgan otu tohum yağında depolama süresinin ilk 3 ayında L^* , a^* ve b^* değerinde azalma tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. 37 °C sıcaklıkta depolanan örnekte ise a^* değeri azalma gösterirken, L^* ve b^* değerinde artış olduğu saptanmıştır ve depolama sıcaklığı ve sürenin etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Farklı depolama şartlarında depolanan keten tohum yağının renk parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.6.' da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar 4 ve 20 °C' de 12 ay süreyle depolanan keten tohum yağının L^* , a^* ve b^* değerlerinde 0. günle kıyaslandığında depolama süresince dalgalanmalar gözlenirken depolama süresinin bu değerler üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. 37 °C' de depolanan keten tohum yağında ise depolamanın başlangıç değerine göre L^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin a^* ve b^* değerlerinin de depolama süresince azalma tespit edilirken depolama süresinin ve sıcaklığın bu değerler üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Kişniş tohum yağının depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler de Tablo 3.6.' da görülebilmektedir. 4 °C sıcaklıkta depolanan kişniş tohum yağında depolama süresince renk parametrelerinde dalgalanmalar olmakla birlikte depolama süresinin ve sıcaklığın L^* , a^* (6. ve 12. aylar hariç) ve b^* değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3.6' da görüldüğü üzere 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan kişniş tohum yağının başlangıç L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 50.24, 24.12 ve 84.38 olarak belirlenmiş olup depolama süresince L^* ve b^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilirken, a^* değerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.5. Farklı sıcaklıklarda depolanan çörekotu ve ısırgan otu yağlarının depolama sürecindeki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	L^*			a^*			b^*		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Çörekotu	0	71.36±0.01 ^{Ca}	71.36±0.01 ^{Ba}	71.36±0.01 ^{Ba}	9.48±0.00 ^{Ba}	9.48±0.00 ^{Fa}	9.48±0.00 ^{Ea}	99.37±0.04 ^{Ca}	99.37±0.04 ^{Ba}	99.37±0.04 ^{Aa}
	1	71.92±0.05 ^{ABa}	65.69±0.19 ^{Db}	70.37±0.02 ^{Cc}	9.37±0.02 ^{Ca}	9.63±0.04 ^{Eb}	10.53±0.01 ^{Cc}	99.53±0.03 ^{BCa}	99.58±0.05 ^{Aa}	98.31±0.01 ^{Bb}
	3	72.06±0.04 ^{ABa}	71.65±0.03 ^{Ab}	70.32±0.04 ^{Cc}	9.14±0.05 ^{Da}	9.76±0.03 ^{Db}	12.16±0.05 ^{Ac}	99.95±0.06 ^{Aa}	99.62±0.05 ^{Ab}	98.05±0.04 ^{Bc}
	6	72.12±0.04 ^{Aa}	71.55±0.05 ^{Ab}	71.34±0.04 ^{Bc}	8.72±0.08 ^{Ea}	10.19±0.03 ^{Cb}	11.07±0.03 ^{Bc}	98.20±0.31 ^{Da}	98.19±0.09 ^{Eb}	95.65±0.07 ^{Cc}
	9	72.09±0.05 ^{Aa}	71.09±0.05 ^{Cb}	71.03±0.08 ^{Bc}	9.18±0.06 ^{Da}	10.77±0.04 ^{Bb}	11.15±0.04 ^{Bc}	99.40±0.05 ^{Ca}	98.43±0.08 ^{Db}	95.98±0.22 ^{Cc}
	12	71.85±0.06 ^{Ba}	71.04±0.08 ^{Cb}	72.89±0.04 ^{Ac}	9.56±0.05 ^{Aa}	10.92±0.16 ^{Ab}	10.24±0.48 ^{Dc}	99.59±0.02 ^{Ba}	95.98±0.22 ^{Cb}	95.20±0.59 ^{Dc}
Isırgan otu	0	48.94±0.01 ^{ABa}	48.94±0.01 ^{Ca}	48.94±0.01 ^{Da}	15.51±0.01 ^{Ba}	15.51±0.01 ^{Ca}	15.51±0.01 ^{Ba}	82.84±0.05 ^{ABCa}	82.84±0.05 ^{CDa}	82.84±0.05 ^{Da}
	1	48.71±0.02 ^{Ca}	48.83±0.09 ^{Db}	48.83±0.03 ^{Dc}	15.63±0.09 ^{Aa}	15.75±0.05 ^{Ab}	15.85±0.06 ^{Ac}	82.74±0.07 ^{CDa}	82.94±0.15 ^{Cb}	82.94±0.06 ^{Dc}
	3	48.69±0.12 ^{Ca}	48.82±0.04 ^{Db}	49.39±0.19 ^{Cc}	15.62±0.11 ^{Aa}	15.59±0.01 ^{Ba}	15.38±0.02 ^{Cb}	82.64±0.01 ^{Da}	82.83±0.05 ^{Cb}	83.76±0.12 ^{Bc}
	6	48.86±0.03 ^{Ba}	48.93±0.05 ^{Da}	49.36±0.08 ^{Cb}	15.53±0.06 ^{Ba}	15.61±0.03 ^{Bb}	15.30±0.03 ^{BCc}	82.81±0.14 ^{BCa}	82.75±0.10 ^{Da}	83.62±0.12 ^{Cb}
	9	48.88±0.07 ^{ABa}	49.08±0.03 ^{Bb}	49.82±0.10 ^{Bc}	15.57±0.03 ^{ABa}	15.45±0.01 ^{Db}	15.12±0.07 ^{Dc}	82.88±0.14 ^{ABa}	83.20±0.09 ^{Bb}	83.58±0.14 ^{Bc}
	12	48.95±0.03 ^{Aa}	48.99±0.01 ^{Ab}	50.73±0.08 ^{Ac}	15.53±0.04 ^{Ba}	15.31±0.02 ^{Eb}	14.20±0.18 ^{Ec}	82.97±0.09 ^{Aa}	83.68±0.07 ^{Ab}	84.16±0.13 ^{Ac}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Tablo 3.6. Farklı sıcaklıklarda depolanan keten ve kişniş tohum yağlarının depolama sürecindeki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	L^*			a^*			b^*		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Keten	0	85.61±0.02 ^{Ea}	85.61±0.02 ^{Ba}	85.61±0.02 ^{Ea}	6.63±0.01 ^{Ca}	6.63±0.01 ^{Ba}	6.63±0.01 ^{Aa}	129.98±0.03 ^{Da}	129.98±0.03 ^{Aa}	129.98±0.03 ^{Aa}
	1	85.22±0.04 ^{Fa}	85.30±0.03 ^{Ca}	85.74±0.02 ^{DEb}	6.41±0.04 ^{Da}	6.27±0.01 ^{Ca}	6.33±0.03 ^{Ba}	130.05±0.04 ^{Da}	129.96±0.02 ^{Aa}	128.18±0.03 ^{Bb}
	3	85.99±0.03 ^{Aa}	85.91±0.01 ^{Aa}	85.90±0.03 ^{Da}	6.30±0.04 ^{Da}	6.33±0.02 ^{Ca}	4.97±0.01 ^{Cb}	130.21±0.09 ^{Ca}	130.01±0.03 ^{Aa}	127.09±0.04 ^{Cb}
	6	85.70±0.03 ^{Da}	84.44±0.31 ^{Db}	86.26±0.01 ^{Cc}	7.09±0.02 ^{Aa}	7.69±0.18 ^{Ab}	4.78±0.01 ^{Dc}	130.68±0.07 ^{Aa}	129.02±0.31 ^{Cb}	126.56±0.03 ^{Dc}
	9	85.85±0.04 ^{Ca}	85.56±0.05 ^{Bb}	86.66±0.37 ^{Bc}	6.83±0.14 ^{Ba}	6.82±0.16 ^{Ba}	3.96±0.03 ^{Eb}	130.74±0.06 ^{Aa}	129.46±0.16 ^{Bb}	120.60±0.43 ^{Ec}
	12	85.91±0.06 ^{Ba}	85.74±0.23 ^{ABb}	87.53±0.83 ^{Ac}	6.56±0.21 ^{Ca}	5.99±0.32 ^{Db}	1.37±0.11 ^{Fc}	130.38±0.12 ^{Ba}	127.28±0.07 ^{Db}	118.51±0.71 ^{Fc}
Kişniş	0	50.24±0.00 ^{Aa}	50.24±0.00 ^{Ea}	50.24±0.00 ^{Fa}	24.12±0.00 ^{Ba}	24.12±0.00 ^{Aa}	24.12±0.00 ^{Aa}	84.38±0.05 ^{Aa}	84.38±0.05 ^{Ea}	84.38±0.05 ^{Fa}
	1	48.28±0.92 ^{Ca}	47.45±0.81 ^{Eb}	51.28±0.22 ^{Ec}	24.41±0.26 ^{Aa}	24.24±0.06 ^{Aa}	24.11±0.04 ^{Ab}	81.58±1.45 ^{Ca}	84.12±0.08 ^{Eb}	86.96±0.20 ^{Ec}
	3	47.45±0.81 ^{Da}	50.83±0.03 ^{Db}	55.09±0.12 ^{Dc}	24.47±0.04 ^{Aa}	23.89±0.06 ^{Bb}	22.85±0.02 ^{Bc}	80.22±1.32 ^{Da}	85.58±0.05 ^{Db}	91.73±0.12 ^{Dc}
	6	49.28±0.22 ^{Ba}	52.56±0.06 ^{Cb}	57.36±0.07 ^{Cc}	24.14±0.08 ^{Ba}	23.40±0.06 ^{Cb}	21.66±0.17 ^{Cc}	82.92±0.28 ^{Ba}	87.98±0.10 ^{Cb}	90.53±0.22 ^{Cc}
	9	48.22±0.16 ^{Ca}	54.27±0.13 ^{Bb}	58.94±0.54 ^{Bc}	24.51±0.03 ^{Aa}	22.72±0.06 ^{Db}	22.94±0.22 ^{Dc}	81.29±0.27 ^{CDa}	90.53±0.22 ^{Bb}	95.79±0.47 ^{Bc}
	12	49.45±0.29 ^{Ba}	54.87±0.90 ^{Ab}	60.60±0.34 ^{Ac}	24.25±0.10 ^{Ba}	20.75±0.52 ^{Eb}	20.01±0.27 ^{Ec}	83.24±0.48 ^{Ba}	91.27±1.29 ^{Ab}	97.04±0.10 ^{Ac}

AB: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0.05$). ab: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0.05$).

Susam tohum yağının depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler de Tablo 3.7.' de verilmiştir. 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan susam tohum yağının L^* , a^* ve b^* değerlerinde depolama süresince dalgalanmalar olduğu belirlenmiştir. Susam tohum yağının başlangıç L^* değeri 89.23 olarak belirlenirken 4 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde L^* değerinde bir azalma gözlenirken 20 °C' de depolanan örnekte artış olduğu saptanmıştır. Tablo 3.7.' de görüldüğü üzere 37 °C sıcaklıkta depolanan susam tohum yağının L^* değeri üzerine sıcaklığın ve süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu saptanmıştır. Depolama süresince, a^* ve b^* değerleri 12 ay süreyle depolanan örneklerde başlangıç değerlerine ($a^* = -0.90$ ve $b^* = 60.32$) kıyasla gözle görülür bir azalma olduğu tespit edilmiş ve depolama süresinin ve sıcaklığın etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Üzüm çekirdek yağının depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.7.' de verilmiştir. 4 °C sıcaklıkta depolanan üzüm çekirdek yağında başlangıç değerlerine kıyasla depolama süresinin sonunda L^* ve a^* değerlerinde bir artış görülürken istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3.7' de görüldüğü üzere b^* değerinde depolama süresi boyunca hafif bir artış olduğu ancak bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır. Üzüm çekirdek yağının 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 ay süreyle depolanması sonucunda L^* değerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu bulunurken a^* değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Üzüm çekirdek yağının başlangıç b^* değeri 118.26 iken 20 °C' de depolanan örneklerde depolama süresince dalgalanmalar olduğu görülürken, 37 °C depolanan örneklerin b^* değerlerinde 9. ve 12. aylarda ve gözle görülür bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığın etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çalışma kapsamında 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin renk parametrelerinde depolama süresince dalgalanmalar olduğu saptanmıştır. Mevcut çalışma kapsamında genel olarak 37 oC sıcaklıkta depolanan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinde önemli değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığın renk parametreleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Tablo 3.7. Farklı sıcaklıklarda depolanan, susam ve üzüm çekirdeği yağlarının depolama sürecindeki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	L^*			a^*			b^*		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Susam	0	89.23±0.02 ^{ABa}	89.23±0.02 ^{Ea}	89.23±0.02 ^{Aa}	- 0.90±0.00 ^{Da}	- 0.90±0.00 ^{Ca}	- 0.90±0.00 ^{Aa}	60.32±0.03 ^{Aa}	60.32±0.03 ^{Ba}	60.32±0.03 ^{Ea}
	1	89.83±0.15 ^{Aa}	89.88±0.03 ^{Aa}	89.67±0.01 ^{Ba}	- 0.90±0.01 ^{Da}	- 1.23±0.01 ^{Db}	- 1.38±0.07 ^{Bc}	60.67±0.09 ^{Aa}	60.31±0.05 ^{Ba}	57.85±0.11 ^{Db}
	3	89.69±0.05 ^{Aa}	89.50±0.01 ^{Ca}	89.85±0.01 ^{Ca}	- 1.02±0.04 ^{Ea}	- 0.92±0.00 ^{Cb}	- 1.49±0.05 ^{Cc}	61.02±0.02 ^{Aa}	60.30±0.01 ^{Aa}	57.84±0.15 ^{Cb}
	6	89.57±0.02 ^{Aa}	89.38±0.03 ^{Da}	90.03±0.01 ^{Da}	- 0.75±0.01 ^{Ca}	- 0.74±0.03 ^{Ba}	- 1.50±0.02 ^{Cb}	60.87±0.06 ^{Aa}	60.11±0.03 ^{Cb}	54.30±0.01 ^{Bc}
	9	88.34±0.46 ^{Ca}	89.55±0.07 ^{Bb}	90.70±0.02 ^{Ec}	- 0.48±0.13 ^{Ba}	- 0.74±0.02 ^{Bb}	- 2.06±0.00 ^{Dc}	58.93±2.16 ^{Ba}	59.82±0.05 ^{Db}	49.67±0.05 ^{Bc}
	12	88.24±1.67 ^{BCa}	89.58±0.00 ^{Bb}	91.40±0.04 ^{Fc}	- 0.20±0.06 ^{Aa}	- 0.71±0.03 ^{Ab}	- 2.55±0.08 ^{Ec}	60.34±0.34 ^{Aa}	59.50±0.00 ^{Eb}	42.21±0.18 ^{Ac}
Üzüm çekirdeği	0	68.25±0.00 ^{Da}	68.25±0.00 ^{Fa}	68.25±0.00 ^{Fa}	6.78±0.00 ^{Fa}	6.78±0.00 ^{Da}	6.78±0.00 ^{Aa}	118.26±0.00 ^{Da}	118.26±0.00 ^{Ea}	118.26±0.00 ^{Aa}
	1	73.95±0.05 ^{Ba}	74.09±0.01 ^{Ea}	74.31±0.08 ^{Eb}	7.51±0.04 ^{Ea}	7.54±0.02 ^{ABa}	7.12±0.15 ^{Ab}	119.12±0.05 ^{Ca}	119.51±0.07 ^{Aa}	119.26±0.05 ^{Aa}
	3	73.97±0.11 ^{Ba}	74.17±0.02 ^{Db}	75.13±0.16 ^{Dc}	7.70±0.06 ^{Da}	7.53±0.02 ^{Ba}	5.84±0.31 ^{Bb}	119.14±0.20 ^{Ca}	119.18±0.06 ^{Ba}	118.80±0.19 ^{Aa}
	6	74.00±0.07 ^{Ba}	74.23±0.07 ^{Cb}	75.68±0.27 ^{Cc}	7.92±0.03 ^{Ca}	7.62±0.09 ^{Ab}	5.27±0.41 ^{Cc}	119.43±0.04 ^{Ca}	119.32±0.12 ^{Ba}	118.37±0.49 ^{Aa}
	9	73.80±0.04 ^{Ca}	74.33±0.05 ^{Bb}	76.16±0.35 ^{Bc}	8.00±0.02 ^{Ba}	7.04±0.07 ^{Cb}	3.85±0.59 ^{Dc}	119.24±0.04 ^{Ba}	118.91±0.04 ^{Ca}	116.58±1.04 ^{Ab}
	12	74.83±0.03 ^{Aa}	74.52±0.04 ^{Ab}	77.62±0.27 ^{Ac}	8.10±0.04 ^{Aa}	6.39±0.10 ^{Eb}	1.54±0.34 ^{Ec}	119.60±0.11 ^{Aa}	118.54±0.26 ^{Da}	103.19±9.69 ^{Bb}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Depolama sırasındaki yağ numunelerinin renk yoğunluğundaki artışın yağın yapısında bulunan trigliseritlerin sıcaklık etkisi ile parçalanması sonucu oluşan yağ asit polimerlerinin oluşumuna bağlı olabileceği düşünülmektedir (Iskander vd., 2009). White (1991), tarafından yapılan çalışma kapsamında, renk indeksindeki artışın hidroperoksitler, dienoik asitler, epoksitler, hidroksitler ve ketonların oluşumu nedeniyle sonuçlanan oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olduğunu bildirmiştir. Aynı zamanda bozulma sonucu oluşan yüksek molekül ağırlıklı polimerler sarı veya kahverengi pigmentlerin çökmesine neden olarak daha koyu rengin oluşmasına sebep olabilirler (Iskander vd., 2009).

Renk parametre değerlerinin bu yağları içeren gıda ürünlerinin depolanması ve genel görünümünü nasıl etkileyeceğini tahmin etmek için kullanılabileceğini yapılan bir çalışmada ifade etmişlerdir (Parker vd., 2003). Soğuk preslenmiş pirinç kepeği yağının ekstraksiyonu sırasında uygulanan sıcaklığın yağın ekstraksiyon verimi, kalitesi ve antioksidan özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada başlangıç değerlerinin kavurma ve buharlaşma işlemleri sırasında sıcaklığın etkisiyle tüm renk değerlerinde azalma olduğunu belirtmişlerdir (Thanonkaew vd., 2012).

Soğuk preslenmiş ve rafinasyon işlemi uygulanmış kolza yağının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada yağların renklerinin sadece içerdiği doğal renk maddelerinden ileri gelmemekte olduğunu bunun yanında hammaddede ve yağda oluşan bozulma tepkimelerine bağlı olarak renk maddelerinin oluştuğunu ifade etmişlerdir (Güler, 2009). Yeni Zelanda'da satılan soğuk preslenmiş yedi farklı keten tohum yağının fizikokimyasal ve kalite özellikleri üzerine yapmış oldukları çalışmada renk değerlerini sırasıyla $L^*=60.05-63.71$, $a^*=3.28- 9.56$, $b^*=91.08-99.80$ aralığında belirlemişlerdir ve organik olarak üretilen keten tohum yağlarının renk parametrelerinde mevcut çalışma kapsamında elde edilen sonuçlardan farklı olduğu tespit edilmiştir. Tohum yağlarında gözlenen renk farklılıklarının tür ve çeşit farklılıklarından kaynaklanabileceği gibi, ürünün yetiştirildiği coğrafi koşullar, depolama koşulları, olgunlaşma aşamaları, toplama zamanı, yetiştirme şartları ve iklim farklılıkları gibi faktörler elde edilen yağların fizikokimyasal özellikleri etkilediği düşünülmektedir (Choo vd., 2007).

3.1.4. Toplam Fenolik Madde İçeriği, Antiradikal Aktivite ve Antioksidan Kapasite Tayini

3.1.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarının toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu metoduna göre belirlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Tablo 3.10' da verilmiştir. Tohum yağlarının başlangıç toplam fenolik madde miktarları 13.80-157.26 mg GAE/100 g aralığında saptanmıştır. En düşük toplam fenolik madde miktarı 13.80 mg GAE/100 g ile ısırgan otu tohum yağında belirlenirken, en yüksek fenolik madde miktarı ise 157.26 mg GAE/100 g ile kişniş tohum yağında belirlenmiştir. Araştırma kapsamında farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süre ile depolanan tohum yağı örneklerinde depolama süresinin uzamasına bağlı olarak belli bir depolama zamanına kadar toplam fenolik madde miktarında kayıplar belirlenirken belli bir zamandan sonra oksidatif bozulma ürünlerine bağlı olarak artış olabileceği düşünülmektedir. 4 °C' de depolanan ısırgan otu tohum yağının depolamanın ilk üç ayında toplam fenolik madde kaybı %30.94 iken; keten, kişniş ve susam tohum yağlarında depolamanın süresinin ilk 6 ayında görülen toplam fenolik madde miktarındaki azalma oranları sırasıyla %29.76, %38.21 ve %34.01; çörekotu tohum yağında ise 9 ay depolama sonunda %62.07' lik bir azalma olduğu saptanmıştır.

Üç ay süre ile 20 °C sıcaklıkta depolanan çörek otu ve susam tohum yağlarının toplam fenolik madde kayıpları ise sırası ile %50.90 ve %40.56 olarak saptanmıştır. Isırgan otu ve kişniş tohum yağlarının 20 °C depolama sıcaklığında 6 ay süre ile depolanan örneklerde %41.73 ve %58.22 olarak tespit edilmiştir. 12 ay süre ile 20 °C sıcaklıkta depolanan keten tohum yağının fenolik madde miktarında depolama süresince sürekli bir azalma gözlenmiştir. 37 °C' de bir ay süre ile depolanan çörek ve susam tohum yağlarının toplam fenolik madde kaybı %72.17 ve %55.02 olarak tespit edilmiştir. Keten ve kişniş tohum yağlarının üç ay süre ile depolama sonunda toplam fenolik madde miktarlarında sırası ile %70.58 ve %33.02 ; 6 ay depolama sonunda ısırgan otu tohum yağında %36.15 oranlarında kaybına uğradığı saptanmıştır.

3.1.4.2. Antiradikal Kapasite Tayini

Çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarının antiradikal kapasite değerleri Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Tablo 3.10' da verilmiştir. Örneklerin antiradikal kapasite değerleri, DPPH radikalinin %50'sini inaktive edebilmeleri için gerekli ekstrakt miktarları ($\mu\text{g/mL}$) olan IC50 değeri ile ifade edilmiştir.

Araştırma kapsamında genel olarak en yüksek antiradikal kapasite değeri keten tohum yağında saptanmıştır (1715.08 $\mu\text{g/ml}$). En düşük antiradikal kapasite değeri ise 1.54 $\mu\text{g/ml}$ olan ısırgan otu tohum yağında tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda depolanan 12 ay süre ile depolanan örneklerde depolanma süresince dalgalanmalar olduğu saptanmıştır. Üzüm çekirdek yağı hariç 4 °C sıcaklıkta altı ay süre ile depolanan tohum yağlarının antiradikal kapasite değerlerinde artış olduğu tespit edilirken en fazla artışın %63.73 oranıyla keten tohum yağında olduğu belirlenmiştir. En düşük artış oranının ise %18.09 ile ısırgan otu tohum yağında olduğu saptanmıştır.

Üzüm çekirdek yağının antiradikal kapasite değerinde depolamanın ilk üç ayında %17.86' lık bir artış tespit edilirken bozulma ürünleri sebebiyle depolamanın 6., 9., ve 12. aylarında azalma tespit edilmiştir. Çörekotu, üzüm çekirdek ve kişniş tohum yağlarının 20 °C sıcaklıkta üç ay süreyle depolanması sonucunda antiradikal kapasite değerindeki artış sırasıyla %27.73 ve %17.27 olarak belirlenmiştir. ısırgan otu tohum yağında altı aylık depolama sonunda %21.03 saptanırken, susam tohum yağında bir aylık depolama sonunda %45.20' lik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Keten tohum yağının 12 ay süre ile depolanması süresince sürekli bir artış meydana gelmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığının antiradikal aktivite üzerine istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

3.1.4.3. Antioksidan Kapasite (TEAC) Tayini

TEAC yöntemi, hem hidrofilik hem de hidrofobik bileşiklerin antioksidan kapasitesini belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem, antioksidan içeren örnek varlığında kararlı bir radikal olan ABTS [2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit)] çözeltisinin yeşil mavi renkten renksiz forma dönüşene kadar geçen 6 dakikalık zaman

dilimi sonucunda absorbandsaki azalmanın ölçülmesine dayanmaktadır. Reaksiyon sonucu absorbanstaki azalma troloks eşdeğeri olarak verilmektedir (Albayrak, 2010).

Çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarının antioksidan değerleri Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Tablo 3.10' verilmiştir. Genel olarak en yüksek antioksidan aktivite değeri kişniş tohum yağında saptanırken (267.80 µg troloks eş değeri/gr örnek) en düşük antioksidan aktivite değerine 17.17 µg troloks eş değeri/gısırgan otu tohum yağında tespit edilmiştir.

Tablo 3.8., Tablo 3.9. ve Tablo 3.10' da görüldüğü üzere yağların toplam fenolik madde içeriğine, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasite değerlerinde dalgalanmalar görüle bile, genel olarak depolama süresi ve sıcaklığın etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Soğuk preslenmiş bitkisel yağlarda bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi üzerine yapılan çalışmada keten tohum ve üzüm çekirdek yağının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 1.14 mg GAE/100 g ve 0.51 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir (Siger vd., 2008). Farklı özelliklerde yedi farklı soğuk preslenmiş keten tohumu yağı için toplam fenolik madde miktarının 76.8-307.3 mg GAE / 100 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Choo vd., 2007). Yapılan bir çalışmada soğuk preslenmiş üzüm çekirdek yağında toplam fenolik madde içeriği 0.16-0.80 mg GAE / g arasında değişen değerlerde bulunmuştur (Lutterodt vd., 2011). Mevcut çalışma kapsamında keten tohum ve üzüm çekirdek yağlarının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 19.89 mg GAE/100 gr. ve 21.62 mg GAE/100 gr olarak saptanmıştır. Literatür incelemesi kapsamında yağların fenolik madde miktarları arasındaki bu farklılık düşük molekül ağırlıklı fenoliklerin düşük çözünürlüğe sahip olduğu ve bazı fenolik maddelerin tohum materyaline bağlanmasından dolayı farklılık olduğu düşünülmektedir (Lutterodt vd., 2011).

Kolza yağının 12 ay süreyle 20 °C' de depolandığı bir çalışmada tüm numularda fenolik madde içeriğinin önemli ölçüde düştüğü belirtilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar depolama sıcaklığı ve sürenin toplam fenolik madde miktarına etkili olduğunu göstermektedir (Rekas vd., 2017).

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan yağ örneklerinin farklı olmasına rağmen sıcaklık etkisiyle fenolik madde içeriğinin düştüğünü saptanmıştır.

Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen çörekotu tohum yağının toplam fenolik madde içeriğinin belirlendiği çalışmada soğuk preslenmiş çörekotu tohum yağının fenolik madde içeriğinin 36.0 mg GAE/kg belirtilmiştir (Kıralan vd., 2014). Tunus ve İran menşeli çörekotu tohumlarından elde edilen yağların fenolik madde içeriğinin sırasıyla 245 mg GAE/ kg ve 309 mg GAE / kg yağ olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Cheikh-Rouhou vd., 2007). Diğer bir çalışmada soğuk pres çörekotu tohum yağının toplam fenolik madde içeriğini 3.53 mg GAE/g yağ olarak belirlemişlerdir (Parry, 2006). Mevcut çalışma kapsamında çörekotu tohum yağının depolama başlangıcındaki toplam fenolik madde miktarı 143.29 mg GAE/ 100 kg olarak tespit edilmiştir. Kışniş tohum yağının fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesinin belirlendiği çalışmada sırasıyla 1.9 g GAE/ 100 g ve 389 µg/ml olduğu tespit edilmiştir (Wangensteen vd., 2004). Yapılan çalışma sonuçları arasındaki bu farklılığın tohum yağlarının hammaddenin özelliklerinde kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitkisel yağların toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesini elde edildiği hammaddenin menşei, türü ve işleme tekniği gibi faktörler etkilemektedir (Siger vd., 2008). Yapılan çalışmalar sonucunda yağların hem lipofilik hem de hidrofilik fraksiyona sahip olduğu ve lipofilik fraksiyonların daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu tespit edilmiştir (Prescha vd.,2014). Mevcut çalışma kapsamında tohum yağlarının başlangıç değerlerindeki farklılığın bu sebepten dolayı olduğu düşünülmektedir.

Susam tohumlarından elde edilen soğuk preslenmiş yağların fenolik bileşiklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma sonucunda kavrulmamış susam tohumundan elde edilen yağların fenolik içeriğinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (Kostadinović vd., 2015). Yapılan çalışma kapsamında örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde, antioksidan ve antiradikal kapasite değerlerinde depolama süresince dalganmalar olduğu belirlenmiştir. Bunun birçok sebebinin olabileceği düşünülmektedir. Soğuk preslenmiş yağların, serbest radikal reaksiyonunun çok yönlü mekanizması nedeniyle oksitlenme prosesi üzerinde tek etkili olarak açıklanmayan pro ve antioksidatif özelliklere sahip bileşikler içerdiği için olabileceği düşünülmektedir (Prescha vd., 2014).

Depolama süresinin sonunda oluşan bozulma ürünlerinin antioksidan gibi davrandığı düşünülmektedir (Hidalgo ve Zamora, 2000; Yılmaz ve Toledo, 2005). Ayrıca Folin-Ciocalteu reaktifinin yağlarda çok kolay oksitlenmiş maddeler ile tepkimeye girerek mavi rengin oluşumuna neden olabildiği ve depolama süresince ani fenolik artışının sebebi olabileceği düşünülmektedir (Siger vd., 2008).

Marama fasülye yağı üzerine yapılan bir çalışmada karanlık ortamda 25 ve 35 oC' de depolanan yağın tokoferol değerinin 5 aylık depolama süresince azaldığı ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitesinde azaldığı tespit edilirken sıcaklığın etkisiyle tokoferolün rejenere olarak yağın antioksidan aktivitesini arttırdığı belirtilmiştir (Hulse, 2012).

Tablo 3.8. Çörekotu ve ısırgan otu tohum yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişimler.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/100 g)			Antiradikal Kapasite (IC 50) (µg/mL)			Antioksidan Kapasite (ABTS) (µg troloks/g örnek)		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Çörekotu	0	143.29±0.00 ^{Aa}	143.29±0.00 ^{Aa}	143.29±0.00 ^{Aa}	550.12±0.00 ^{Ca}	550.12±0.00 ^{Ca}	550.12±0.00 ^{Ba}	73.88±0.00 ^{Ca}	73.88±0.00 ^{Ca}	73.88±0.00 ^{Ca}
	1	84.16±0.22 ^{Ba}	74.51±7.57 ^{Db}	39.88±5.30 ^{Dc}	681.03±35.22 ^{Bc}	961.47±15.72 ^{Ab}	1015.77±34.9 ^{Aa}	58.76±0.00 ^{Da}	54.51±2.56 ^{Ea}	26.08±0.54 ^{Eb}
	3	72.46±1.56 ^{Ca}	70.32±0.37 ^{Da}	48.50±3.27 ^{Db}	711.77±78.63 ^{Bb}	761.19±10.14 ^{Ba}	670.14±79.10 ^{Bb}	41.94±1.22 ^{Ea}	37.23±7.67 ^{Fb}	30.92±4.41 ^{Db}
	6	60.50±2.77 ^{Db}	86.03±0.00 ^{Ca}	62.89±4.14 ^{Cb}	961.47±25.20 ^{Aa}	530.29±40.04 ^{Cb}	618.88±23.78 ^{Bc}	22.44±6.75 ^{Fc}	67.99±2.67 ^{Da}	43.74±7.34 ^{Db}
	9	54.35±2.98 ^{Ec}	88.99±0.62 ^{Ca}	69.52±5.29 ^{Cb}	611.87±41.49 ^{Ca}	502.23±8.69 ^{Db}	579.97±37.90 ^{Ba}	85.26±2.06 ^{Bb}	85.83±2.79 ^{Bb}	95.72±2.19 ^{Ba}
	12	65.19±1.45 ^{Dc}	97.00±3.54 ^{Ba}	80.35±0.27 ^{Bb}	556.01±9.68 ^{Ca}	439.87±32.79 ^{Db}	329.89±11.36 ^{Cc}	110.14±10.63 ^{Ac}	133.04±1.69 ^{Ab}	150.18±0.00 ^{Aa}
Isırgan otu	0	13.80±0.00 ^{Ba}	13.80±0.00 ^{Ba}	13.80±0.00 ^{Ba}	1.54±0.00 ^{Ca}	1.54±0.00 ^{Ca}	1.54±0.00 ^{Ea}	17.17±0.59 ^{Ba}	17.17±0.59 ^{Ba}	17.17±0.59 ^{Ba}
	1	12.29±1.23 ^{Ca}	11.44±3.08 ^{Ca}	10.10±0.98 ^{Ca}	1.61±2.12 ^{BCa}	1.62±0.02 ^{Ca}	1.61±0.01 ^{Da}	16.06±0.02 ^{Ba}	14.11±0.52 ^{Cb}	9.09±0.90 ^{Cb}
	3	9.53±0.00 ^{Da}	8,92±0.55 ^{Ca}	8.10±4.16 ^{Db}	1.65±0.10 ^{Bc}	1,84±0.55 ^{Ab}	2.04±0.16 ^{Ca}	12.24±0.01 ^{Ca}	8,31±0.04 ^{Db}	5.22±0.77 ^{Dc}
	6	12.51±4.54 ^{Ca}	8.04±1.06 ^{Cb}	4.06±0.12 ^{Ec}	1.88±0.43 ^{Ab}	1.95±0.11 ^{Ab}	3.05±0.31 ^{Aa}	14.64±0.90 ^{Ba}	6.06±0.42 ^{Eb}	2.60±0.47 ^{Ec}
	9	19.35±1.38 ^{Aa}	13.47±1.11 ^{Bb}	7.12±1.05 ^{Dc}	1.43±0.01 ^{Dc}	1.61±0.04 ^{Cb}	2.65±0.13 ^{Ba}	15.80±0.25 ^{Bb}	17.79±0.45 ^{Ba}	13.42±2.64 ^{Bc}
	12	21.60±0.22 ^{Aa}	21.55±3.17 ^{Aa}	14.64±0.90 ^{Ab}	1.14±0.08 ^{Eb}	1.23±0.18 ^{Db}	1.40±0.00 ^{Fa}	22.58±0.08 ^{Aa}	23.49±0.98 ^{Aa}	25.03±1.04 ^{Aa}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Tablo 3.9. Keten ve kişniş tohum yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişimler.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/100 g)			Antiradikal Kapasite (IC 50) (µg/mL)			Antioksidan Kapasite (ABTS) (µg troloks/g örnek)		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Keten	0	19.89±0.00 ^{Aa}	19.89±0.00 ^{Aa}	19.89±0.00 ^{Aa}	1715.08±0.01 ^{Da}	1715.08±0.01 ^{Ea}	1715.08±0.01 ^{Aa}	45.71±0.00 ^{Aa}	45.71±0.00 ^{Aa}	45.71±0.00 ^{Aa}
	1	16.32±0.84 ^{Ba}	17.50±0.72 ^{Ba}	13.20±3.03 ^{Bb}	1735.39±52.31 ^{Dc}	2457.35±11.40 ^{Db}	3320.87±40.55 ^{Da}	30.57±10.78 ^{Ba}	46.49±6.42 ^{Aa}	41.79±13.65 ^{Ba}
	3	15.08±2.68 ^{Ba}	14.35±1.50 ^{Ca}	12.74±1.33 ^{Ba}	2724.85±14.08 ^{Bb}	3341.87±38.34 ^{Ca}	3494.20±26.80 ^{Da}	26.48±3.27 ^{Bb}	32.64±10.08 ^{Ab}	34.72±0.47 ^{Ca}
	6	13.97±2.32 ^{Cb}	13.64±4.74 ^{Cb}	17.82±4.04 ^{Ba}	2808.17±19.60 ^{Ac}	3378.59±23.01 ^{Cb}	4044.33±24.14 ^{Ca}	22.53±1.47 ^{Ba}	20.39±0.84 ^{Ba}	20.57±0.24 ^{Da}
	9	15.45±3.92 ^{Ba}	13.20±0.77 ^{Ca}	13.99±5.42 ^{Ba}	2794.19±67.71 ^{Bb}	4215.04±0.00 ^{Ba}	4390.65±0.00 ^{Ba}	24.40±1.17 ^{Ba}	18.50±0.16 ^{Cb}	24.68±5.09 ^{Ea}
	12	18.34±3.24 ^{Aa}	12.11±3.59 ^{Ca}	15.89±0.17 ^{Ba}	2243.39±0.00 ^{Cc}	5480.71±34.87 ^{Ab}	5827.81±24.69 ^{Aa}	25.22±0.00 ^{Bb}	15.57±0.23 ^{Dc}	49.49±2.98 ^{Fa}
Kişniş	0	157.26±0.00 ^{Aa}	157.26±0.00 ^{Aa}	157.26±0.00 ^{Ba}	560.47±0.00 ^{Da}	560.47±0.00 ^{Ca}	560.47±0.00 ^{Da}	267.80±0.00 ^{Aa}	267.80±0.00 ^{Aa}	267.80±0.00 ^{Aa}
	1	121.74±10.10 ^{Ba}	95.61±21.82 ^{Ca}	119.94±4.63 ^{Da}	677.59±0.00 ^{Bb}	612.80±13.44 ^{Bc}	762.84±25.23 ^{Ba}	225.49±4.60 ^{Ba}	172.30±4.19 ^{Bb}	198.89±2.37 ^{Ba}
	3	118.24±2.40 ^{Ba}	90.17±12.29 ^{Cb}	105.33±16.39 ^{Db}	723.25±0.77 ^{Ab}	677.47±4.33 ^{Ac}	914.33±11.46 ^{Aa}	208.34±3.32 ^{Ca}	105.26±1.39 ^{Cb}	94.67±8.70 ^{Fb}
	6	97.17±2.16 ^{Cb}	65.70±68.28 ^{Cc}	125.34±0.88 ^{Da}	739.71±7.48 ^{Aa}	606.49±0.00 ^{Bc}	813.81±4.57 ^{Ba}	118.17±2.19 ^{Db}	95.90±4.99 ^{Dc}	133.72±6.34 ^{Ea}
	9	111.30±2.63 ^{Bb}	145.32±0.63 ^{Ba}	145.88±0.01 ^{Ca}	671.34±0.00 ^{Bb}	638.90±10.15 ^{Bc}	741.29±0.00 ^{Ba}	107.64±4.14 ^{Ec}	166.80±5.83 ^{Ba}	149.80±0.00 ^{Db}
	12	78.19±0.00 ^{Db}	159.00±18.57 ^{Aa}	246.84±31.40 ^{Aa}	610.63±0.00 ^{Cb}	675.45±1.54 ^{Aa}	627.46±7.30 ^{Db}	73.04±5.56 ^{Fc}	222.49±16.99 ^{Ba}	163.49±1.67 ^{Cb}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Tablo 3.10. Susam ve üzüm çekirdek tohum yağlarının farklı sıcaklıklarda depolama süreçlerinde toplam fenolik madde, antiradikal kapasite ve antioksidan kapasitelerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg GAE/100 g)			Antiradikal Kapasite (IC 50) (µg/mL)			Antioksidan Kapasite (ABTS) (µg troloks/g örnek)		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Susam	0	26.90±0.00 ^{Aa}	26.90±0.00 ^{Aa}	26.90±0.00 ^{Aa}	1565.50±0.00 ^{Ea}	1565.50±0.00 ^{Ea}	1565.50±0.00 ^{Da}	36.84±0.00 ^{Aa}	36.84±0.00 ^{Ba}	36.84±0.00 ^{Aa}
	1	19.81±5.07 ^{Aa}	15.99±2.83 ^{Cb}	12.10±1.18 ^{Cb}	1979.02±14.84 ^{Cb}	2857.25±58.36 ^{Ab}	3589.82±24.69 ^{Aa}	31.77±1.43 ^{Aa}	33.62±1.15 ^{Ba}	17.17±1.56 ^{Cb}
	3	18.09±3.36 ^{Ba}	17.38±0.63 ^{Ca}	14.69±0.00 ^{Cb}	2077.13±83.06 ^{Bc}	2406.57±15.05 ^{Bb}	3570.59±0.00 ^{Aa}	30.14±12.22 ^{Ba}	40.85±2.62 ^{Aa}	21.99±0.91 ^{Bb}
	6	17.75±3.39 ^{Bb}	18.40±0.36 ^{Ba}	15.79±0.16 ^{Cb}	2600.27±10.41 ^{Ab}	2072.46±18.65 ^{Cc}	2990.82±18.65 ^{Ba}	25.74±5.32 ^{Bb}	41.54±0.62 ^{Aa}	25.54±0.11 ^{Bb}
	9	21.23±0.97 ^{Aa}	19.91±1.32 ^{Bb}	18.58±0.29 ^{Cb}	2070.00±15.00 ^{Bb}	2397.65±61.30 ^{Ba}	1786.20±14.78 ^{Dc}	23.90±6.28 ^{Bc}	44.27±0.47 ^{Aa}	31.54±0.33 ^{Bb}
	12	15.91±4.99 ^{Bb}	20.23±3.13 ^{Ba}	20.07±1.53 ^{Ba}	1616.85±40.79 ^{Dc}	1972.22±4.29 ^{Db}	2436.06±18.46 ^{Ca}	39.61±2.04 ^{Ab}	46.68±0.59 ^{Aa}	44.49±1.77 ^{Aa}
Üzüm çekirdeği	0	21.62±0.00 ^{Aa}	21.62±0.00 ^{Aa}	21.62±0.00 ^{Aa}	1292.97±0.00 ^{Ca}	1292.97±0.00 ^{Ea}	1292.97±0.00 ^{Ca}	57.76±0.00 ^{Ba}	57.76±0.00 ^{Ca}	57.76±0.00 ^{Ca}
	1	17.23±1.90 ^{Ca}	16.03±4.36 ^{Ba}	15.84±8.78 ^{Ca}	1446.11±0.00 ^{Bc}	1840.51±0.00 ^{Cb}	2194.84 ± 0.00 ^{Aa}	46.59±0.00 ^{Ca}	41.78±0.11 ^{Ca}	43.47±0.88 ^{Db}
	3	16.47±0.68 ^{Ca}	12.82±1.92 ^{Cb}	11.40±3.26 ^{Db}	1523.91±0.75 ^{Ac}	2247.97±0.00 ^{Ab}	2647.44 ± 16.6 ^{Aa}	39.49±2.76 ^{Ca}	30.51±6.63 ^{Da}	29.96±7.11 ^{Eb}
	6	20.99±0.03 ^{Ba}	15.81±0.31 ^{Db}	18.56±0.45 ^{Ca}	1157.88±2.65 ^{Dc}	2060.47±4.19 ^{Bb}	2543.40 ± 57.9 ^{Aa}	50.68±5.87 ^{Ba}	60.02±1.31 ^{Bb}	65.32±0.03 ^{Cc}
	9	21.98±2.53 ^{Aa}	22.88±8.24 ^{Aa}	26.47±3.79 ^{Ba}	1106.81±15.55 ^{Dc}	1497.63±0.00 ^{Db}	2488.95 ± 6.08 ^{Aa}	57.74±0.06 ^{Ba}	69.46±0.16 ^{Bb}	85.60±0.43 ^{Bc}
	12	24.41±0.06 ^{Ac}	27.41±7.68 ^{Ab}	37.17±0.00 ^{Aa}	1064.61±81.35 ^{Dc}	1422.24±0.00 ^{Da}	1383.47±0.00 ^{Bb}	63.38±0.12 ^{Aa}	72.28±0.07 ^{Ab}	97.51±0.71 ^{Ac}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

3.1.5. Yağ Asidi Kompozisyonu

Araştırma kapsamında 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek ve susam tohum yağlarının 0. gün (başlangıç) ve 12 aylık (6. ay hariç) depolamanın ardından yağ asitleri kompozisyonlarında meydana gelen değişimler GC ile belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda depolanan tohum yağlarının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim Tablo 3.11., Tablo 3.12., Tablo 3.13., Tablo 3.14, Tablo 3.15. ve Tablo 3.16' da verilmiştir.

Çörekotu tohum yağında miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), araşidik asit (C20:0), eikosenoik asit (C20:1) ve eikosadenoik asit (C20:2)' ten oluşan yağ asitleri Tablo 3.11' de belirtildiği gibi %0.16 (C14:0), %12.15 (C16:0), %0.22 (C16:1), %3.33 (C18:0), %23.34 (C18:1), %57.64 (C18:2), %0.21 (C20:0), %0.33 (C20:1)ve %2.62 (C20:2) tespit edilmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 aylık süre ile depolanan çörekotu tohum yağında depolama süresinin ve sıcaklığın (C14:0) ve (C16:1) üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olmadığı ($p>0.05$) belirtilmiştir. Çörekotu tohum yağında yüksek oranda yer alan (C16:0) ve (C18:1) depolama süresinin 9. ve 12. aylarında istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bir azalma tespit edilirken (C18:2) miktarında önemli ($p<0.05$) bir artış saptanmıştır. (C16:0), (C18:2) ve (C18:1) miktarında depolama süresinin ve sıcaklığın ilk 3 ayında istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir. (C20:0) miktarı depolama süresinin ilk 3 ayında 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda %0.21 olarak tespit edilirken depolamanın 9. ve 12. aylarında %0.35 olarak belirlenmiştir ve depolama süresinin ve sıcaklığın (C20:0) üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Depolama süresince üç farklı depolama sıcaklığında stearik asit miktarı 9. aydan itibaren azalma gösterirken, (C20:2) miktarında ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilmiştir.

Tablo 3.11. Farklı sıcaklıklarda depolanan çörekotu yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)								
		Miristik Asit (C14 :0)	Palmitik Asit (C16 :0)	Palmitoleik Asit (C16:1)	Stearik Asit (C18:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Araşidik Asit (C20:0)	Ekosenoik Asit (C20:1)	Eikosadenoik Asit (C20:2)
4	0	0.16±0.00 ^A	12.15±0.00 ^C	0.22±0.00 ^A	3.33±0.00 ^B	23.34±0.00 ^C	57.64±0.00 ^A	0.21±0.00 ^B	0.33±0.00 ^A	2.62±0.00 ^A
	1	0.16±0.00 ^A	12.01±0.02 ^D	0.20±0.00 ^A	3.29±0.01 ^B	23.10±0.03 ^C	56.79±0.03 ^B	0.21±0.00 ^B	0.32±0.01 ^A	2.63±0.06 ^A
	3	0.17±0.00 ^A	12.31±0.11 ^C	0.21±0.00 ^A	3.34±0.00 ^B	23.44±0.05 ^C	57.77±0.17 ^A	0.21±0.00 ^B	0.32±0.00 ^A	2.61±0.00 ^A
	9	0.17±0.01 ^A	12.74±0.16 ^B	0.21±0.00 ^A	5.51±0.14 ^A	24.50±0.02 ^A	53.80±0.24 ^D	0.35±0.00 ^A	0.28±0.04 ^B	2.21±0.04 ^C
	12	0.16±0.00 ^A	12.96±0.06 ^A	0.21±0.00 ^A	5.41±0.54 ^A	24.48±0.37 ^B	54.02±0.96 ^C	0.35±0.01 ^A	0.32±0.01 ^A	2.31±0.00 ^B
20	0	0.16±0.00 ^A	12.15±0.00 ^D	0.22±0.00 ^A	3.33±0.00 ^C	23.34±0.00 ^C	57.64±0.00 ^A	0.21±0.00 ^B	0.33±0.00 ^A	2.62±0.00 ^A
	1	0.17±0.00 ^A	12.30±0.22 ^C	0.21±0.00 ^A	3.32±0.03 ^C	23.37±0.07 ^C	57.53±0.02 ^A	0.21±0.01 ^B	0.32±0.01 ^A	2.57±0.08 ^A
	3	0.17±0.00 ^A	12.21±0.02 ^D	0.22±0.01 ^A	3.33±0.00 ^C	23.41±0.01 ^C	57.60±0.10 ^A	0.21±0.01 ^B	0.33±0.00 ^A	2.61±0.01 ^A
	9	0.16±0.00 ^A	12.70±0.15 ^B	0.21±0.00 ^A	5.40±0.10 ^A	24.21±0.06 ^A	54.28±0.04 ^C	0.35±0.01 ^A	0.30±0.01 ^B	2.26±0.01 ^B
	12	0.16±0.00 ^A	12.91±0.02 ^A	0.21±0.00 ^A	4.98±0.10 ^B	24.13±0.04 ^B	54.78±0.14 ^B	0.34±0.02 ^A	0.33±0.01 ^A	2.28±0.01 ^B
37	0	0.16±0.00 ^A	12.15±0.00 ^B	0.22±0.00 ^A	3.33±0.00 ^C	23.34±0.00 ^C	57.64±0.00 ^A	0.21±0.00 ^B	0.33±0.00 ^B	2.62±0.00 ^A
	1	0.17±0.00 ^A	12.19±0.00 ^B	0.21±0.00 ^A	3.33±0.00 ^C	23.38±0.00 ^C	57.57±0.00 ^A	0.21±0.00 ^B	0.33±0.00 ^B	2.61±0.00 ^A
	3	0.17±0.00 ^A	12.22±0.06 ^B	0.22±0.05 ^A	3.32±0.00 ^C	23.38±0.01 ^C	57.48±0.03 ^A	0.21±0.05 ^B	0.33±0.00 ^B	2.59±0.02 ^A
	9	0.17±0.00 ^A	12.72±0.27 ^A	0.21±0.00 ^A	5.03±0.16 ^A	24.70±0.74 ^A	54.26±0.30 ^C	0.33±0.01 ^A	0.30±0.01 ^C	2.28±0.00 ^B
	12	0.17±0.00 ^A	12.80±0.07 ^A	0.21±0.00 ^A	4.89±0.15 ^B	24.33±0.03 ^B	54.61±0.26 ^B	0.34±0.01 ^A	0.36±0.02 ^A	2.29±0.03 ^B

^{AB}: Her bir yağ asidi için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Isırgan otu tohum yağının %8.01 palmitik asit (C16:0), %9.03 stearik asit (C18:0), %22.96 oleik asit (C18:1), %58.86 linoleik asit (C18:2), %0.53 linolenik asit (C18:3) ve %0.61 araşidik asit (C20:0) içerdığı belirlenmiştir. Tablo 3.12' den takip edilebileceği gibi 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan ısırgan otu tohum yağının (C16:0), (C18:0), (C18:1), (C18:3) ve (C20:0) miktarlarında başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında depolamanın 1. ayında azalma gösterirken, 3. aydan itibaren depolama sürecinde (C16:0), (C18:0), (C18:1) ve (C20:0) miktarlarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince her üç sıcaklık derecesinde genel olarak (C18:3) miktarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Isırgan otu tohum yağında yüksek miktarlarda bulunan (C18:2) miktarı depolamanın 1. ayında artış gösterirken diğer aylarında azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Depolama sıcaklığının ve süresinin yağ asitlerini istatistiksel anlamda etkilediği ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.13'de görüldüğü üzere çalışma kapsamında incelenen keten tohum yağında %56.60 linolenik asit (C18:3), %17.65 oleik asit (C18:1), %16.50 linoleik asit (C18:2), %5.58 palmitik asit (C16:0) ve %3.67 stearik asit (C18:0) olduğu belirlenmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 aylık süre ile depolanan keten tohum yağında depolamanın ilk üç ayında depolama sıcaklığının ve depolama süresinin yağ asitleri üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) olmadığı belirlenmiştir. Depolamanın 9. ve 12. aylarından itibaren (C16:0), (C18:0) ve (C18:1) miktarlarında istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu tespit edilmiştir. Keten tohum yağında (C18:2) ve (C18:3) miktarlarında 9. ve 12. aylarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.12. Farklı sıcaklıklarda depolanan ısırgan otu yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)					
		Palmitik Asit (C16:0)	Stearik Asit (C18:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Araşidik Asit (C20:0)	Linolenik Asit (C18:3)
4	0	8.01±0.00 ^A	9.03±0.00 ^B	22.96±0.00 ^A	58.86±0.00 ^D	0.61±0.00 ^A	0.53±0.00 ^A
	1	7.45±0.06 ^D	5.60±0.28 ^D	20.85±0.15 ^D	65.32±0.47 ^A	0.37±0.00 ^C	0.42±0.02 ^B
	3	7.65±0.00 ^C	6.44±0.00 ^C	21.27±0.00 ^C	63.89±0.00 ^B	0.41±0.00 ^B	0.34±0.00 ^C
	9	7.81±0.00 ^B	9.05±0.69 ^A	21.73±0.05 ^B	60.63±0.74 ^C	0.41±0.00 ^B	0.37±0.01 ^C
	12	7.81±0.00 ^B	9.05±0.69 ^A	21.73±0.05 ^B	60.63±0.74 ^C	0.41±0.00 ^B	0.37±0.01 ^C
20	0	8.01±0.00 ^A	9.03±0.00 ^B	22.96±0.00 ^A	58.86±0.00 ^E	0.61±0.00 ^A	0.53±0.00 ^A
	1	7.56±0.04 ^C	6.08±0.07 ^E	20.89±0.02 ^E	64.69±0.13 ^A	0.38±0.01 ^C	0.41±0.00 ^B
	3	7.62±0.01 ^C	6.41±0.24 ^D	21.21±0.19 ^D	63.99±0.46 ^B	0.41±0.01 ^B	0.36±0.03 ^C
	9	7.80±0.00 ^B	8.54±0.00 ^C	21.68±0.00 ^C	61.20±0.00 ^C	0.41±0.00 ^B	0.38±0.00 ^C
	12	7.80±0.02 ^B	9.27±0.25 ^A	22.01±0.68 ^B	61.16±0.47 ^D	0.41±0.06 ^{BC}	0.32±0.00 ^D
37	0	8.01±0.00 ^B	9.03±0.00 ^A	22.96±0.00 ^B	58.86±0.00 ^E	0.61±0.00 ^A	0.53±0.00 ^A
	1	7.57±0.14 ^{CD}	6.01±0.32 ^D	20.88±0.09 ^E	64.74±0.56 ^A	0.37±0.01 ^C	0.42±0.01 ^B
	3	7.54±0.02 ^D	6.16±0.08 ^C	21.17±0.00 ^D	64.34±0.01 ^B	0.39±0.00 ^C	0.41±0.00 ^B
	9	7.66±0.01 ^C	7.49±0.25 ^B	21.55±0.03 ^C	62.50±0.27 ^C	0.40±0.01 ^B	0.39±0.00 ^C
	12	8.19±0.00 ^A	7.62±0.00 ^B	23.41±0.00 ^A	61.00±0.00 ^D	0.40±0.01 ^B	0.38±0.00 ^C

^{AB}: Her bir yağ asiti için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Tablo 3.13. Farklı sıcaklıklarda depolanan keten yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)				
		Palmitik Asit (C16 :0)	Stearik Asit (C18:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Linolenik Asit (C18:3)
4	0	5.58±0.00 ^C	3.67±0.00 ^C	17.65±0.00 ^C	16.50±0.00 ^A	56.60±0.00 ^A
	1	5.56±0.01 ^C	3.66±0.01 ^C	17.60±0.04 ^C	16.35±0.01 ^A	56.49±0.43 ^A
	3	5.56±0.02 ^C	3.67±0.00 ^C	17.67±0.00 ^C	16.39±0.02 ^A	56.70±0.05 ^A
	9	5.78±0.05 ^B	5.98±0.33 ^B	18.59±0.07 ^B	16.33±0.04 ^A	53.33±0.42 ^B
	12	6.46±0.08 ^A	11.72±0.00 ^A	20.38±0.23 ^A	15.97±0.30 ^B	45.47±0.78 ^C
20	0	5.58±0.00 ^C	3.67±0.00 ^C	17.65±0.00 ^C	16.50±0.00 ^A	56.60±0.00 ^A
	1	5.60±0.01 ^C	3.67±0.01 ^C	17.67±0.09 ^C	16.49±0.01 ^A	56.54±0.04 ^A
	3	5.56±0.01 ^C	3.68±0.01 ^C	17.70±0.01 ^C	16.33±0.03 ^B	56.75±0.01 ^A
	9	5.80±0.03 ^B	5.91±0.01 ^B	18.66±0.05 ^B	16.33±0.01 ^B	53.31±0.02 ^B
	12	6.54±0.04 ^A	10.33±0.01 ^A	19.94±0.03 ^A	16.29±0.03 ^B	46.68±0.09 ^C
37	0	5.58±0.00 ^C	3.67±0.00 ^C	17.65±0.00 ^C	16.50±0.00 ^A	56.60±0.00 ^A
	1	5.59±0.00 ^C	3.67±0.00 ^C	17.68±0.00 ^C	16.49±0.02 ^A	56.55±0.02 ^A
	3	5.55±0.02 ^C	3.68±0.02 ^C	17.70±0.01 ^C	16.33±0.06 ^B	56.42±0.30 ^A
	9	5.83±0.01 ^B	5.95±0.01 ^B	18.72±0.01 ^B	16.35±0.03 ^B	53.15±0.05 ^B
	12	6.44±0.06 ^A	9.82±0.45 ^A	20.62±0.14 ^A	16.18±0.18 ^B	46.53±0.41 ^C

^{AB}: Her bir yağ asidi için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Kişniş tohum yağının yağ asidi bileşiminde yer alan başlıca bileşenler %63.16 petroselenik asit (C18:1; n6), %11.86 kaproik asit (C6:0), %1.45 laurik asit (C12:0), %3.44 palmitik asit (C16:0), %2.22 stearik asit (C18:0), %3.19 oleik asit (C18:1), %13.88 linoleik asit (C18:2) olarak tespit edilmiştir. Eser miktarda (C14:0) %0.37, (C16:1) %0.25 ve (C18:3) %0.14 asit belirlenmiştir (Tablo 3.14.). Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan kişniş tohum yağında 12 aylık depolama sonucunda (C6:0), (C12:0), miristik asit (C14:0), palmitoleik (C16:1) ve (C18:2) yüzdelerinde depolamanın ilk üç ayında istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bir azalma olmadığı belirlenirken, (C12:0), ve (C16:1) miktarlarında depolamanın 9. ve 12. aylarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu tespit edilmiştir. (C16:0) yüzdesinin depolamanın ilk 3 ayındaki azalışının istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı sonucuna varılırken 9. ve 12. aylarda depolanan 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilmiştir. (C18:0) miktarı 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan yağlarda depolamanın ilk üç ayında artış belirlenirken, 9. ve 12. aylarında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu tespit edilmiştir. 37 °C’ de depolanan yağlarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince 4 °C sıcaklık depolanan örneklerde ilk üç aylık depolama süresince istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış belirlenmez iken 9. ve 12. aylarda (C18:1; n6) miktarında depolama süresine istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilmiştir. Diğer depolama sıcaklıklarında (20 ve 37 °C sıcaklıklarda) ise sürekli olarak bir artış olduğu belirlenmiştir. (C18:1) miktarında ise 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan yağlarda istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış gözlenirken 37 °C sıcaklık da depolanan örneklerde 12 aylık depolama süresince azalma olduğu tespit edilmiştir.

Susam tohum yağında %9.77 palmitik asit (C16:0), %5.54 stearik asit (C18:0), %38.90 oleik asit (C18:1), %44.57 linoleik (C18:2), %0.57 araşidik asit (C20:0) ve %0.64 linolenik (C18:3) asit tespit edilmiş (Tablo 3.15.). (C16:0), (C18:0), (C18:1) ve (C20:0) miktarlarında depolama süresince istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilmiştir. (C18:2) ve (C18:3) miktarında depolama süresince istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.14. Farklı sıcaklıklarda depolanan kişniş yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)									
		Kaproik Asit (C6 :0)	Laurik Asit (C12 :0)	Miristik Asit (C14 :0)	Palmitik Asit (C16 :0)	Palmitoleik Asit (C16:1)	Stearik Asit (C18:0)	Petroseleik Asit (C18:1,n6)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Linolenik Asit (C18:3)
4	0	11.86±0.00 ^A	1.45±0.00 ^A	0.37±0.00 ^A	3.44±0.00 ^A	0.25±0.00 ^{Aa}	2.22±0.00 ^C	63.16±0.00 ^C	3.19±0.00 ^E	13.83±0.00 ^A	0.14±0.00 ^A
	1	11.55±0.43 ^A	1.41±0.05 ^A	0.37±0.00 ^A	3.40±0.05 ^A	0.24±0.02 ^{Aa}	2.35±0.20 ^C	63.24±0.18 ^C	3.62±0.62 ^D	13.83±0.00 ^A	0.14±0.01 ^A
	3	11.27±0.46 ^A	1.37±0.06 ^A	0.35±0.01 ^A	3.19±0.12 ^A	0.22±0.01 ^{Aa}	2.73±0.03 ^A	63.41±0.51 ^C	3.99±0.04 ^C	13.34±0.88 ^A	0.13±0.01 ^A
	9	10.41±0.00 ^B	1.23±0.00 ^B	0.34±0.00 ^A	3.22±0.00 ^B	0.22±0.00 ^{Ab}	2.69±0.00 ^B	71.67±0.00 ^B	4.39±0.00 ^B	12.38±0.00 ^B	0.11±0.00 ^B
	12	8.01±0.00 ^C	0.87±0.00 ^C	0.33±0.00 ^A	3.35±0.00 ^C	0.20±0.00 ^{Ac}	2.30±0.00 ^C	72.81±0.07 ^A	4.97±0.00 ^A	7.45±0.00 ^C	0.10±0.00 ^C
20	0	11.86±0.00 ^A	1.45±0.00 ^A	0.37±0.00 ^A	3.44±0.00 ^A	0.25±0.00 ^{Aa}	2.22±0.00 ^D	63.16±0.00 ^D	3.19±0.00 ^E	13.83±0.00 ^A	0.14±0.00 ^A
	1	11.19±0.10 ^B	1.39±0.15 ^A	0.33±0.02 ^A	3.11±0.06 ^B	0.23±0.00 ^{Aa}	2.42±0.10 ^B	63.91±0.01 ^C	3.76±0.79 ^D	12.56±0.32 ^B	0.12±0.00 ^B
	3	10.82±0.09 ^C	1.31±0.01 ^A	0.33±0.00 ^A	3.09±0.01 ^B	0.22±0.03 ^{Aa}	2.60±0.22 ^A	65.20±0.51 ^B	3.77±0.44 ^C	12.56±0.03 ^B	0.12±0.01 ^B
	9	10.38±0.56 ^C	1.05±0.51 ^B	0.33±0.11 ^A	3.34±0.17 ^A	0.21±0.01 ^{Ab}	2.46±0.03 ^C	65.58±0.31 ^B	4.01±0.04 ^B	11.97±0.71 ^B	0.11±0.00 ^B
	12	8.51±0.00 ^D	0.93±0.00 ^C	0.26±0.00 ^B	3.36±0.00 ^A	0.21±0.00 ^{Ac}	2.20±0.00 ^D	71.75±0.02 ^A	4.43±0.00 ^A	8.90±0.00 ^C	0.09±0.00 ^C
37	0	11.86±0.00 ^A	1.45±0.00 ^A	0.37±0.00 ^A	3.44±0.00 ^A	0.25±0.00 ^{Aa}	2.22±0.00 ^D	63.16±0.00 ^D	3.19±0.00 ^C	13.83±0.00 ^A	0.14±0.00 ^A
	1	11.40±0.18 ^A	1.41±0.01 ^A	0.32±0.01 ^A	3.11±0.00 ^C	0.22±0.00 ^{Aa}	2.42±0.03 ^C	63.91±0.30 ^D	4.25±0.16 ^A	12.85±0.07 ^B	0.11±0.02 ^B
	3	10.88±0.00 ^B	1.37±0.00 ^A	0.31±0.00 ^A	3.09±0.00 ^C	0.22±0.00 ^{Aa}	2.85±0.00 ^B	64.59±0.00 ^C	4.03±0.00 ^B	12.55±0.00 ^C	0.11±0.00 ^B
	9	10.06±0.63 ^B	1.31±0.09 ^A	0.30±0.00 ^A	3.31±0.09 ^B	0.21±0.00 ^{Ab}	3.68±0.25 ^A	65.52±0.05 ^B	3.03±0.59 ^D	12.46±0.30 ^C	0.12±0.00 ^B
	12	8.69±0.64 ^C	1.01±0.09 ^B	0.28±0.00 ^B	3.40±0.01 ^A	0.16±0.01 ^{Ac}	3.64±0.07 ^A	68.75±0.60 ^A	2.64±0.05 ^E	11.33±0.14 ^D	0.10±0.00 ^C

^{AB}: Her bir yağ asidi için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Tablo 3.15. Farklı sıcaklıklarda depolanan susam yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)					
		Palmitik Asit (C16:0)	Stearik Asit (C18:0)	Oleik Asit (C18:1)	Linoleik Asit (C18:2)	Araşidik Asit (C20:0)	Linolenik Asit (C18:3)
4	0	9.77±0.00 ^C	5.54±0.00 ^B	38.90±0.00 ^C	44.57±0.00 ^A	0.57±0.00 ^B	0.64±0.00 ^B
	1	9.52±0.07 ^D	5.23±0.02 ^B	39.03±0.01 ^C	44.95±0.02 ^A	0.53±0.00 ^B	0.70±0.03 ^A
	3	9.56±0.02 ^D	5.30±0.05 ^B	39.14±0.02 ^B	44.82±0.08 ^A	0.53±0.01 ^B	0.69±0.01 ^A
	9	9.92±0.11 ^B	7.79±0.65 ^A	39.68±0.11 ^A	41.46±0.65 ^B	0.55±0.01 ^B	0.60±0.00 ^B
	12	10.61±0.06 ^A	8.26±0.17 ^A	39.93±0.07 ^A	40.94±0.02 ^C	0.68±0.01 ^A	0.59±0.02 ^B
20	0	9.77±0.00 ^C	5.54±0.00 ^B	38.90±0.00 ^B	44.57±0.00 ^A	0.57±0.00 ^A	0.64±0.00 ^A
	1	9.71±0.08 ^C	5.54±0.04 ^B	38.78±0.09 ^C	44.57±0.01 ^A	0.57±0.01 ^A	0.67±0.01 ^A
	3	9.85±0.01 ^B	5.56±0.00 ^B	38.98±0.01 ^B	44.54±0.01 ^A	0.58±0.00 ^A	0.67±0.01 ^A
	9	10.04±0.01 ^A	7.56±0.04 ^A	39.56±0.02 ^A	41.75±0.03 ^B	0.58±0.00 ^A	0.58±0.00 ^B
	12	10.09±0.04 ^A	7.60±0.21 ^A	39.42±0.06 ^A	41.66±0.19 ^C	0.59±0.00 ^A	0.59±0.01 ^B
37	0	9.77±0.00 ^B	5.54±0.00 ^B	38.90±0.00 ^C	44.57±0.00 ^A	0.57±0.00 ^B	0.64±0.00 ^A
	1	9.68±0.03 ^B	5.54±0.01 ^B	38.85±0.05 ^C	44.60±0.01 ^A	0.57±0.00 ^B	0.65±0.01 ^A
	3	9.79±0.06 ^B	5.54±0.00 ^B	39.07±0.02 ^B	44.51±0.02 ^A	0.55±0.02 ^B	0.65±0.01 ^A
	9	10.11±0.03 ^A	7.32±0.03 ^A	39.69±0.11 ^A	41.48±0.05 ^B	0.59±0.00 ^A	0.56±0.00 ^B
	12	10.16±0.06 ^A	7.57±0.27 ^A	39.36±0.36 ^B	41.45±0.31 ^C	0.56±0.02 ^C	0.56±0.00 ^B

^{AB}: Her bir yağ asidi için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Çalışma kapsamında analiz edilen üzüm çekirdek yağında %8.81 palmitik asit (C16:0), %4.58 stearik asit (C18:0), %21.61 oleik asit (C18:1), %0.87 trans linoleik, %63.85 cis linoleik asit (C18:2) ve %0.27 linolenik (C18:3) asit tespit edilmiş ve Tablo 3.16 'da verilmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 aylık süre ile depolanan üzüm çekirdek yağında depolamanın ilk üç ayında depolama sıcaklığının ve depolama süresinin yağ asitleri üzerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) olmadığı belirtilmiştir. Depolamanın üçüncü ayından itibaren 9. ve 12. aylarda (C16:0) miktarında istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bir artış tespit edilmiştir. Stearik, oleik ve trans linoleik asit miktarında 9. ayda bir artış saptanırken, 12. aydan itibaren azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu değişimlerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Linoleik asit miktarında 9. ve 12. aylarda 0.gün ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda önemli ($p>0.05$) bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Depolama süresince tohum yağlarının yağ asitleri bileşimi incelendiğinde çoklu doymamış yağ asitleri olan C18:2 ve C18:3 oranlarında bir azalma; doymuş yağ asitleri olan C16:0 ve C18:0 ile tekli doymamış yağ asiti olan C18:1 oranlarında bir artış olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise yağların yapısında yer alan ve depolama süreci boyunca yağların oksidatif stabilite kararlılığını etkileyen bazı ortaya çıkmasından olabileceği tahmin edilebilir.

Tablo 3.16. Farklı sıcaklıklarda depolanan üzüm çekirdek yağının depolama sürecindeki yağ asidi kompozisyonundaki değişim.

Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)	Yağ Asidi Kompozisyonu (%)					
		Palmitik Asit (C16:0)	Stearik Asit (C18:0)	Oleik Asit (C18:1)	Trans Linoleik Asit (C18:2)	Cis Linoleik Asit (C18:2)	Linolenik Asit (C18:3)
4	0	8.81±0.00 ^A	4.58±0.00 ^C	21.61±0.00 ^C	0.87±0.00 ^A	63.85±0.00 ^A	0.27±0.00 ^A
	1	8.69±0.06 ^A	4.55±0.02 ^C	21.51±0.00 ^C	0.88±0.00 ^A	64.10±0.03 ^A	0.27±0.03 ^A
	3	8.88±0.00 ^A	4.62±0.00 ^C	21.46±0.00 ^C	0.88±0.00 ^A	63.88±0.00 ^A	0.27±0.00 ^A
	9	8.92±0.02 ^A	7.64±0.52 ^A	22.85±0.00 ^A	0.93±0.00 ^A	59.42±0.53 ^C	0.23±0.00 ^A
	12	8.97±0.00 ^A	6.80±0.00 ^B	22.54±0.00 ^B	0.83±0.00 ^A	60.63±0.00 ^B	0.23±0.00 ^A
20	0	8.81±0.00 ^A	4.58±0.00 ^C	21.61±0.00 ^C	0.87±0.00 ^A	63.85±0.00 ^A	0.27±0.00 ^A
	1	8.70±0.03 ^A	4.55±0.00 ^C	21.52±0.03 ^C	0.87±0.00 ^A	64.08±0.01 ^A	0.27±0.03 ^A
	3	8.75±0.15 ^A	4.60±0.05 ^C	21.60±0.09 ^C	0.87±0.00 ^A	63.91±0.12 ^A	0.27±0.00 ^A
	9	8.84±0.03 ^A	6.83±0.01 ^A	23.84±0.04 ^A	0.92±0.01 ^A	59.35±0.09 ^C	0.22±0.00 ^A
	12	8.95±0.07 ^A	6.45±0.05 ^B	23.19±0.82 ^B	0.88±0.06 ^A	60.30±0.77 ^B	0.23±0.00 ^A
37	0	8.81±0.00 ^A	4.58±0.00 ^C	21.61±0.00 ^C	0.87±0.00 ^A	63.85±0.00 ^A	0.27±0.00 ^A
	1	8.60±0.02 ^A	4.54±0.00 ^C	21.66±0.05 ^C	0.87±0.00 ^A	64.06±0.03 ^A	0.27±0.00 ^A
	3	8.77±0.11 ^B	4.60±0.05 ^C	21.71±0.12 ^C	0.87±0.00 ^A	63.78±0.04 ^A	0.27±0.00 ^A
	9	8.91±0.09 ^A	6.76±0.07 ^A	23.36±0.61 ^B	0.93±0.01 ^A	59.81±0.44 ^B	0.23±0.00 ^A
	12	9.05±0.07 ^B	6.58±0.33 ^B	23.46±0.17 ^A	0.87±0.10 ^A	59.81±1.52 ^B	0.23±0.01 ^A

^{AB}: Her bir yağ asiti için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

Farklı türlerden soğuk presleme yöntemi ile elde edilen çörekotu tohum yağının %58.83-61.20 aralığında linoleik asit, %22.63-24.51 aralığında oleik asit, %12.90-13.25 aralığında palmitik asit, %2.56-2.80 aralığında stearik asit, %0.21-0.28 aralığında linolenik asit, %0.13-0.15 aralığında araşidik asit, %0.31-0.35 aralığında eikosenoik asitten oluştuğunu tespit etmişlerdir (Lutterodt vd., 2010). Kiralan vd. (2014), soğuk presleme, mikrodalga ve soksalet yöntemiyle elde edilen çörek otu tohum yağının fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada soğuk pres çörekotu tohum yağının yağ asit kompozisyonunda %57.49 linoleik asit, %23.95 oleik asit ve %12.01 palmitik asit baskın yağ asitleri olduğunu ve çalışma sonucunda soğuk pres çörekotu tohum yağının beslenmemiz üzerine önemli etkileri bulunan tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri diğerlerine göre daha fazla içerdiği belirtmişlerdir. Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında çörek otu tohum yağının başlangıç yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit baskın yağ asitleridir ve literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Soğuk preslenmiş çörekotu ve susam tohum yağlarının yağ asidi kompozisyonunun incelendiği çalışmada baskın yağ asidinin linoleik asit olduğunu belirtmişlerdir. Çörekotu tohum yağında %58.24 linoleik asit, %24.81 oleik asit, %12.58 palmitik asit belirlenirken susam tohum yağında %47.37 linoleik asit, % 38.19 oleik asit ve % 8.79 palmitik asit içerdiği bildirilmiştir. Bütün tohum yağlarında uzun zincirli yağ asitleri çok az miktarda olduğu saptanmıştır (Kola, 2015).

Dört farklı üzüm çeşidinden üretilen soğuk preslenmiş yağların yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırıldığı çalışmada üzüm çekirdek yağlarının diğer yağ asitlerinin yanı sıra %66-75.3 arasında linoleik asit içerdiğini saptamışlardır. Ayrıca linoleik asidin yanısıra tohum yağları %13.9-21.9 oleik asit, %2-4 stearik asit ve yaklaşık %7 oranında palmitik asit içerdiği tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, bazı yazarlar, tohum orijinine ve yağ ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak daha yüksek veya daha düşük değerleri bildirmişlerdir (Lutterodt vd., 2011).

Polonya’ da yapılan bir çalışmada yerel marketten 6 adet soğuk preslenmiş keten tohum yağı temin edilerek 4 °C’ de kahverengi cam, kahverengi plastik ve transparan şişelede 3 ay süreyle saklanan yağlarda linolenik asidin miktarı ne kadar yüksek olursa oksidatif stabilitenin bozulmasının daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir (Tanska vd., 2016).

Soğuk preslenmiş kolza tohum yağının besinsel değeri üzerine paketlenme materyali, oksijen, ışık ve sıcaklığın etkisinin araştırıldığı çalışma kapsamında 12 ay süre ile 4 °C’ de buzdolabında depolanan örneklerin yağ asidi kompozisyonunda önemli bir değişimin olmadığını fakat oksijenin olduğu ortamda yağ asidi miktarında önemli azalmalar olduğu belirtilmiştir (Wroniak ve Rękas, 2016). 20 °C’ de 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlık ortamda tutulan susam ve keten tohum yağlarının 6 ve 12 aylık depolanmaları süresince keten tohum yağının tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarında önemli bir değişimin gözlemlendiği belirtilmiştir (Prescha vd., 2014).

Kavurma ve soğuk preslenmiş kabak çekirdeği tohum yağlarının yağ asitlerinin incelendiği çalışma kapsamında üretim sıcaklığının yağ asidi üzerine etkisinin çok hafif olduğunu ve oleik asit miktarı artarken linoleik asit miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamız kapsamında da depolama süresi ve sıcaklık arttıkça bazı yağ asitlerinde azalma olduğu bazılarında ise artma olduğu tespit edilmiştir (Nederal vd., 2012).

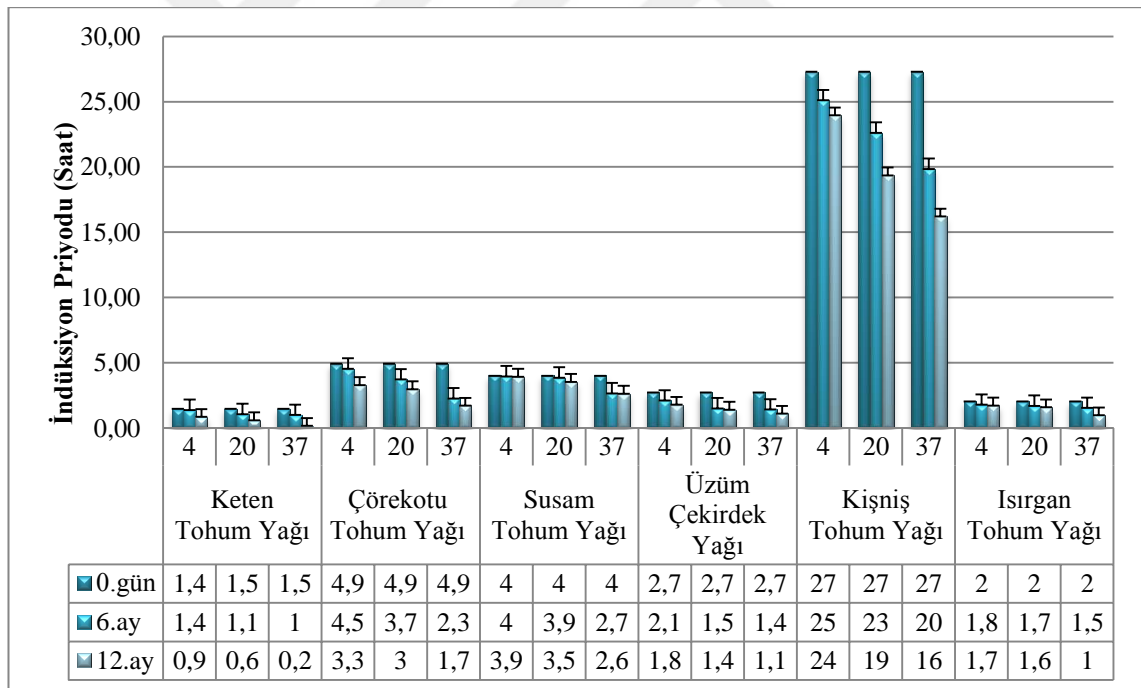
Kişniş tohum yağının özelliklerinin incelendiği çalışma kapsamında tohum yağının baskın yağ asidinin %72.6 petroselinik asit belirtilmiştir (Ramadan ve Mörsel, 2003; Ramadan, 2008; Uitterhaegen vd., 2016) . Ramadan, (2013) yapmış olduğu bir çalışmada soğuk preslenmiş siyah kimyon, kimyon, kişniş ve karanfilden yağlarında linoleik asit içeriğini sırasıyla %55.8, %39.5, %36.6 ve %40.2 olduğu bildirmiştir. Guil-guerrero vd. (2003), yılında yaptığı çalışmada ısırgan otu tohum yağının çoklu doymamış yağ % 40.7 oranında linoleik asit içerdiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda çalışmamız kapsamında kullanılan depolama sıcaklığı ve süresine benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda yağ ekstraksiyon yönteminin ve üretim sırasında uygulanan sıcaklık değerlerinin yağ asidi dağılımında çok az etkili olduğu belirtilmiştir. Yağların başlangıç yağ asidi yüzdesindeki dağılımdaki farklılığın sebebi hammaddenin yetiştirilme şartlarındaki çevresel nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Gecgel vd., 2016).

3.1.6. Ransimat

Oksidatif stabilite, yağların oksidasyona karşı duyarlılığının ve raf ömrünün tahmin edilmesi için kullanılan önemli bir kalite faktörüdür. Araştırma kapsamında yağların oksidatif stabilitesini belirlemek amacıyla yağlara yüksek sıcaklık ve hava akışı uygulayarak raf ömürleri induksiyon periyodu olarak ifade edilmiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinde depo edilen çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdek yağı ve susam tohum yağlarının 0. gün, 6. ve 12. aylara ait induksiyon periyotları saat cinsinden Şekil 3.1' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek induksiyon periyoduna ve oksidasyona karşı en dayanıklı tohum yağı 27 saat ile kişniş tohum yağı belirlenirken ve oksidasyona karşı en dayanıksız yağ örneği keten tohum yağı olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Farklı sıcaklık derecelerinde depo etmiş olduğumuz keten, çörekotu, susam, üzüm çekirdek yağı, kişniş ve ısırgan otu tohum yağlarının induksiyon periyodu

Mevcut çalışma kapsamında en yüksek oksidatif stabilite değeri kişniş tohum yağında belirlenmiştir. Kişniş tohum yağının toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi diğer yağlara göre daha yüksek olduğundan dolayı oksidatif stabilitesinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

Depolama süresinin ve sıcaklığın yağların oksidatif stabilitesi yani indüksiyon periyodu üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Araştırma kapsamında depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça yağların indüksiyon periyodunda azalmalar saptanmıştır.

Soğuk preslenmiş çörekotu tohum yağlarının 80 °C’ de oksidatif stabilite değerlerinin belirlendiği bir çalışmada en yüksek oksidatif stabilite değeri yaklaşık 155 saat iken, en düşük oksidatif stabilite değeri 80 saatten daha kısa olarak tespit edildiği belirtilmiştir (Lutterodt vd., 2010). Kiralan vd. (2014) çörekotu tohum yağının oksidatif stabilite değerleri üzerine yaptıkları çalışmada soksalet, mikrodalga ve soğuk presleme yöntemiyle elde edilen çörek otu tohum yağlarının oksidatif stabilite değerleri sırasıyla 19.6 saat, 18.4 saat ve 3.48 saat olduğu belirtilmiştir ve mevcut çalışma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Lutterodt vd. (2010), farklı sıcaklıklar derecesi kullandığından dolayı bizim sonuçlarımızdan farklılık göstermiştir.

Makedonya menşeli soğuk preslenmiş keten ve susam tohum yağlarının oksidatif stabilite değerlerinin belirlendiği çalışmada 120 °C’ de indüksiyon periyotları sırasıyla 1.5 saat ve 4.2 saat olarak tespit edildiği bildirilmektedir ve mevcut çalışmanın başlangıç değerleri ile birebir benzerlik göstermiştir (Kostadinović vd., 2015). Keten tohum yağının yüksek miktarda linolenik yağ asiti içeriğinden dolayı oksidasyona karşı dirençsiz olduğu düşünülmektedir (Szterk vd., 2010)

Farklı çeşitlere ait üzümlerden elde edilen soğuk preslenmiş üzüm çekirdek yağının oksidatif stabilitesinin incelendiği çalışmada üzümlerin oksidatif stabilite değerlerinin 19.69 – 40 saat arasında olduğu saptanmıştır (Lutterodt vd., 2011). Çalışma kapsamında kullandığımız üzüm çekirdek yağı ile tamamen farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılığın yağların elde edildiği hammaddeden geçen doymamış yağ asitlerinin seviyesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Soğuk ve sıcak preslenmiş, ham, karışım ve koku alma işlemlerinin yağların kalitesi ve bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı araştırma kapsamında en yüksek oksidatif stabilitenin endüstriyel sıcak preslenmiş yağlar için karakteristik olduğunu belirtilmiştir. Tohumlardan yağ üretim işlemi sırasında da ortaya çıkan enzimatik olmayan esmerleşme ürünlerinin olumsuz etkiyi azalttığı düşünülmektedir (Wroniak vd., 2008).

3.1.7. Yağların Aroma Analizi

Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süre ile depolanan çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, susam ve üzüm çekirdek yağlarında bulunan uçucu aroma bileşiklerinin depolama başlangıcındaki (0.gün) ve sonundaki değişimi (12.ay) tespit edilmiştir. Depolama süresince sıcaklığın etkisiyle yağlarda hakim olan aroma maddelerinin azaldığı belirlenmiştir.

Mevcut çalışma kapsamında, çörekotu tohum yağında 21 adet uçucu bileşen olduğu belirlenmiştir. Çörekotu tohum yağının bileşiminde ağırlıklı olarak α -thujen (%15.53), α - pinen (%2.60), sabinen (%1.20), β -pinen (%2.35), limonen(%2.55), β -simen (%33.8), 1,8 sineol (%0.27) ve timokinon (%40.68) olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin sonunda 4 °C’ de depolanan örneklerde sırasıyla α -thujen (%13.13), α - pinen (%2.55), sabinen (%1.16), β -pinen (%2.33), limonen(%2.52), β -simen (%29.20), 1,8 sineol (%0.25) ve timokinon (%38.09) yanısıra ikincil oksidasyon bozulma ürünleri olan n-pentanal (%0.04), n-hekzanal (%0.25), 1,2,3 Trimetilbenzen (%0.06), n-Dekan (%0.03), 1,4-Sikloheksadien (%1.25) ve benzaldehit (%0.35) olduğu saptanmıştır. 20°C’ de depolanan örneklerde sırasıyla α -thujen (%12.34), α - pinen (%2.52), sabinen (%1.07), β -pinen (%2.14), limonen(%2.38), β -simen (%28.65) ve timokinon (%37.68) yanısıra n-pentanal (%0.06), n-hekzanal (%0.37), 1,2,3 Trimetilbenzen (%0.08), n-Dekan (%0.03), 1,4-Sikloheksadien (%1.05) ve benzaldehit (%0.53) olduğu tespit edilmiştir. 37°C’ de depolanan örneklerde sırasıyla α -thujen (%11.27), α - pinen (%2.51), sabinen (%0.95), β -pinen (%2.05), limonen(%2.37), β -simen (%28.44) ve timokinon (%34.24) yanısıra n-pentanal (%0.17), n-hekzanal (%3.04), 1,2,3 Trimetilbenzen (%0.10), Furan- 2- metil (%0.64), p-Dikolorabenzen (%0.27) olduğu belirlenmiştir. Yapılan literatür incelemeleri sonucunda Tunus menşeli çörekotunun uçucu yağında en fazla oranda bulunan bileşenin β -simen olduğunu belirtmiştir (Bourgou vd., 2010). Sultan vd. (2009), yaptıkları çalışmada %23.25 ile en fazla

bulunan bileşiğin timokinon olduğunu belirtmiştir. Yağlar arasındaki aroma bileşenleri arasındaki bu farklılığın hammadde özelliklerinden ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

Isırgan otu tohum yağında %45.07'lik bir oranla başlıca bileşenin 1,8 sineol olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında α -pinen (%4.37), fellandren (%0.72) ve linalool (%3.31) bileşiklerinin bulunduğu belirlenmiştir. Depolama süresince 4, 20 ve 37 °C' sıcaklıkta depolanan örneklerde 1,8 sineol (%22.82) miktarının düştüğü belirlenirken ikincil oksidasyon ürünlerinden n-hekzanal, cis 2 heptanal miktarlarında en fazla değişimin olduğu saptanmıştır. Isırgan otu uçucu yağının incelendiği bir çalışmada karvakrol (%38.2), karvon (%9.0), naftalin (%8.9), (E)-anethol (%4.7), hekzahidrofarnesil aseton (%3.0), ve fytol (%2.7) olduğu belirtilirken mevcut çalışmadan tamamen farklılık göstermiştir. Ramtin vd. (2012) yaptıkları çalışmada ısırgan otu yaprak yağında %11.40 bir oranda 1,8 sineol olduğunu belirtmişlerdir. Bu farklılığın yağ ekstraksiyon yöntemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Keten tohum yağında en fazla *d-limonen* olduğu belirlenirken depolama süresince sıcaklık arttıkça zamanla azalma olduğu tespit edilmiştir. Keten tohum yağının 12 ay süreyle 4 °C' de depolanması sonucunda propanol, metil propil keton, n-nonanal, n-dekanal, n-oktanal bileşiklerinin olduğu belirlenirken, 20 °C' de propanol, metil propil keton, n-nonanal, n-dekanal, n-oktanal bileşiklerinin miktarının arttığı tespit edilmiştir. 37 °C' de depolanan örnekte 2-bütenal, 3-pentanol, (E) -2-pentenal, n-hekzanal, 2-hekzenel, 2,4-hekzadienal ve 2,4-heptadienal olduğu saptanmıştır. Işık altında depolanan soğuk preslenmiş keten tohum yağının depolanması sırasında aroma bileşenlerinin değişiminin izlendiği çalışmada (E) -2-heptenal, 2,4-hekzadienal, 2,4-heptadienal olduğu hekzanal ve propanal ışık altında bileşiğinin arttığı belirtilmiştir. (Kiralın vd., 2017). Mevcut çalışma ile benzer sonuçlar belirlenmiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süre ile depolanan kişniş tohum yağında depolama başlangıcında %54.85 linalool, %4.09 geranil asetat, %11.71 α -pinen, %2.65 geraniol, ve %5.31 kamfor olduğu tespit edilmiştir. Kişnişin tıbbi faydalarının araştırıldığı çalışmada %67.75 linalool, %4.00 geranil asetat, %10.50 α -pinen, %2.65 geraniol, %3.0 olduğu belirtilmiştir (Rajeshwari ve Andallu, 2011). Ravi vd.(2007), yaptıkları çalışma ile mevcut çalışmanın başlangıç değerleri birebir benzerdir. Depolama

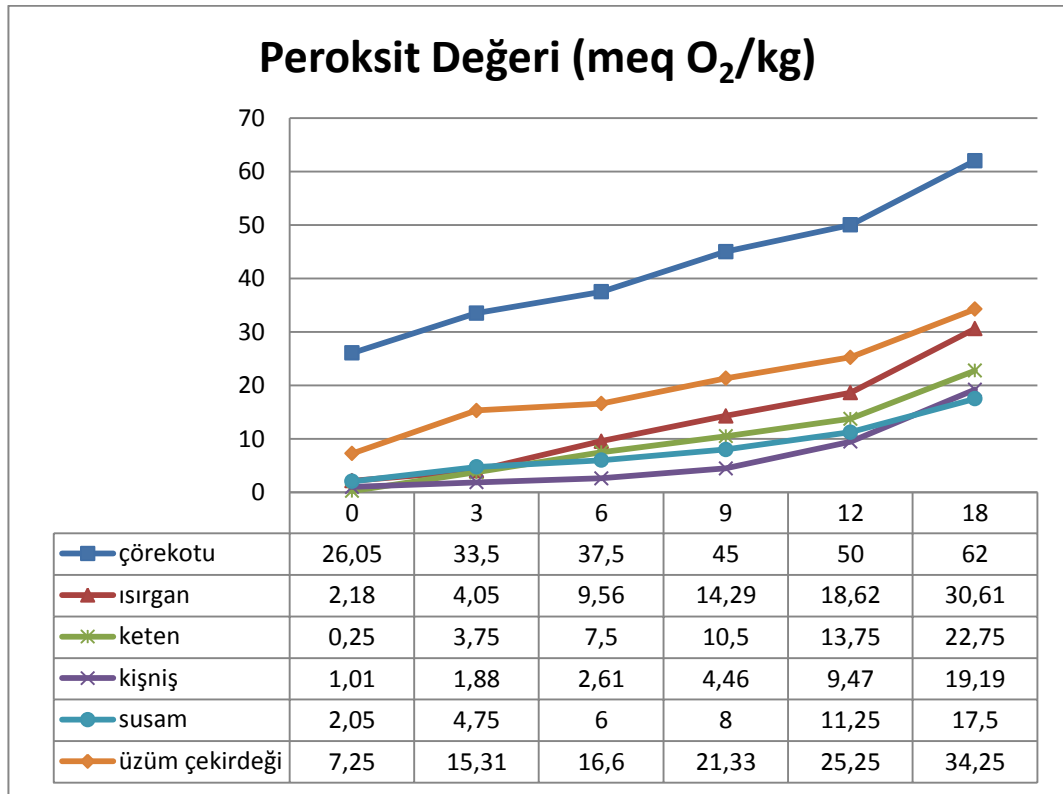
süresince kişniş tohum yağının temel uçucu bileşikler olan linool miktarı 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda sırasıyla %53.95, %52.38 ve %48.70 olduğu saptanmıştır. Kişniş tohum yağının 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanmaları sonucunda bozulma ürünlerine rastlanmaz iken 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde n-hekzanal (%0.04), linaool oxide (%0.64), 6-oktenal (%0.09) ve trans linool oxide (%0.51) olduğu tespit edilmiştir.

Üzüm çekirdek yağında etil asetat, asetik asit, izoamil asetat 3-metil-1-bütanol, isobütirik asit, isobütül asetat, n-hekzanal, izoamil asetat, trans-2-heptenal, 1-okten-3-ol, 3-oktenol, etilheptanate ve etil karpilate gibi uçucu bileşikler tespit edilmiştir. Üzüm çekirdek yağında en fazla miktarda asetik asit (%50) miktarının fazla olduğu belirlenirken depolama süresince bu değer zamanla azalmıştır. Üzüm çekirdek yağının 12 ay süreyle 37 °C’ de depolanması sonucunda etil asetat ve asetik miktarda azalma olduğu belirlenirken, linoleik ve linolenik asitin parçalanma ürünleri olan n-hekzanal, n-pentanol, 2-oktenal, trans-2-nonenal ve n-oktanal miktarında artış olduğu saptanmıştır. Yalcın vd. (2016), üzüm çekirdek yağlarının aroma bileşenlerinin belirlendiği çalışmada yağlarda fazla miktarda izoamil asetat olduğunu belirtmişlerdir. Bu farklılığın üzüm çeşidinden ve ekstaraksiyon yönteminin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Işık altında depolanan soğuk preslenmiş üzüm çekirdek yağının depolanması sırasında aroma bileşenlerinin değişiminin izlendiği çalışmada ışık altında 3-oktenol bileşiğinin arttığı belirlenmiştir (Kıralan vd., 2017) .

3.1.8. Fırın Testi

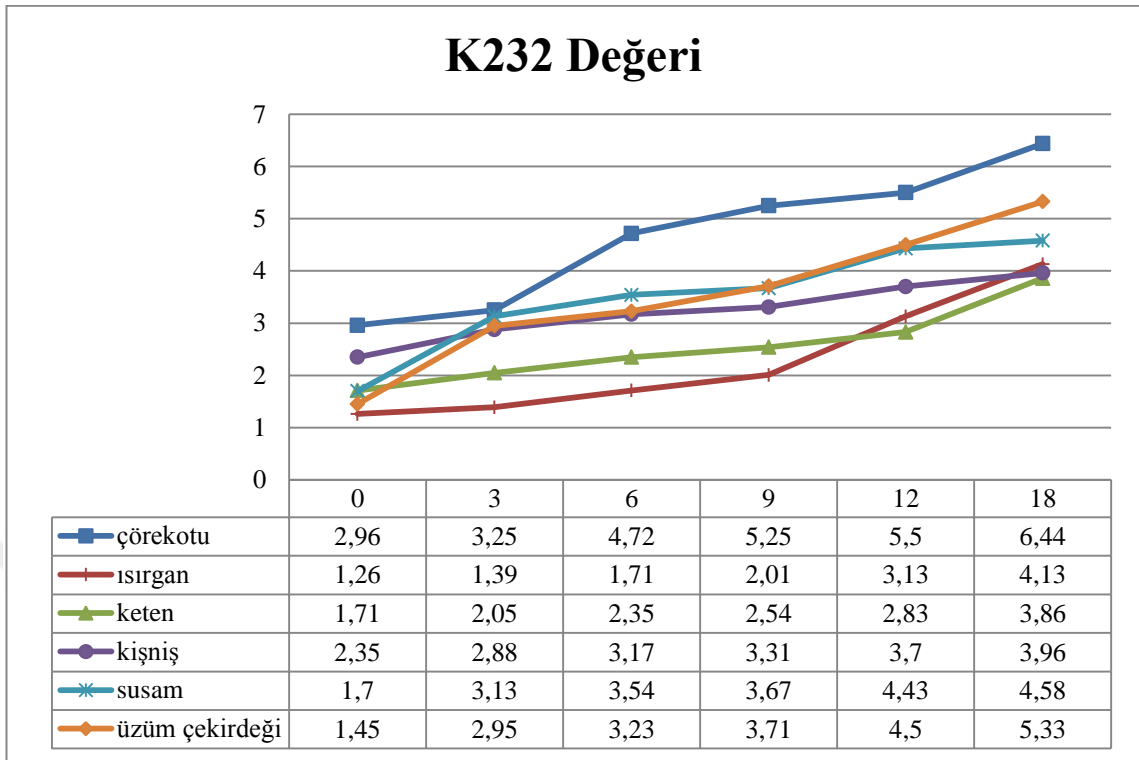
Yağlar fırın testinde 60 °C sıcaklıkta 18 gün tutularak yağların peroksit ve özgül soğurma değerlerindeki değişim izlenerek tespit edilmiştir.

60 °C’ de 18 gün süreyle depolanan yağların peroksit değerlerindeki değişim Şekil 3.2.’ de görülmektedir. Genel olarak tohum yağlarının 12.günden sonra peroksit değerlerinde ani bir artış olduğu tespit edilmiştir. Çörekotu tohum yağının başlangıç peroksit değeri diğer yağ örneklerine göre yüksek olduğundan dolayı 18 günlük sıcaklık uygulaması sonunda en yüksek peroksit değerine çörekotu tohum yağında saptanmıştır.

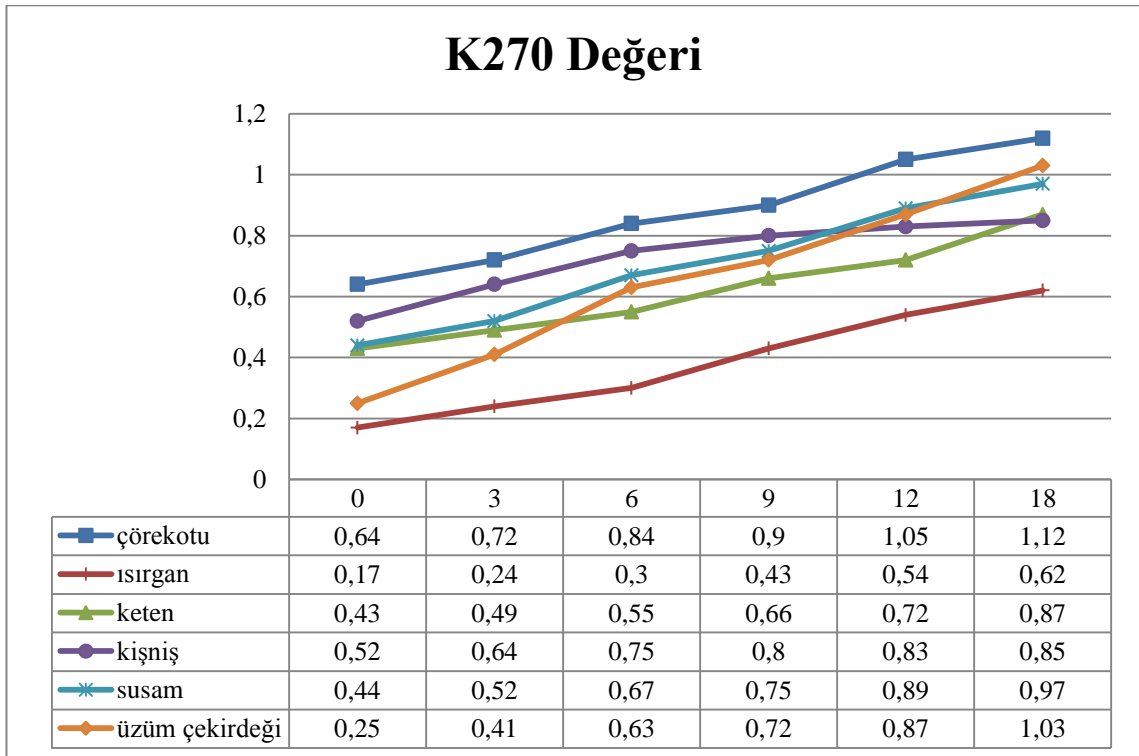


Şekil 3.2. Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki peroksit değerleri

K232 ve K270 değerleri yağların oksidatif stabilitesin belirlenmesi için önemli bir parametredir (Ramadan ve Mörsel, 2004). Yağlardaki K232 ve K270 seviyeleri ne kadar büyük olursa oksidasyona karşı dayanım daha az olacaktır (Mohdaly, 2010). Şekil 3.3’ te 60 °C’ de de 18 gün süreyle depolanan yağların K232 değerindeki değişim görülmektedir. 18 günlük depolama sonunda peroksit değerindeki artışa paralel olarak en yüksek değer çörekotu tohum yağında saptanırken en düşük değer 3.86 ile keten tohumunda tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki 232 nm'deki özgül soğurma (K232) değerleri



Şekil 3.4. Tohum yağı örneklerinin 60 °C sıcaklıktaki 270 nm'deki özgül soğurma (K270) değerleri

Şekil 3.4' de 60 °C sıcaklıkta 18 gün süreyle depolanan yağların K270 değerindeki değişim görülmektedir. 18 gün depolama sonunda peroksit değerindeki artışa paralel olarak en yüksek değer çörekotu tohum yağında saptanırken en düşük değer 0.62 ile sırgan otu tohum yağında tespit edilmiştir. Yağ örneklerinde depolama süresince birbirine yakın değerler belirlenmiştir.

Termal oksidasyon süresince yağ örneklerinin peroksit ve özgül soğurma değerlerinde kademeli olarak artış olduğu saptanmıştır. Farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen çörekotu tohum yağının 60 °C' de 27 gün depolanmaları sonucunda başlangıç peroksit değerlerinin diğer yöntemlere göre daha yüksek olmasından dolayı soğuk preslenmiş çörekotu tohum yağının peroksit değerinin 85.3 meq O₂/ kg yağ çıktığını saptamışlardır. Mevcut çalışma ile depolama sonundaki peroksit değerlerinin farklı olmasının sebebi bekletilen gün sayısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kıralan vd., 2014) . Solvent ekstraksiyon yöntemiyle ekstrakte edilen çörekotu tohum yağının 60 °C' de saklama esnası sonucunda peroksit değerinin 51 meq O₂/kg ulaştığını bildirmişlerdir (Ramadan ve Mörsel, 2004).

Soğuk preslenmiş susam yağında yapılan bir çalışmada 12 gün süreyle depolanan yağ örneğinin K232 değeri 1.96' dan 6.21 ve K270 değeri ise 0.06' dan 2 günden sonra ani bir artış ile 1.10 çıktığı belirtilmiştir (Kıralan ve Ramadan, 2016). Soğuk preslenmiş erik ve kayısı çekirdek yağlarının 60 °C' de 12 gün depolanmaları sonucunda peroksit değerleri ve özgül soğurma değerlerinde artış olduğu belirtilmiştir (Kayahan, 2016) . Kıralan vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada soğuk preslenmiş ayçiçek yağının termal oksidasyon süresince peroksit değerinin belli bir seviyeye kadar çıktığını ve daha sonra düştüğünü belirtmişlerdir. Yapılan araştırma kapsamında mevcut çalışmada kullanılan yağ örnekleri arasındaki peroksit ve özgül soğurma değerlerindeki gözlenen farklılığın yağ asidi bileşiminden ve özellikle doymamış yağ asitleri ile ilişkili olduğunu özellikle de bu koşullarda hızla okside olan linolenik ve linoleik asitlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

3.2. Uçucu Yağlar

3.2.1. Refraktif İndeks

Çalışmamız kapsamında 3 farklı sıcaklık değerinde 12 ay süre ile depolanan portakal, limon ve defne yaprak yağının refraktif indeks değerlerindeki değişimler Tablo 3.17' te verilmiştir. Portakal, limon ve defne yaprak yağının depolama başlangıç refraktif indeks değeri sıra ile 1.4745, 1.4732 ve 1.4669 olarak belirlenmiştir. Depolama sonunda örneklerin refraktif indeks değerleri sıcaklık artışı ile çok az değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresi ile sıcaklık arasındaki korelasyonun refraktif indeks üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir

Turek ve Stintzing (2011), 38 °C sıcaklıkta beyaz ışık altında depoladıkları biberiye, lavanta, kekik ve çam yağı örneklerinde sıcaklık ve ışığın etkisiyle zamanla refraktif indeks değerlerinin çok az değiştiğini tespit etmişlerdir. Mevcut çalışma kapsamında kullanılan örnekler farklı olsa bile sonuçların uyumlu olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.17. Defne yaprak, limon ve portakal kabuğu yağlarının refraktif değerlerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (ay)					
		0	1	3	6	9	12
Defne Yaprak	4	1.4669 ± 0.00 ^{Af}	1.4677 ± 0.00 ^{Ae}	1.4678 ± 0.00 ^{Ad}	1.4683 ± 0.00 ^{Ac}	1.4683 ± 0.00 ^{Ab}	1.4680 ± 0.00 ^{Aa}
	20	1.4669 ± 0.00 ^{Af}	1.4677 ± 0.00 ^{Ae}	1.4678 ± 0.00 ^{Ad}	1.4684 ± 0.00 ^{Ac}	1.4684 ± 0.00 ^{Ab}	1.4684 ± 0.00 ^{Aa}
	37	1.4669 ± 0.00 ^{Af}	1.4677 ± 0.00 ^{Ae}	1.4679 ± 0.00 ^{Ad}	1.4685 ± 0.00 ^{Ac}	1.4686 ± 0.00 ^{Ab}	1.4684 ± 0.00 ^{Aa}
Limon Kabuğu	4	1.4732 ± 0.00 ^{Ab}	1.4740 ± 0.00 ^{Aa}	1.4741 ± 0.00 ^{Aa}	1.4744 ± 0.00 ^{Aa}	1.4747 ± 0.00 ^{Aa}	1.4748 ± 0.00 ^{Aa}
	20	1.4732 ± 0.00 ^{Aa}	1,4740 ± 0.00 ^{Aa}	1,4743 ± 0.00 ^{Aa}	1,4745 ± 0.00 ^{Aa}	1,4750± 0.00 ^{Aa}	1,4753 ± 0.00 ^{Aa}
	37	1.4732 ± 0.00 ^{Aa}	1.4741 ± 0.00 ^{Aa}	1.4746 ± 0.00 ^{Aa}	1.4752 ± 0.00 ^{Aa}	1.4760 ± 0.00 ^{Aa}	1.4768 ± 0.00 ^{Aa}
Portakal Kabuğu	4	1.4745 ± 0.00 ^{Aa}	1.4751 ± 0.00 ^{Aa}	1.4751 ± 0.00 ^{Aa}	1.4756 ± 0.00 ^{Aa}	1.4758 ± 0.00 ^{Aa}	1.4755 ± 0.00 ^{Aa}
	20	1.4745 ± 0.00 ^{Aa}	1.4751 ± 0.00 ^{Aa}	1.4754 ± 0.00 ^{Aa}	1.4757 ± 0.00 ^{Aa}	1.4758 ± 0.00 ^{Aa}	1.4756 ± 0.00 ^{Aa}
	37	1.4745 ± 0.00 ^{Aa}	1.4751 ± 0.00 ^{Aa}	1.4756 ± 0.00 ^{Aa}	1.4757 ± 0.00 ^{Aa}	1.4760 ± 0.00 ^{Aa}	1.4756 ± 0.00 ^{Aa}

AB: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ab : Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

3.2.2. Renk

Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan defne yaprak, limon ve portakal kabuk yağlarının renk parametreleri CIE L^* , a^* , b^* ölçüm sistemine göre belirlenmiş ve analiz sonuçları Tablo 3.18 verilmiştir.

Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan defne yaprak yağının başlangıç L^* değeri 94.35 ± 0.00 iken, 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 ay süre ile depolamanın ardından bu değer sırası ile 94.59 ± 0.01 , 94.90 ± 0.01 ve 95.35 ± 0.01 değerlerine yükselmiştir. Defne yaprak yağının yeşil renk göstergesi olan negatif a^* değeri 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolama süresinin uzamasıyla azalma gösterirken 37 °C sıcaklıkta depolama süresince dalgalanmalar olmakla birlikte genel olarak artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince b^* değeri başlangıçta 19.85 ± 0.00 olarak belirlenirken depolama süresince 4 °C sıcaklıkta depolanan örnekte artış tespit edilmiştir. 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin b^* değeri azalma göstermiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının defne yaprak yağı renk parametreleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Farklı depolama şartlarında muhafaza edilen limon kabuğu yağının L^* değeri depolama değeri artarken a^* ve b^* değerleri başlangıç değerlerine kıyasla gözle görülebilir bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının renk parametreleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.18’de görüldüğü üzere portakal kabuk yağının başlangıç L^* , a^* , b^* renk parametreleri sırasıyla 55.97 ± 0.01 , 55.73 ± 0.00 ve 96.50 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince bütün depolama sıcaklıklarında L^* ve b^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bir artış belirlenirken a^* değerlerinde istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bir azalma saptanmıştır. Depolama süresinin sonunda sıcaklık arttıkça portakal kabuk yağının parlaklık (beyazlık) ve sarılık değerinin arttığını, kırmızılık değerinin ise belirgin bir şekilde azaldığı görülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Farklı sıcaklık derecesinde depolanan portakal kabuk yağı depolama sonundaki renk değişimi

Uçucu yağlarda depolama sırasındaki değişiklikleri yansıtabilecek farklı analitik parametrelerin uygunluğunu değerlendirmek için yaptıkları çalışmada Turek ve Stintzing (2011), 38°C’ de beyaz ışık altında depoladıkları biberiye, lavanta, kekik ve çam yağı örneklerinde sıcaklık ve ışığın etkisiyle biberiye ve lavanta örneklerinde saklama süresince renk parametrelerinde azalma olduğunu kekik yağında ise dördüncü aydan itibaren fark edilebilir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde mevcut çalışma kapsamında renk parametrelerimiz depo süresince azalma göstermiştir.

Benzer konuda araştırma yapan Shao vd. (2015), yaptıkları bir çalışmada, domates tohum yağlarının yaklaşık 10 saat ısıtmadan sonra, likopenin bozulması nedeniyle rengi açık sarıya dönüştü ve L * ve a * renk indeksleri sırasıyla 39.26’dan 55.99’a ve 30.56’dan 4.36’ ya belirtmişlerdir. Çalışmamız kapsamında depolamış olduğumuz portakal yağı örneklerinde yapıda bulunan β -karotenin bozulması nedeniyle renk açılması olduğu tespit edilmiştir (Besbes vd., 2005). Ayrıca ısıtma sonucunda oluşan hidroperoksitler, ketonlar ve doymamış yağ asidi hidroksitleri gibi parçalanma işlemleri nedeniyle örneklerin parlaklığında azalma olduğu saptanmıştır. Limon yağında renk değişim orijinal açık sarı renklerinden dolayı nispeten daha az olduğu belirlenmiştir. Badem yağı üzerine yapılan bir araştırma kapsamında benzer sonuçlar belirlenmiştir (Shao, 2013). Ndjouenkeu ve Ngassoum (2002), kızartma esnasında ısıtmanın, renginden sorumlu karotenoidlerin tahrip edilmesiyle palmye yağlarının ağartılmasına neden olduğunu yaptıkları çalışma kapsamında bildirmişlerdir.

Tablo 3.18. Farklı sıcaklıklarda depolanan defne yaprak, limon ve portakal kabuğu yağlarının depolama sürecindeki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişim.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	L^*			a^*			b^*		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4	20	37	4	20	37	4	20	37
Defne Yaprak	0	94.35±0.00 ^{Da}	94.35±0.00 ^{Ca}	94.35±0.00 ^{Da}	-4.76±0.00 ^{Aa}	-4.76±0.00 ^{Aa}	-4.76±0.00 ^{Ca}	19.85±0.00 ^{Fa}	19.85±0.00 ^{Ba}	19.85±0.00 ^{Aa}
	1	94.35±0.02 ^{Da}	94.36±0.03 ^{Cb}	94.84±0.01 ^{Cc}	-4.82±0.01 ^{Ba}	-4.80±0.02 ^{Ba}	-4.52±0.02 ^{Ba}	19.98±0.04 ^{Ea}	19.85±0.03 ^{Ba}	16.89±0.04 ^{Bb}
	3	94.39±0.03 ^{Ca}	94.44±0.03 ^{Cb}	95.03±0.02 ^{Bc}	-4.89±0.01 ^{Ca}	-4.83±0.02 ^{Ca}	-4.52±0.05 ^{Ba}	20.19±0.07 ^{Da}	19.88±0.12 ^{Bb}	16.20±0.04 ^{Cc}
	6	94.51±0.04 ^{Ba}	94.65±0.03 ^{Bb}	95.13±0.04 ^{Bc}	-4.94±0.00 ^{Da}	-4.84±0.04 ^{Ca}	-4.65±0.10 ^{BCa}	20.46±0.03 ^{Ca}	19.91±0.01 ^{Bb}	16.16±0.46 ^{Cc}
	9	94.54±0.02 ^{Ba}	94.84±0.05 ^{Ab}	95.19±0.08 ^{Bc}	-4.99±0.01 ^{Ea}	-4.91±0.00 ^{Da}	-4.28±0.39 ^{Aa}	20.55±0.01 ^{Ba}	19.98±0.01 ^{Ab}	15.17±1.05 ^{Dc}
	12	94.59±0.01 ^{Aa}	94.90±0.01 ^{Ab}	95.35±0.01 ^{Ac}	-5.09±0.00 ^{Fa}	-4.96±0.01 ^{Ea}	-4.56±0.01 ^{BC}	20.64±0.02 ^{Aa}	19.65±0.02 ^{Cb}	14.25±0.01 ^{Ec}
Limon Kabuğu	0	95.24±0.01 ^{Ca}	95.24±0.01 ^{Fa}	95.24±0.01 ^{Da}	-4.38±0.01 ^{Ea}	-4.38±0.01 ^{Fa}	-4.38±0.01 ^{Fa}	23.69±0.01 ^{Aa}	23.69±0.01 ^{Aa}	23.69±0.01 ^{Aa}
	1	95.48±0.04 ^{BCa}	96.10±0.01 ^{Eb}	95.62±1.32 ^{CDc}	-4.01±0.07 ^{Da}	-3.67±0.01 ^{Eb}	-3.36±0.09 ^{Ec}	20.64±0.56 ^{Ba}	13.37±0.01 ^{Bb}	12.90±0.45 ^{Bc}
	3	95.49±1.33 ^{BCa}	96.72±0.01 ^{Db}	96.30±0.03 ^{BCc}	-3.09±0.33 ^{Ca}	-3.05±0.00 ^{Da}	-2.67±0.20 ^{Db}	13.74±2.35 ^{Ca}	10.00±0.01 ^{Cb}	9.50±0.85 ^{Cc}
	6	96.12±0.22 ^{Ba}	96.78±0.01 ^{Ca}	96.55±0.05 ^{ABb}	-1.27±0.20 ^{Ba}	-1.60±0.00 ^{Cb}	-1.98±0.20 ^{Cc}	3.34 0.71 ^{Da}	4.17±0.01 ^{Da}	6.53±0.82 ^{Db}
	9	96.24±0.90 ^{Ba}	97.08±0.04 ^{Bb}	96.76±0.06 ^{ABc}	-0.66±0.15 ^{Aa}	-1.00±0.21 ^{Bb}	-1.24±0.30 ^{Bc}	2.07±0.07 ^{Ea}	2.40±0.57 ^{Eb}	4.28±0.65 ^{Ec}
	12	97.13±0.05 ^{Aa}	97.11±0.01 ^{Ab}	97.03±0.01 ^{Ac}	-0.67±0.06 ^{Aa}	-0.80±0.00 ^{Ab}	-1.01±0.00 ^{Ac}	1.84±0.12 ^{Fa}	1.85±0.01 ^{Fb}	2.76±0.04 ^{Fc}
Portakal Kabuğu	0	55.97±0.01 ^{Ea}	55.97±0.01 ^{Fa}	55.97±0.01 ^{Fa}	55.73±0.00 ^{Aa}	55.73±0.00 ^{Aa}	55.73±0.00 ^{Aa}	96.50±0.01 ^{Fa}	96.50±0.01 ^{Ea}	96.50±0.01 ^{Ea}
	1	55.85±0.03 ^{Ea}	56.21±0.07 ^{Ea}	58.52±0.29 ^{Eb}	55.68±0.03 ^{Ba}	55.80±0.12 ^{Aa}	52.39±0.21 ^{Ba}	96.29±0.05 ^{Ea}	97.14±0.46 ^{Ea}	100.87±0.49 ^{Db}
	3	56.31±0.07 ^{Da}	57.65±0.08 ^{Da}	60.06±0.48 ^{Da}	55.64±0.06 ^{Ba}	54.64±0.15 ^{Ba}	49.63±0.35 ^{Cb}	97.09±0.11 ^{Da}	99.30±0.17 ^{Da}	103.25±0.77 ^{Cb}
	6	57.11±0.11 ^{Ca}	60.30±0.44 ^{Cb}	65.15±0.83 ^{Cc}	55.29±0.12 ^{Ca}	52.59±0.45 ^{Cb}	44.21±0.84 ^{Dc}	98.42±0.19 ^{Ca}	103.83±0.72 ^{Cb}	111.36±1.79 ^{Bc}
	9	58.09±0.06 ^{Ba}	63.10±0.64 ^{Bb}	70.43±0.37 ^{Bc}	54.58±0.02 ^{Da}	46.59±0.61 ^{Da}	34.79±2.74 ^{Eb}	100.14±0.11 ^{Ba}	106.87±0.76 ^{Bb}	111.71±1.36 ^{Bc}
	12	58.95±0.03 ^{Aa}	67.04±0.32 ^{Ab}	78.53±0.83 ^{Ac}	53.83±0.01 ^{Fa}	45.16±0.33 ^{Eb}	24.35±0.08 ^{Fc}	101.63±0.02 ^{Aa}	115.00±0.52 ^{Ab}	126.04±1.05 ^{Ac}

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

3.2.3. Fosfomolibden Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Yöntemi

Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan uçucu yağ örneklerinin antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler Tablo 3.19.' da verilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasite tayini fosfomolibden metodu ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek antioksidan kapasite değeri defne yaprak yağında (76.88 mg askorbik asit eşdeğeri (AAE)/g) saptanırken, en düşük antioksidan kapasite ise limon kabuk yağında (38.73 mg AAE/g) tespit edilmiştir. 12 aylık süreyle farklı sıcaklıklarda depolanan uçucu yağların antioksidan kapasitesinde bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Depolama süresinin ve sıcaklığının antioksidan kapasite üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3.20.' te görüldüğü gibi depolama süresince 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda antioksidan kapasitesindeki kaybın en fazla limon yağında olduğu belirlenmiş ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen kayıplar sırasıyla %40.02, %68.86 ve %81.67 düzeylerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

3.2.4. 1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Antiradikal Kapasite Yöntemi

Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan uçucu yağ örneklerinin antiradikal kapasitesinde meydana gelen değişimler Tablo 3.19.' da verilmiştir. Antiradikal kapasitenin 0. gün değerleri göz önüne alındığında, en yüksek antiradikal kapasite %82.82 inhibisyon değeri ile defne yaprak, en düşük antiradikal kapasite ise %32.30 inhibisyon değeri ile limon yağında belirlenmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığın antiradikal kapasite üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Depolama sıcaklığının artışına bağlı olarak uçucu yağ örneklerinde antiradikal kapasite kaybının en fazla limon yağında olduğu bulunmuştur. Limon yağının antiradikal kapasite kayıpları 4, 20 ve 37°C sıcaklıklarda sırası ile %54.67, %60.34 ve %89 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.20.). Depolama boyunca uçucu yağ örneklerinin antiradikal kapasitenin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda depolama süresi ve sıcaklığının örneklerin antioksidan ve antiradikal kapasitesi üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır.

Ticari yağların kimyasal kompozisyonun ve antioksidan kapasitesinin belirlendiği çalışmada limon yağının diğer ticari yağlara göre (11.16 ± 0.01) daha düşük antioksidan kapasite sergilediği belirtilmiştir (Wang vd., 2017). Üç farklı *citrus* cinsi meyvenin antioksidan özelliklerinin incelendiği çalışmada, turunçgil kabuk yağlarının antioksidan kapasite değerinin % 87.77' ne ulaştığı tespit edilmiştir (Qiao vd., 2008). Limon yağının antioksidan kapasitesinin belirlendiği çalışma kapsamında antioksidan kapasite değerinin %54.67 olduğu belirtilmiştir (Moosavy vd., 2017). Frassinetti vd.(2011), *Citrus spp.* cinsine ait uçucu yağların %20-70 oranında antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar ile mevcut çalışma kapsamında elde edilen veriler ile farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın uçucu yağlarda monoterpenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Conforti vd., 2007; Misharina ve Samussenko, 2008).

Yapılan bir çalışmada farklı miktarda defne yaprak yağı kullanımının antioksidan aktiviteyi değiştirdiği ve yağ miktarı arttıkça antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları tez kapsamında analizi yapılan defne yaprak yağının antioksidan aktivite sonuçları ile yakın değerlerde bulunmuştur (Politeo vd., 2007). Farklı dönemlerde yetiştirilen defne yapraklarından elde edilen uçucu yağların antioksidan kapasite değerleri IC50 cinsinden verilmiştir ve en iyi antioksidan özelliğe ilkbahar dönemi yetiştirilen defne yaprak yağında olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma kapsamında kullanılan antioksidan aktivite belirleme yöntemi tez çalışmasında kullanılan yöntemden farklı olmasına rağmen yağların antioksidan kapasitesine yetiştirme koşulları ve şartlarının etkili olduğu düşünülmektedir (Bahmanzadegan vd., 2015).

Tablo 3.19. Defne yaprak, limon ve portakal kabuğu yağlarının antioksidan aktivitesinde ve antiradikal aktivite değerlerinde meydana gelen değişimler.

Yağ Çeşidi	Depolama Süresi (ay)	Antioksidan kapasite (AAE/g)			Antiradikal aktivite (% Inhibisyon)		
		Depolama Sıcaklığı (°C)			Depolama Sıcaklığı (°C)		
		4°C	20°C	37°C	4°C	20°C	37°C
Defne Yaprak	0	76.88±0.00 ^{Aa}	76.88±0.00 ^{Aa}	76.88±0.00 ^{Aa}	82.82±0.00 ^{Aa}	82.82±0.00 ^{Aa}	82.82±0.00 ^{Aa}
	1	75.36±0.76 ^{Ba}	72.10±0.01 ^{Bb}	69.59±1.27 ^{Bc}	82.24±0.34 ^{Ba}	79.91±0.16 ^{Bb}	78.43±0.07 ^{Bc}
	3	72.13±1.63 ^{Ca}	65.22±0.37 ^{Cb}	61.14±0.02 ^{Cc}	81.33±0.00 ^{Ca}	79.66±0.09 ^{Cb}	73.60±1.42 ^{Cc}
	6	68.83±0.24 ^{Da}	60.86±0.11 ^{Db}	56.44±1.12 ^{Dc}	77.68±0.12 ^{Da}	74.80±0.27 ^{Db}	71.61±0.71 ^{Dc}
	9	64.92±0.80 ^{Ea}	55.12±0.40 ^{Eb}	51.34±0.59 ^{Ec}	71.87±0.53 ^{Ea}	68.68±0.57 ^{Eb}	65.10±1.10 ^{Ec}
	12	62.50±0.42 ^{Fa}	49.61±0.32 ^{Fb}	43.49±0.42 ^{Fc}	71.08±0.00 ^{Fa}	65.18±0.13 ^{Fb}	62.52±0.42 ^{Fc}
Kayıp		18.70	35.47	43.43	14.18	21.30	24.51
Limon Kabuğu	0	38.73±0.00 ^{Aa}	38.73±0.00 ^{Aa}	38.73±0.00 ^{Aa}	32.30±0.00 ^{Aa}	32.30±0.00 ^{Aa}	32.30±0.00 ^{Aa}
	1	37.64±0.86 ^{Ba}	35.92±1.15 ^{Bb}	33.42±1.53 ^{Bc}	30.31±0.32 ^{Ba}	26.32±1.55 ^{Bb}	21.95±0.48 ^{Bc}
	3	34.65±0.99 ^{Ca}	30.02±0.90 ^{Cb}	25.22±1.68 ^{Cc}	29.13±0.17 ^{Ca}	24.00±0.29 ^{Cb}	19.46±0.17 ^{Cc}
	6	32.00±0.47 ^{Da}	23.77±0.26 ^{Db}	19.63±1.32 ^{Dc}	25.46±0.35 ^{Da}	18.46±0.43 ^{Db}	10.53±0.66 ^{Dc}
	9	28.89±0.28 ^{Ea}	20.76±0.74 ^{Eb}	16.84±0.15 ^{Ec}	19.85±1.20 ^{Ea}	15.10±0.16 ^{Eb}	6.83±0.54 ^{Ec}
	12	23.23±3.08 ^{Fa}	12.06±0.74 ^{Fb}	7.10±0.28 ^{Fc}	14.64±0.64 ^{Fa}	12.81±0.28 ^{Fb}	3.55±0.52 ^{Fc}
Kayıp		40.02	68.86	81.67	54.67	60.34	89.00
Portakal Kabuğu	0	47.80±0.00 ^{Aa}	47.80±0.00 ^{Aa}	47.80±0.00 ^{Aa}	46.52±0.00 ^{Aa}	46.52±0.00 ^{Aa}	46.52±0.00 ^{Aa}
	1	42.30±0.14 ^{Ba}	38.43±0.04 ^{Bb}	33.85±1.48 ^{Bc}	45.00±0.00 ^{Ba}	39.50±0.70 ^{Bb}	36.00±1.41 ^{Bc}
	3	37.52±0.30 ^{Ca}	34.08±0.18 ^{Cb}	29.61±0.12 ^{Cc}	43.65±0.69 ^{Ca}	37.94±0.78 ^{Cb}	33.41±1.03 ^{Cc}
	6	34.99±0.52 ^{Da}	27.52±1.35 ^{Db}	23.38±0.39 ^{Dc}	33.01±1.26 ^{Da}	24.38±0.45 ^{Db}	20.91±0.36 ^{Dc}
	9	31.74±1.12 ^{Ea}	22.22±0.59 ^{Eb}	17.58±0.88 ^{Ec}	30.20±0.47 ^{Ea}	20.51±0.22 ^{Eb}	15.25±0.00 ^{Ec}
	12	28.88±0.21 ^{Fa}	15.79±1.57 ^{Fb}	12.35±2.32 ^{Fc}	24.12±1.24 ^{Fa}	18.32±0.82 ^{Fb}	14.23±0.06 ^{Fc}
Kayıp		39.58	66.97	74.16	48.15	60.62	69.41

^{AB}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı sütundaki büyük harfler depolama süresinin karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05). ^{ab}: Her bir örnek için ayrı ayrı olacak şekilde; aynı satırdaki küçük harfler ise depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harfler örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0.05).

3.2.5. Uçucu Aroma

Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay süre ile depolanan defne yaprak, limon ve portakal kabuk yağlarının uçucu aroma maddelerindeki başlangıç ve depolama sonundaki değişim saptanmıştır.

Defne yaprak yağından elde edilen yağlarda toplam 23 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Bu bileşenlerden 1,8-cineol (%52.10), α -terpinil asetat (%13.49), sabinen (%10.58) en fazla bulunan ana bileşenlerdir. Mevut çalışma kapsamında tespit edilen uçucu aroma bileşenleri önceki çalışmalarda bildirilen değerler ile birebir benzerlik göstermektedir (Fiorini, 1997 ; Ozcan, 2010; Mediouni Ben Jemâa, 2012). Farklı sezonlarda yetiştirilen defne yapraklarından elde edilen uçucu yağlarda 71 farklı aroma bileşenin belirlendiği ve 1,8-cineol (%5.7-%42.6), α -terpinil asetat (%3.2-%13.1), sabinen (%2.3-%12.0), beta-elemen (%0.2-%17.7) ve (E)-karyofenilin (%0.2-%16.9) ana bileşenler olduğu belirtilmiştir (Bahmanzadegan vd., 2015). Depolama süresince sıcaklığın etkisiyle aroma bileşenlerinde azalma olduğu saptanmıştır. Defne yaprak yağının aroma bileşenleri üzerine yapılan çalışmalarla tez çalışması kapsamında elde edilen veriler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedenin defne yaprak yağının yetiştirme zamanları ve koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Portakal kabuk yağının α -pinen, sabinen, β -mirsen, *d*-limonen ve γ -Terpinen bileşikleri belirlenirken limon kabuk yağında baskın aroma bileşenleri α -tujen, α -pinen, sabinen, β -mirsen, *d*-limonen ve γ -Terpinen olduğu tespit edilmiştir. Turunçgil ailesine ait olan portakal ve limon kabuk yağının baskın aroma bileşenleri *d*-limonen'dir. Depolama başlangıcında (0.gün) portakal ve limon kabuk yağlarında *d*-limonen sırasıyla %96.96 ve %77.79 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince en fazla *d*-limonen miktarında azalma 37°C' de depolanan örneklerde olduğu saptanmıştır. Tatlı portakal kabuklarındaki aroma bileşenlerinin belirlendiği bir çalışmada % 90.85 gibi en yüksek konsantrasyonlarda limonen bulunduğunu belirtmişleridir. Portakal kabuk yağında limonen yanısıra β -mirsen, γ -terpinen, linalool ve α -pinen bileşenleri saptanmıştır (Qiao vd., 2008). Yunanistan'da yetiştirilen *citrus* cinsi meyvelerin kabuklarından elde edilen yağlarda %12.04 oranında *d*-limonen olduğu belirtilmiştir (Sarrou vd., 2013). Mevcut çalışmada kullanılan örnekler ile farklılık olmasının kullanılan portakalların cinsinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Yapılan çalışma kapsamında ülkemizde yaygın olarak kullanılan soğuk presleme yöntemiyle elde edilen çörekotu, ısırgan otu, keten, kişniş, üzüm çekirdeği ve susam tohum yağları ile defne yaprak, limon ve portakal kabuk uçucu yağlarının oksidatif stabiliteleri incelenmiştir. Bu kapsamda; 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 12 ay süre ile depolanan örneklerin analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde:

1. Depolamanın başlangıç aşamasında çörekotu tohum yağı hariç diğer tohum yağlarının peroksit değerleri Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği' nde (Tebliğ No: 2012/29) belirlenen limit seviyelerinde bulunmuştur. Çörekotu tohum yağının peroksit değerinin yüksek olmasının elde edilen hammaddenin özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
2. CIE renk sistemine göre belirlenen tohum yağlarının renk parametrelerinde sıcaklığın etkisiyle depolama sürecinde dalgalanmalar tespit edilirken uçucu yağların renk parametreleri üzerine sıcaklığın etkisi belirgin olarak saptanmıştır.
3. Elde edilen bulgulara göre depolama süresinin 9. ve 12. aylarında tohum yağlarının linoleik ve linolenik asit bileşimleri azalma göstermeye başlamış ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.
4. Toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite değerleri belirlenen tohum yağlarında başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında, en yüksek antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik madde içeriği kişniş tohum yağında belirlenmiştir.

5. Depolama süresince örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin belli bir zamana kadar sıcaklığın etkisiyle azaldığı fakat daha sonra oluşan bozulma ürünlerinin etkisiyle artış olduğu belirlenmiştir.
6. Yapılan hızlandırılmış oksidasyon testlerinden fırın testinde 60 °C' de 18 gün depolanan tohum yağı örneklerinden çöreo tohum yağının başlangıç peroksit sayısı, K232 ve K270 değerleri en yüksek olduğu için 18. gün sonunda en yüksek değere ulaşılmıştır.
7. Tohum yağı örneklerine 110 °C' de ısı uygulanması sonucunda oksidatif stabilitesi en yüksek kişniş tohum yağında olduğu tespit edilmiştir.
8. Uçucu yağ örneklerinin refraktif indeks değerleri depolama süresince ve sıcaklığın etkisiyle hiçbir değişim göstermemiştir.
9. Uçucu yağ örneklerinden portakal kabuk yağının 37 °C' de depolanması sonucunda renk parametrelerinde gözle görülebilir bir değişim tespit edilmiştir.
10. Uçucu yağ örnekleri arasında en yüksek antiradikal ve antioksidan aktivite değerleri defne yaprak yağında tespit edilirken, depolama süresince sıcaklığın etkisiyle azalma olduğu saptanmıştır.
11. SPME / GC-MS metodu ile tohum ve uçucu yağların aroma maddeleri sıcaklığın etkisiyle azaldığı tespit edilmiştir.

4.2. Öneriler

1. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen yağların depolama stabiliteleri üzerine sıcaklığın yanı sıra oksijen, ışık ve ambalaj materyalleri değiştirilerek yağların oksidatif stabilite değerleri belirlenebilir.
2. Bu çalışmada incelenen soğuk preslenmiş kişniş ve sırgan otu tohum yağının depolama stabiliteleri üzerine herhangi bir çalışmaya rastalanmamıştır ve literatüre katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.
3. Depolama süresince meydana gelen dalgalanmaların sebebi örneklerin fenolik madde içeriği belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- Abou-Gharbia, H.A., Shehata, A.A.Y., Shahidi, F., 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. **Food Research International**, **33** (5): 331–340.
- Abuzaytoun, R., Shahidi, F., 2006. Oxidative stability of flax and hemp oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **83** (10): 855–861.
- Acar, M., 2011. Kızartılmış Patateslerde Kızartma Sayısının ve Süresinin Kızartma Yağı ve Patatesteki Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 78 s.
- Adorjan, B., Buchbauer, G., 2010. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, **25** (6): 407–426.
- Ahmad, M.M., Rehman-Ur, S., Iqbal, Z., Anjum, F.M., Sultan, J.I., 2006. Genetic variability to essential oil composition in four citrus fruit species. **Pakistan Journal of Botany**, **38** (2): 319–324.
- Akçar, H., 2009. Çeşnili Zeytinyağların Oksidasyon Kinetiğinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 229 s.
- Alamed, J., 2008. Impact of Chemical and Physical Properties on the Ability of Antioxidants to Inhibit Lipid Oxidation in Foods. University of Massachusetts Amherst, Food Science, Master of Science, Birleşik Devletler, 103 s.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **26** (4): 401–409.
- Amusan, A.A.S., Idowu, A.B., Arowolo, F.S., 2005. Comparative toxicity effect of bush tea leaves (*Hyptis suaveolens*) and orange peel (*Citrus sinensis*) oil extract on larvae of the yellow fever mosquito aedes aegypti. **Tanzania Health Research Bulletin**, **7** (3): 174–178.
- Angelovič, M., Jablonický, J., Tkáč, Z., Angelovič, M., 2015. Oxidative stability of fatty acid alkyl esters: a review.” **Potravinarstvo® Scientific Journal for Food Industry**, **9**(1): 417–26.

- Anonymous. 2006. "Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society." In eds. IL: Champaign and USA AOCS Press. , Methods: Cd8-53 and Ch5-91.
- Anwar, S., Ahmed, N., Speciale, A., Cimino, F., 2015. Bitter orange (*Citrus aurantium L.*) oils, pp. 259-268. In:Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety (Eds.V.R., Preedy). Academic Press-Elsevier, America.
- AOAC. 1990. "Official Methods of Analysis of AOAC International." *In Association of Official Analysis Chemists International*, 1058–59.
- Apaydın, D., 2015. Üzüm Çekirdeklerinin Biyokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Işınlama İşleminin Etkilerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksekisans Tezi, Tekirdağ, 135 s.
- Ayyıldız, H.F., 2010. Otomatikleştirilmiş Akış Enjeksiyon Sistemleriyle Yağ Analiz Metotlarının Geliştirilmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 442 s.
- Bahmanzadegan, A., Rowshan, V., Zareian, F., Alizadeh, R., Bahmanzadegan, M., 2015. Seasonal variation in volatile oil, polyphenol content and antioxidant activity in extract of laurus nobilis grown in Iran. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, **3** (5): 223-231.
- Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H., Buchbaver, G., 2008. Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. **Food Chemistry**, **108** (3): 1122–1132.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils - A review. **Food and Chemical Toxicology**, **46** (2): 446–475.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, **99** (1): 191–203.
- Baser, K.H.C., Ozek, T., Tutas, M., 1995. Composition of cold-pressed bergamot oil from Turkey. **Journal of Essential Oil Research**, **7** (3): 341–342.
- Başer, K.H.C., 2009. Uçucu yağlar ve aromaterapi. **Fitomed**, **7**: 8–16.

- Baydar, N.G., Akkurt, M., 2001. Oil content and oil quality properties of some grape seeds. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, **25** (3): 163–168.
- Baydar, N.G., Ozkan, G., Cetin, E.S., 2007. Characterization of grape seed and pomace oil extracts. **Grasas y Aceites**, **58** (1): 29–33.
- Baydar, N.G., Sagdic, O., Ozkan, G., Cetin, S., 2006. Determination of antibacterial effects and total phenolic contents of grape (*Vitis vinifera* L.) seed extracts. **International Journal of Food Science and Technology**, **41** (7): 799–804.
- Beardsell, D., Francis, J., Ridley, D., Robards, K., 2002. Health promoting constituents in plant derived edible oils. **Journal of Food Lipids**, **9** (1): 1–34.
- Beata, R., Małgorzata, T., Sylwester, C., Iwona, K., 2015. Variation in the composition and oxidative stability of commercial rapeseed oils during their shelf life. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **117** (5): 673–683.
- Benelli, P., Riehl, C.A.S., Smania, J.A., Smania, E.F.A., Ferreira, S.R.S., 2010. Bioactive extracts of orange (*Citrus sinensis* L. *osbeck*) pomace obtained by SFE and low pressure techniques: mathematical modeling and extract composition. **Journal of Supercritical Fluids**, **55** (1): 132–141.
- Beneti, S.C., Rosset, E., Corazza, M.L., Frizzo, C.D., Di Luccio, M., Oliveira, J.V., 2011. Fractionation of citronella (*Cymbopogon winterianus*) essential oil and concentrated orange oil phase by batch vacuum distillation. **Journal of Food Engineering**, **102** (4): 348–354.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N.E., Attia, H., 2005. Heating effects on some quality of date seed oil. **Food Chemistry**, **91**: 469–476.
- Beveridge, T.H.J., Girard, B., Kopp, T., Drover, J.C.G., 2005. Yield and composition of grape seed oils extracted by supercritical carbon dioxide and petroleum ether: varietal effects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **53** (5): 1799–1804.
- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, Ch., Attia, H., 2010. Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. **Journal of Agricultural Science Technolgy**, **12** (8): 585–596.

- Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J., 2010. Bioactivities of black cumin essential oil and its main terpenes from Tunisia. **South African Journal of Botany**, **76** (2): 210–216.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, **28** (1): 25–30.
- Brühl, L., 1995. Determination of trans fatty acids in cold pressed oils. **European Journal of Medical Research**, **1** (2): 89–93.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. **International Journal of Food Microbiology**, **94** (3): 223–253.
- Campêlo, L.M.L., Gonçalves, F.C.M., Feitosa, C.M., Mendes de Freitas, R., 2011. Antioxidant activity of *Citrus limon* essential oil in mouse hippocampus. **Pharmaceutical Biology**, **49** (7): 709–715.
- Cao, X., Ito, Y., 2003. Supercritical fluid extraction of grape seed oil and subsequent separation of free fatty acids by high-speed counter-current chromatography. **Journal of Chromatography A**, **1021** (1–2): 117–124.
- Caredda, A., Marongiu, B., Porcedda, S., Soro, C., 2002. Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of *Laurus nobilis* essential oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **50** (6): 1492–1496.
- Cellat, K., 2011. Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 73 s.
- Cemeroğlu, S.B., 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri, pp. 463-484. In: Gıda analizleri, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.
- Cert, A., Moreda, W., Pérez-Camino, M.C., 2000. Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils. **Journal of Chromatography A**, **881** (1–2): 131–148.

- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H., 2007. *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. **Food Chemistry**, **101** (2): 673–681.
- Choe, E., Min, D.B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. **Journal of Food Science**, **72** (5): 77-86.
- Choe, E., Min, D.B., 2005. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in food. **Journal of Food Science**, **70** (9): 142–159.
- Choe, E., Min, D.B., 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, **5** (4): 169–186.
- Choe, E., Min, D.B., 2009. Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, **8** (4): 345–358.
- Conforti, F., Statti, G.A., Tundis, R., Loizzo, M.R., Menichini, F., 2007. In vitro activities of *Citrus medica* L. cv. Diamante (*Diamante citron*) relevant to treatment of diabetes and Alzheimer's disease. **Phytotherapy Research**, **21** (5): 427-433.
- Choo, W.S., Birch, J., Dufour, J.P., 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. **Journal of Food Composition and Analysis**, **20** (3–4): 202–211.
- Coşkuner, Y., Karababa, E., 2007. Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). **Journal of Food Engineering**, **80** (2): 408–416.
- Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., Winkelmann, W., 2006. Quantitation of the main constituents of some authentic grape-seed oils of different origin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **54** (17): 6261–6265.
- Çam, M., Yaşar, H., 2010. Pressurised water extraction of polyphenols from pomegranate peels. **Food Chemistry**, **123** (3): 878–885.
- Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A., 2009. Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, **3** (4): 3818–3824.

- Ekici, L., 2014. Effects of concentration methods on bioactivity and color properties of poppy (*Papaver rhoeas L.*) sorbet, a traditional Turkish beverage. **LWT - Food Science and Technology**, **56** (1): 40–48.
- Ekici, L., 2011. Üzüm kabuğu, Siyah Havuç ve Kırmızı Lahanadan Ekstrakte Edilen Antosiyanin Bazlı Renk Maddelerinin Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bazı Gıda Maddelerinde Renklendirici Olarak Kullanımı. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 245 s.
- El-Beltagi, H.S., Salama, Z.A., El-Hariri, D.M., 2007. Evaluation of fatty acids profile and the content of some secondary metabolites in seeds of different flax cultivars. **General and Applied Plant Physiology**, **33** (3-4): 187–202.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Attia, H., 2007. Quality characteristics of sesame seeds and by-products. **Food Chemistry**, **103** (2): 641–650.
- Eromosele, C.O., Paschal, N.H., 2003. Characterization and viscosity parameters of seed oils from wild plants. **Bioresource Technology**, **86** (2): 203-205.
- Evren, M., Tekgüler, B., 2011. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. **Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi)**, **9** (3): 28–40.
- Fanta, A., 2015. Effect of co-pressing of niger (*Guizotia abyssinica Cass.*) and black cumin (*Nigella sativa*) seeds on yield, oxidative stability and sensory properties of cold pressed oil. **Ethiopia Journal of Science & Technology**, **8** (2): 61-70.
- Favela-Hernández, J.M.J., González-Santiago, O., Ramez-Cabrera, M.A., Esquivel-Ferrino, P.C., Camacho-Corona, M.R., 2016. Chemistry and pharmacology of *Citrus sinensis*. **Molecules**, **21** (2): 247.
- Fiori, L., 2007. Grape seed oil supercritical extraction kinetic and solubility data: critical approach and modeling. **The Journal of Supercritical Fluids**, **43** (1): 43–54.
- Fiorini, C., Fourasté, I., David, B., Bessière, J.M., 1997. Composition of the flower, leaf and stem essential oils from *Laurus nobilis L.* **Flavour and Fragrance Journal**, **12** (2): 91–93.

- Frankel, E.N., 1993. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Trends in Food Science and Technology**, **4** (7): 220–225.
- Frassinetti, S., Caltavuturo, L., Cini, M., Della Croce, C.M., Maserti, B.E., 2011. Antibacterial and antioxidant activity of essential oils from Citrus spp. **Journal of Essential Oil Research**, **23**: 27-31.
- Gadoth, N., 2008. On fish oil and omega-3 supplementation in children: the role of such supplementation on attention and cognitive dysfunction. **Brain and Development**, **30** (5): 309–312.
- Gecgel, U., Demirci, A.S., Dulger, G.C., Gecgel, U., Tasan, M., Arici, M., Ay, O., 2016. Some physicochemical properties, fatty acid composition and antimicrobial characteristics of different cold-pressed oils. **La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse**, **92** (3): 187–200.
- Genc, Z., Yarat, A., Tunali-Akbay, T., Sener, G., Cetinel, S., Pisiriciler, R., Caliskan-Ak, E., Altintas, A., Demirci, B., 2011. The effect of stinging nettle (*Urtica dioica*) seed oil on experimental colitis in rats. **Journal of Medicinal Food**, **14** (12): 1554–1561.
- Gharby, S., Harhar, H., Bouzoubaa, Z., Asdadi, A., El Yadini, A., Charrouf, Z., 2015. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **16** (2): 105-111.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Raudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T.B., Chafchaoui-Moussaoui, I., Charrouf, Z., 2015. Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **14**: 172-177.
- Golmakani, M-T., Moayyedi, M., 2015. Comparison of heat and mass transfer of different microwave-assisted extraction methods of essential oil from *Citrus limon* (lisbon variety) peel. **Food Science & Nutrition**, **3** (6): 506–518.

- Gortzi, O., Lalas, S., Tsaknis, J., Chinou, I., 2007. Enhanced bioactivity of *Citrus limon* (lemon greek cultivar) extracts, essential oil and isolated compounds before and after encapsulation in liposomes. **Planta Medica**, **73** (9): 184.
- Gok, A., Kirbaslar, S.I., Kirbaslar, F.G., 2014. Comparison of lemon oil composition after using different extraction methods. **Journal of Essential Oil Research**, **27** (1): 17–22.
- Guerrero, G., Fuentes, R., Isasa, T., 2003. Fatty acids and carotenoids from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, **16** (2): 111-119.
- Guil-Guerrero, J.L., Reboloso-Fuentes, M.M., Torija Isasa, M.E., 2003. Fatty acids and carotenoids from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, **16** (2): 111–119.
- Güler, G., 2009. Soğuk Presyon ve Kimyasal Rafinasyon Yöntemleri ile Üretilen Kanola (kolza) Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 101 s.
- Harbige, L.S., Layward, L., Morris-Downes, M.M., Dumonde, D.C., Amor, S., 2000. The protective effects of omega-6 fatty acids in experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE) in relation to transforming growth factor-beta 1 (TGF- β 1) up-regulation and increased prostaglandin E2 (PGE2) production. **Clinical and Experimental Immunology**, **122** (3): 445–452.
- Hidalgo, F.J., Zamora, R., 2000. The role of lipids in nonenzymatic browning. **Grasas y Aceites**, **51** (1-2): 35-49.
- Ho, C.W., Aida Wan, W.M., Maskat, M.Y., Osman, H., 2006. Optimization of headspace solid phase microextraction (HS-SPME) for gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) analysis of aroma compound in palm sugar (*Arenga pinnata*). **Journal of Food Composition and Analysis**, **19**: 822-830.
- Holse, M., Petersen, M.A., Maruatona, G.N., Hansen, A., 2012. Headspace volatile composition and oxidative storage stability of pressed maramba bean (*Tylosema esculentum*) Oil. **Food Chemistry**, **132** (4): 1749–1758.

- Hojnik, M., Škerget, M., Knez, Ž., 2007. Isolation of chlorophylls from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). **Separation and Purification Technology**, **57** (1): 37–46.
- Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Abid, I., Medfei, W., Kallel, M., Brahim, N.B., Sebei, H., 2010. Composition of peel essential oils from four selected Tunisian Citrus species: Evidence for the genotypic influence. **Food Chemistry**, **123** (4): 1098–1104.
- Inhwan, K., Choe, E., 2005. Effects of bleaching on the properties of roasted sesame oil. **Journal of Food Science**, **70** (1): 48–52.
- Iskander, M.H., Hammam, A.M., Sorour, M.A., Mehanni, A.E., 2009. effect of storage period and antioxidants treatment on physicochemical characteristics and stability of cottonseed and canola oils. **Journal of Environmental Studies**, **1**: 55-64.
- İşleröğlü, H., Yıldırım, Z., Yıldırım, M., 2005. Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu. **Gaziosman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **22** (2): 23–30.
- Kachel-Jakubowska, M., Kraszkiewicz, A., Koszel, M., Przywara, A., 2015. Effects of thermal treatment of seeds on quality and oxidative stability of oils. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, **7**: 255–259.
- Kalia, A.N., Joshi, B.C., Mukhija, M., 2014. Pharmacognostical review of *Urtica dioica* L. **International Journal of Green Pharmacy**, **8** (4): 201-209.
- Karabaş, H., 2013. Soğuk pres ve solvent ekstraksiyon teknikleri ile üretilen aspi yağı ve aspir biyodizellerinin yağ ve yakıt özelliklerinin incelenmesi, pp 30–35. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 4-6 Eylül, Konya.
- Karaman, S., Karasu, S., Tornuk, F., Toker, O.S., Gecgel, U., Sagdic, O., Ozcan, N., Gul, O., 2015. Recovery potential of cold press byproducts obtained from the edible oil industry: physicochemical, bioactive, and antimicrobial properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** **63** (8): 2305–2313.
- Karaoğul, E., Ertaş, M., Altuntaş, E., Alma, M.H., 2012. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde yetişen defne (*Laurus nobilis*)' nin kimyasal içeriği, pp. 26-28 Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş.

- Karataş, G., 2015. Effects of Pre-treatments on Quality Characteristics and Oil Yields of Sesame Seeds. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 89 s.
- Kaya, N., Yılmaz, G., Telci, I., 2000. Farklı zamanlarda ekilen Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) populasyonlarının agronomik ve teknolojik özellikleri. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, **24** (3): 355–364.
- Kayahan, M., 2003. Yağ Kimyası, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 220 pp.
- Kayahan, M., 2016. Soğuk Pres Kayısı ve Erik Çekirdek Yağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu, 60 s.
- Kılıç, A., 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri. **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, **10** (13): 37–45.
- Kıralan, M., Ozkan, G., Bayrak, A., Ramadan, M.F., 2014. Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods. **Industrial Crops and Products**, **57**: 52–58.
- Kıralan, M., Ramadan, M.F., 2016. Volatile oxidation compounds and stability of safflower, sesame and canola cold-pressed oils as affected by thermal and microwave treatments. **Journal of Oleo Science**, **65** (10): 825–833.
- Kıralan, S.S., Kıralan, M., 2017. Soğuk pres ayçiçeği yağının farklı depolama koşullarındaki oksidatif stabilitesi. **Akademik Gıda**, **15** (2): 155–62.
- Kıralan, M., Calik, G., Kıralan, S., Ramadan, M.F., 2017. Monitoring stability and volatile oxidation compounds of cold-pressed flax seed, grape seed and black cumin seed oils upon photo-oxidation. **Journal of Food Measurement and Characterization**, doi 10.1007/s11694-017-9674-3.
- Kirbaslar, F.G., Kirbaslar, S.I., Pozan, G., Boz, I., 2009. Volatile constituents of Turkish orange (*Citrus sinensis* (L.) *osbeck*) peel oils. **Journal Essential Oil Bearing Plants**, **12** (5): 586–604.
- Koç, M., 2016. Soğuk Pres Tekniği ile Elde Edilen Farklı Üzüm Çeşitlerine Ait Çekirdek Yağlarının Fizikokimyasal Özellikleri ve Oksidatif Stabilitelerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 62 s.

- Kola, O., 2015. Short Note - Comparative analysis of physicochemical characteristics and fatty acid composition of seeds of black cumin, poppy, safflower and sesame. **Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse**, **92** (3): 211–217.
- Kostadinović Velićkovska, S., Brühl, L., Mitrev, S., Mirhosseini, H., Matthäus, B., 2015. Quality evaluation of cold-pressed edible oils from Macedonia. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **117** (12): 2023-2035.
- Krygier, K., Platek, T., 1999. Comparison of pressed and extracted rapeseed oils characteristics. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia.
- Kumar, R., Sharma, S., Sood, S., Agnihotri, V.K., Singh, B., 2013. Effect of diurnal variability and storage conditions on essential oil content and quality of damask rose (*Rosa damascena mill.*) flowers in north western himalayas. **Scientia Horticulturae** **154**: 102–108.
- Leo Lira, P.D., Retta, D., Tkacik, E., Ringuélet, J., Coussio, J.D., Van Baren, C., Bandoni, A.L., 2009. Essential oil and by-products of distillation of bay leaves (*Laurus nobilis* L.) from Argentina. **Industrial Crops and Products**, **30** (2): 259–264.
- Lercker, G., Rodriguez-Estrada, M.T., 2000. Chromatographic analysis of unsaponifiable compounds of olive oils and fat-containing foods. **Journal of Chromatography A**, **881** (1-2): 105-129.
- Li, S., Lo, C.Y., Ho, C.T., 2006. Hydroxylated polymethoxyflavones and methylated flavonoids in sweet orange (*Citrus sinensis*) peel. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **54** (12): 4176–4185.
- Liu, K., Chen, Q., Liu, Y., Zhou, X., Wang, X., 2012. Isolation and biological activities of decanal, linalool, valencene, and octanal from sweet orange oil. **Journal of Food Science**, **77** (11): 1156-1161.
- Lota, M.L., Serra, D.D.R., Félix, T., Casanova, J., 2000. Chemical variability of peel and leaf essential oils of mandarins from *Citrus reticulata* blanco. **Biochemical Systematics and Ecology**, **28** (1): 61–78.

- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J., Gao, J.M., Yu, L.L., 2010. Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. **LWT-Food Science and Technology**, **43** (9): 1409–1413.
- Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E., Yu, L.L., 2011. Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. **Food Chemistry** **128** (2): 391–399.
- Maier, T., Schieber, A., Kammerer, D.R., Carle, R., 2009. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. **Food Chemistry**, **112** (3): 551–559.
- Makala, H., 2015. Cold-pressed oils as functional food. **Plant Lipids Science, Tecnology, Nutritional Value and Benefits to Human Health**: 185-200.
- Marmesat, S., Morales, A., Velasco, J., Ruiz-Mendez, M.V., Dobarganes, M.C., 2009. Relationship between changes in peroxide value and conjugated dienes during oxidation of sunflower oils with different degree of unsaturation. **Grasas y Aceites**, **60** (2): 155–160.
- Marquez-Ruiz, G., Martin-Polvillo, M., Dobarganes, M.C., 1996. Quantitation of oxidized triglyceride monomers and dimers as a useful measurement for early and advanced stages of oxidation. **Grasas y Aceites**, **47** (1): 48–53.
- Martín-Polvillo, M., Márquez-Ruiz, G., Dobarganes, M.C., 2004. Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **81** (6): 577–583.
- Martinello, M., Hecker, G., Pramparo, M.C., 2007. Grape seed oil deacidification by molecular distillation: analysis of operative variables influence using the response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, **81** (1): 60–64.
- Martinchik, A.N., 2011. Nutritional value of sesame seeds. **Voprosy pitaniia**, **80** (3): 41–43.

- Mediouni Ben Jemâa, J., Tersim, N., Taleb Toudert, K., Khouja, M.L., 2012. Insecticidal activities of essential oils from leaves of *Laurus nobilis* L. from Tunisia, Algeria and Morocco, and comparative chemical composition. **Journal of Stored Products Research**, **48**: 97–104.
- Methods, Standard, and F O R The. 1979. 51 Pure and Applied Chemistry **Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives**.
- Misharina, T.A., Samusenko, A.L., 2008. Antioxidant properties of essential oils from lemon, grapefruit, coriander, clove and their mixtures. **Applied Biochemistry and Microbiology**, **45** (4): 438-442.
- Mitiku, S.B., Sawamura, M., Itoh, T., Ukeda, H., 2000. Volatile components of peel cold-pressed oils of two cultivars of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) osbeck) from Ethiopia. **Flavour and Fragrance Journal**, **15** (4): 240–244.
- Mohdaly, A.A.A., Sarhan, M.A., Mahmoud, A., Ramadan, M.F., Smetanska, I., 2010. Antioxidant efficacy of potato peels and sugar beet pulp extracts in vegetable oils protection. **Food Chemistry**, **123** (4): 1019–1026.
- Mohdaly, A.A.A., Smetanska, I., Ramadan, M.F., Sarhan, M.A., Mahmoud, A., 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. **Industrial Crops and Products**, **34** (1): 952–959.
- Morris, D.H., 2001. Essential nutrients and other functional compounds in flaxseed. **Nutrition Today**, **36** (3): 159–162.
- Morris, J.B. 2002. Food, industrial, nutraceutical, and pharmaceutical uses of sesame genetic resources. p. 153–156. In: Trends in new crops and new uses (Eds: J. Janick, A. Whipkey). ASHS Press, Alexandria, VA.
- Moosavy, M.H., Hassanzadeh, P., Mohammadzadeh, E., Mahmoudi, R., Khatibi, S.A., Mardani, K., 2017. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of lemon (*Citrus limon*) peel in vitro and in a food model. **Journal of Food Quality and Hazards Control**, **4** (2): 42-48.

- Msaada, K., Hosni, K., Taarit, M.B., Chahed, T., Kchouk, M.E., Marzouk, B., 2007. Changes on essential oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits during three stages of maturity. **Food Chemistry**, **102** (4): 1131–1134.
- Nas, S., Gökalp, Y.H., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Yayınları No: 005. Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli, 284 s.
- Nayak, S., Nalabothu, P., Sandiford, S., Bhogadi, V., Adogwa, A., 2006. Evaluation of wound healing activity of *Allamanda cathartica*. L. and *Laurus nobilis*. L. extracts on rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, **6** (12): 1–6.
- Ndjouenkeu, R., Ngassoum, M., 2002. Etude comparative de la valeur en friture de quelques huiles végétales. **Journal of Food Engineering**, **52**: 121–125.
- Nederal, S., Škevin, D., Kraljić, K., Obranović, M., Papeša, S., Bataljaku, A., 2012. Chemical composition and oxidative stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **89** (9): 1763–1770.
- Oliwiecki, S., Burton, J.L., Elles, K., Horrobin, D.F., 1991. Levels of essential and other fatty acids in plasma and red cell phospholipids from normal controls and patients with atopic eczema. **Acta Dermato-Venereologica**, **71** (3): 224–228.
- Oomah, B.D., 2001. Flaxseed as a functional food source. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **81** (9): 889–894.
- Oomah, B.D., Mazza, G., 1997. Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. **LWT - Food Science and Technology**, **30** (2): 135–140.
- Oz, F., 2014. Effects of water extract of *Urtica dioica* L. on the quality of meatballs. **Journal of Food Processing and Preservation**, **38** (3): 1356–1363.
- Ozcan, B., Esen, M., Sangun, M.K., Coleri, A., Caliskan, M., 2010. Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. **Journal of Environmental Biology**, **31** (5): 637–641.
- Ozcan, M., Chalchat, J.C., 2005. Effect of different locations on the chemical composition of essential oils of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves growing wild in Turkey. **Journal Medical Food**, **8** (3): 408–411.

- Ozkan, G., Baydar, H., Erbas, S., 2010. The influence of harvest time on essential oil composition, phenolic constituents and antioxidant properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **90** (2): 205–209.
- Ozkan, G., Sagdic, O., Baydar, N.G., Kurumahmutoglu, Z., 2004. Antibacterial activities and total phenolic contents of grape pomace extracts. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **84** (14): 1807–1811.
- Ören, D., 2013. Soğuk Pres ve Süper Akışkan Karbondioksit Ekstraksiyon Metodu ile Elde Edilen Buğday Ruşeym Yağlarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 45 s.
- Özçelik, B., Evranuz, Ö., 1998. Yağlı tohumlarda lipid oksidasyonu: etkili faktörler ve ölçüm yöntemi. **Gıda**, **23** (3): 221–227.
- Özgül, O., 2009. *Stachys bombycina*, *Stachys macrantha* ve *Satureja spicigera* Bitkilerinin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Gc/Ms ile Belirlenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 122 s.
- Pardo, J.E., Fernandez, E., Rubio, M., Alvarruiz, A., Alanso, G.L., 2009. Characterization of grape seed oil from different grape varieties (*Vitis vinifera*). **European Journal of Lipid Science and Technology**, **111** (2): 188–193.
- Parker, T.D., Adams, D.A., Zhou, K., Harris, M., Yu, L., 2003. Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. **Journal of Food Science**, **68** (4): 1240–1243.
- Parry, J., Su, L., Moore, J., Cheng, Z., Luther, M., Rao, J.N., Wang, J.Y., Yu, L.L., 2006. Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **54** (11): 3773–3778.
- Passos, C.P., Silva, R.M., Da Silva, F.A., Coimbra, M.A., Silva, C.M., 2010. Supercritical fluid extraction of grape seed (*Vitis vinifera* L.) oil. Effect of the operating conditions upon oil composition and antioxidant capacity. **Chemical Engineering Journal**, **160** (2): 634–640.

- Politeo, O., Jukić, M., Miloš, M., 2007. Chemical composition and antioxidant activity of free volatile aglycones from laurel (*Laurus nobilis* L.) compared to its essential oil. **Croatica Chemica Acta**, **80** (1): 121-126.
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H., 2014. The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **91** (8): 1291–1301.
- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar M., 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, **269** (2): 337-341.
- Purushothaman, K., Nagarajan, G., 2009. Experimental investigation on a c.i. engine using orange oil and orange oil with DEE. **Fuel**, **88** (9): 1732–1740.
- Qiao, Y., Xie, B.J., Zhang, Y., Zhang, Y., Fan, G., Yao, L.X., Pan, S.Y., 2008. Characterization of aroma active compounds in fruit juice and peel oil of jinchen sweet orange fruit (*Citrus sinensis* (L.) *osbeck*) by GC-MS and GC-O. **Molecules**, **13** (6): 1333–1344.
- Rafajlovska, V., Rizova, V., Djarmati, Z., Tesevic, V., Cvetkov, L., 2001. Contents of fatty acids in stinging nettle extracts (*Urtica dioica* L.) obtained with supercritical carbon dioxide. **Acta Pharmaceutica**, **51**: 45–51.
- Rahmani, M., Csallany, A.S., 1998. Role of minor constituents in the photooxidation of virgin olive oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **75** (7): 837–843.
- Rajeshwari, U., Andallu, B., 2011. Medicinal benefits of coriander (*Coriandrum sativum* L.). **Review Article Spatula DD**, **1** (1): 51–58.
- Ramadan, M.F., Mörsel, J.T., 2002. Oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit-seeds. **European Food Research and Technology**, **215** (3): 204–209.
- Ramadan, M.F., Kroh, W.L., Mörsel, J.T., 2003. Radical scavenging activity of black cummin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils and oil fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **51** (24): 6961–6969.

- Ramadan, M.F., Mörsel, J.T., 2004. Oxidative stability of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizota abyssinica* Cass.) crude seed oils upon stripping. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **106** (1): 35–43.
- Ramadan, M.F., 2007. Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): An overview. **International Journal of Food Science and Technology**, **42** (10): 1208–1218.
- Ramadan, M.F., Amer, M.M.A., Awad, A.El-S., 2008. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed oil improves plasma lipid profile in rats fed a diet containing cholesterol. **European Food Research and Technology**, **227** (4): 1173-1182.
- Ramadan, M.F., Asker, M.M.S., Tadros, M., 2012. Antiradical and antimicrobial properties of cold-pressed black cumin and cumin oils. **European Food Research and Technology**, **234** (5): 833–844.
- Ramadan, M.F., 2013. Healthy blends of high linoleic sunflower oil with selected cold pressed oils: functionality, stability and antioxidative characteristics. **Industrial Crops and Products**, **43** (1): 65–72.
- Ramtin, M., Massha, A., Khoshkholgh-Pahlaviani, M.R.M., Issazadeh, K., Assmar, M., Zarrabi, S., 2012. In vitro antimicrobial activity of *Iris pseudacorus* and *Urtica dioica*. **Zahedan Journal of Research in Medical Sciences**, **16** (3): 35-39.
- Ravi, R., Prakash, M., Bhat, K.K., 2007. Aroma characterization of coriander (*Coriandrum sativum* L.) oil samples. **European Food Research and Technology**, **225** (3–4): 367–374.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evana, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, **26** (9–10): 1231–1237.
- Rękas, A., Ścibisz, I., Siger, A., Wroniak, M., 2017. The effect of microwave pretreatment of seeds on the stability and degradation kinetics of phenolic compounds in rapeseed oil during long-term storage. **Food Chemistry**, **222**: 43–52.

- Sagdic, O., Ozturk, I., Ozkan, G., Yetim, H., Ekici, L., Yilmaz, M.T., 2011a. RP-HPLC-DAD analysis of phenolic compounds in pomace extracts from five grape cultivars: evaluation of their antioxidant, antiradical and antifungal activities in orange and apple juices. **Food Chemistry**, **126** (4): 1749–1758.
- Sagdic, O., Ozturk, I., Yilmaz, M.T., Yetim, H., 2011b. Effect of grape pomace extracts obtained from different grape varieties on microbial quality of beef patty. **Journal of Food Science**, **76** (7): 515-521.
- Sağsöz, S., 1995. Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yayınları No:677. Erzurum, 299 s.
- Sangun, M.K., Aydin, E., Timur, M., Karadeniz, H., Caliskan, M., Ozkan, A., 2007. Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. **Journal of Environmental Biology**, **28** (4): 731–733.
- Sarrou, E., Chatzopoulou, P., Dimassi-Theriou, K., Therios, I., 2013. Volatile constituents and antioxidant activity of peel, flowers and leaf oils of *Citrus aurantium* L. growing in Greece. **Molecules**, **18** (9): 10639–10647.
- Sayyah, M., Saroukhani, G., Peirovi, A., Kamalinejad, M., 2003. Analgesic and anti-inflammatory activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* Linn. **Phytotherapy Research**, **17** (7): 733–736.
- Sellami, I.H., Wannes, W.A., Bettaieb, I., Berrami, S., Chahed, T., Marzouk, B., Limam, F., 2011. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, **126** (2): 691–697.
- Sevindik, O., Selli, S., 2016. Üzüm çekirdek yağı eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri. **Gıda/The Journal of Food**, **42** (1): 95–103.
- Shahidi, F., Spurvey, S.A., 1996. Oxidative stability of fresh and heated-processed dark and light muscles of mackerel (*Scomber scombrus*). **Journal of Food Lipids**, **3** (1): 13–25.
- Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C.M., Wall, D.S., 2006. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. **Food Chemistry**, **99** (3): 478–483.

- Shahidi, F., Zhong, Y., 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, **39** (11): 4067-4079.
- Sharma, N., Tripathi, A., 2008. Effects of *Citrus sinensis* (L.) *osbeck* epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. **Microbiological Research**, **163** (3): 337–344.
- Shim, Y.Y., Gui, B., Wang, Y., Reaney, M.J.T., 2015. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil processing and selected products. **Trends in Food Science & Technology**, **43** (2): 162–177.
- Shao, D., 2013. Chemi-Nutritional characteristics of tomato pomace and utilization of tomato seed. Yangling: Northwest A&F University.
- Shao, D., Venkitasamy, C., Li, X., Pan, Z., Shi, J., Wang, B., Teh, H.E., McHugh, T.H., 2015. Thermal and storage characteristics of tomato seed oil. **Food Science and Technology**, **63**: 191- 197.
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M., Lampart-Szczapa, E., 2008. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. **Journal of Food Lipids**, **15** (2): 137–149.
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M., Lampart-Szczapa, E., Hoffman, A., 2005. Antioxidant activity of phenolic compounds of selected cold-pressed and refined plant oils. **Rośliny Oleiste – Oilseed Crops**, **26** (2): 549–59.
- Simopoulos, A. P., Leaf, A., Salem, N., 2000. Workshop statement on the essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **In Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, **63** (3): 119–121.
- Smith, D.E., Salerno, J.W., 1992. Selective growth inhibition of a human malignant melanoma cell line by sesame oil in vitro. **Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, **46** (2): 145-150.
- Soares, B.V., Morais, S.M., Dos Santos Fontenelle, R.Q., Queiroz, V.A., Pereira, C.M.C., Brito, E.S., Neto, M.A.S., Brito, E.H.S., Cavalcante, C.S.P., Castelo-Branco, D.S.C.M., Rocha, M.F.G., 2012. Antifungal activity, toxicity and chemical composition of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. fruits. **Molecules**, **17** (7): 8439–8448.

- Spadaro, F., Circosta, C., Costa, R., Pizzimenti, F., Palumbo, D.R., Occhiuto, F., 2012. Volatile fraction composition and biological activity of lemon oil (*Citrus limon* L. burm.): comparative study of oils extracted from conventionally grown and biological fruits. **The Journal of Essential Oil Research**, **24** (2): 187–193.
- Sparr Eskilsson, C., Björklund, E., 2000. Analytical-scale microwave-assisted extraction. **Journal of Chromatography A**, **902** (1): 227–250.
- Subramanian, R., Nandini, K.H., Sheila, P.M., Gopalakrishna, A.G., Raghavarao, K. S. M. S., Nakajima, M., Kimura, T., Maekawa, T., 2000. Membrane processing of used frying oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **77** (3): 323–328.
- St. Angelo, A.J., Vercellotti, J., Jacks, T., Legendre, M., 1996. Lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **36** (3): 175–224.
- Sultan, M.T., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A., Akhtar, S., Nasir, M., 2009. Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. **Pakistan Journal of Botany**, **41** (3): 1321–1330.
- Szterk, A., Roszko, M., Sosinska, E., Derewiaka, D., Lewicki, P.P., 2010. Chemical composition and oxidative stability of selected plant oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **87** (6): 637–645.
- Şeran, E.B., 2011. Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem ile Soğuk Pres Yağlarında Verim ve Kalitenin Arttırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 93 s.
- Şimşek, A., 2008. Kızartma Yağlarının Kararlılığı ve Termal Yöntemler ile Kalitesinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 55 s.,
- Tan, C.P., Che Man, Y.B., Selamat, J., Yusoff, M.S.A., 2002. Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. **Food Chemistry**, **76** (3): 385–389.

- Tangolar Gok, S., Özoğul, Y., Tangolar, S., Torun, A., 2009. Evaluation of fatty acid profiles and mineral content of grape seed oil of some grape genotypes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, **60** (1): 32–39.
- Tanska, M., Roszkowska, B., Skrajda, M., Dabrowski, G., 2016. Commercial cold pressed flaxseed oils quality and oxidative stability at the beginning and the end of their shelf life. **Journal of Oleo Science**, **65** (2): 111–121.
- Tarpila, A., Wennberg, T., Tarpila, S., 2005. Flaxseed as functional food. **Current Topics in Nutraceutical Research**, **3** (3): 167-188.
- Teh, S.S., Birch, J., 2013. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. **Journal of Food Composition and Analysis**, **30** (1): 26–31.
- Teh, S.S., Morlock, G.E., 2015. Effect-directed analysis of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils by planar chromatography linked with (bio)assays and mass spectrometry. **Food Chemistry**, **187**: 460–468.
- Tetik, N., Karhan, M., 2006. Turunçgil kabuk yağlarının elde edilmesi ve gıda endüstrisinde kullanılması. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **3** (1306–7648): 71–77.
- Thanonkaew, A., Wongyai, S., McClements, D.J., Decker, E.A., 2012. Effect of stabilization of rice bran by domestic heating on mechanical extraction yield, quality, and antioxidant properties of cold-pressed rice bran oil (*Oryza sativa* L.). **Food Science and Technology**, **48** (2): 231–236.
- Toroğlu, S., Çenet, M., 2006. Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, **9** (2): 1-9.
- Turek, C., Stintzing, F.C., 2011. Evaluation of selected quality parameters to monitor essential oil alteration during storage. **Journal of Food Science**, **76** (9): 1365-1375.
- Turek, C., Stintzing, F.C., 2013. Stability of essential oils: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, **12** (1): 40–53.

- Tynek, M., Pawłowicz, R., Gromadzka, J., Tylingo, R., Wardencki, W., Karlovits, G., 2012. Virgin rapeseed oils obtained from different rape varieties by cold pressed method - their characteristics, properties, and differences. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **114** (3): 357–366.
- Uluata, S., 2010. Bazı Bitkisel Yağların Karakterizasyonu. İnönü Üniveritesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya, 128 s.
- Upton, R., 2013. Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): extraordinary vegetable medicine. **Journal of Herbal Medicine**, **3** (1): 9–38.
- Uitterhaegen, E., Sampaio, K.A., Delbeke, E.I.P., De Greyt, W., Cerny, M., Evon, M., Merah, O., Talou, T., Stevens, C.V., 2016. Characterization of french coriander oil as source of petroselinic acid. **Molecules**, **21** (9): 1202- 1215.
- Üstün, Z., 2015. Soğuk Pres Çörekotu Tohum Yağının Fizikokimyasal Özelliklerinin Korunması ve Katma Değerli Ürün Tasarımı.Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 163 s.
- Van Hoed, V., Barbouche, I., De Clercq, N., Dewettinck, K., Slah, M., Leber, E., Verhé, R., 2011. Influence of filtering of cold pressed berry seed oils on their antioxidant profile and quality characteristics. **Food Chemistry**, **127** (4): 1848–1855.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., 2009. Chemical composition of mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.), lemon (*Citrus limon* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, **12** (2): 236–243.
- Wang, H.F., Yih, K.H., Yang, C.H., Huang, K.H., 2017., Anti-oxidant activity and major chemical component analyses of twenty-six commercially available essential oils. **Journal of Food and Drug Analysis**, **25** (4): 881-889.
- Wangensteen, H., Samuelsen, A.B., Malterud, K.E., 2004. Antioxidant activity in extracts from coriander. **Food Chemistry**, **88** (2): 293–297.
- Wasowicz, E., Gramza, A., Hes, M., Jelen, H. H., Korczak, J., Malecka, M., Mildner-Szkudlarz, S., Rudzinska, M., Samotyja, U., Zawirska-Wojtasiak, R., 2004. Oxidation of lipids in food. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, **13** (48 61): 87–100.

- Wei, A., Shibamoto, T., 2007. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **55** (5): 1737–1742.
- White, P.J., 1991. Methods for measuring changes in deep fat frying oils. **Food Technology**, **45** (2): 75 – 80.
- White, R.E., Thomas, P.S., Phillips, M.R., Wuhrer, R., 2005. A DSC Study of the effect of lead pigments on the drying of cold pressed linseed oil. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, **80** (1), 237–39.
- Wolf, G., 1997. Gamma-tocopherol: An efficient protector of lipids against nitric oxide-initiated peroxidative damage. **Nutrition Reviews**, **55** (10): 376–378.
- Wroniak, M., Krygier, K., Kaczmarczyk, M., 2008. Comparison of the quality of cold pressed and virgin rapeseed oils with industrially obtained oils. **Polish Journal of Food and Nutrition Science**, **58** (1): 85–89.
- Wroniak, M., Rekas, A., 2016. Nutritional value of cold-pressed rapeseed oil during long term storage as influenced by the type of packaging material, exposure to light & oxygen and storage temperature. **Journal of Food Science and Technology**, **53** (2): 1338–1347.
- Yalcin, H., Akın, M., Şanda, M.A., Cakır, A., 2007. Gas chromatography/mass spectrometry analysis of *Laurus nobilis* essential oil composition of Northern Cyprus. **Journal of Medical Food**, **10** (4): 715–719.
- Yalcin, H., Kavuncuoglu, H., Ekici, L., Sagdic, O., 2017. Determination of fatty acid composition, volatile components, physico-chemical and bioactive properties of grape (*Vitis vinifera*) seed and seed oil. **Journal of Food Processing and Preservation**, **41** (2): 1–9.
- Yanishlieva-Maslarova, N.V., 2001. Inhibiting oxidation, pp. 22-70. In: Antioxidants in food: Practical Applications (Eds: J. Pokorný, N. Yanishlieva, M. Gordon). Woodhead Publishing, America,
- Yener, Z., Celik, I., Ilhan, F., Bal, R., 2009. Effects of *Urtica dioica* L. seed on lipid peroxidation, antioxidants and liver pathology in aflatoxin-induced tissue injury in rats. **Food and Chemical Toxicology**, **47** (2): 418–424.

- Yetim, H., Kesmen, Z., 2009. In: Gıda Analizleri. Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 163. Erciyes Üniversitesi Matbaası, Kayseri, 346 s.
- Yetim, H., Sagdic, O., Ozturk, I., 2008. Fatty acid compositions of cold press oils of seven edible plant seeds grown in Turkey. **Chemistry of Natural Compounds**, **44** (5): 634–636.
- Yıldırım, G., 2009. Effect Of Storage Time On Olive Oil Quality. İzmir İleri teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İzmir, 177 s.
- Yılmaz, Y., Toledo, R., 2005. Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. **Food Chemistry**, **93** (2): 273-278.
- Zeng, W-C., Zhu, R-X., Jia, Li-R., Gao, H., Zheng, Y., Sun, Q., 2011. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil from *Gnaphlium affine*. **Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, **49** (6): 1322–1328.
- Zougagh, M., Valcárcel, M., Ríos, A., 2004. Supercritical fluid extraction: A critical review of its analytical usefulness. **Trends in Analytical Chemistry**, **23** (5): 399–405.
- www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/def1d03eee6c46ed916157f2f7e01e26.pdf
(Erişim tarihi: Ocak 2018).
- https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Defne_Eylem_Plani.pdf (Erişim tarihi: Ocak 2018).
- http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: Ocak 2018).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Tuğba DEDEBAŞ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 4 Haziran 1983, Sakarya

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 505 269 30 94

email: tugbadedebas@gmail.com

Yazışma Adresi: Afyon Kocatepe Üniversitesi Bolvadin Meslek Yüksekokulu

Bolvadin /AFYON

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	SDÜ Fen Bilimler Enstitüsü	2009
Lisans	SDÜ Müh. Fakültesi Gıda Müh. Bölümü	2006
Lise	Muharrem Hasbi Koray Lisesi, Balıkesir	2001

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2014-Halen	Afyon Kocatepe Üni. Bolvadin MYO	Öğretim Görevlisi
2010-2014	Gümüşhane Üni. Şiran Mustafa Beyaz MYO	Öğretim Görevlisi

YABANCI DİL

İngilizce,

YAYINLAR

(SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler)

- Öner, Z., Şanlıdere-Aloğlu, H., Dedebaş T., 2011. Determination of antioxidant capacity in milk from various animals and human. Milchwissenschaft 66(2)133-135.

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

1. Öner, Z., Şanlıdere Aloğlu, H., Ölmez, Z., Dedebaş, T., 2007. Transglutaminaz Enziminin Süt Proteinlerine ve Proteinlerin Fonksiyonları Üzerine Etkisi, 5. Gıda Mühendisliği Kongresi. Poster Sunum.
2. Dedebaş, T., Öner, Z., 2009. Sfingolipitlerin Sağlık Üzerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Poster Sunum.
3. Dedebaş T., Şanlıdere H., Öner Z. 2009. Farklı Sütlerin Antioksidan Özellikleri, XVI. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi Antalya. Sözlü Sunum.
4. Öner Z., Aloğlu H., Sağiroğlu T., Dedebaş T., 2009. Yalvaçta Üretilen Kaymakların Özelliklerinin Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Poster Sunum.
5. Dedebaş, T., Öner,Z., 2010. Sfingolipitler ve Sağlık Açısından Önemi, Akademik Gıda Dergisi, 8:1, 39-43.
6. Öner Z., Şanlıdere Aloğlu H., Sarıoğlu T., Dedebaş T., 2010. Yalvaç'ta Üretilen Kaymakların Özelliklerinin Belirlenmesi, Süt Dünyası Dergisi, 27, 60-63.
7. Demirci T., Öner Z., Dedebaş T., Alp D., 2010. Kuşburnu İçeren Yoğurtların Özelliklerinin Belirlenmesi, Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Poster Sunum.
8. Ertop U., Dedebaş, T., 2012. Kuşburnu'nun Geleneksel Tüketim Şekilleri, 3.Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Poster Sunum.
9. Dedebaş, T., İlder,Ş.M., Ekici, L., Sağdıç, O., 2013. Traditional Functional A Product : Bitter Melon. 2. Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Poster Sunum.
10. İlder,Ş.M., Dedebaş, T., Sağdıç, O., 2015. Traditional Turkish Olive Products. 3.Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Poster Sunum.
11. Dedebaş, T., İlder,Ş.M., Sağdıç, O., 2015. Traditional Aksehir Cherry Delight. 3.Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Poster Sunum.

12. apar Dursun, T., Dedebaş, T., Kavuncuoğlu, H., Sağdı, O., Yalın, H., 2017.Squalen ve Sağlık zerine Etkisi. Yabited 3.Bitkisel Yağ Kongresi, Poster Sunum.
13. Dedebas, T., Karatas, S.M., Ekici, L., Sagdic, O., 2017. Bioactive Properties of Dandelion. Reyhan Kongresi, Poster Sunum.

