

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SOĞUK PRES VE ÇÖZÜCÜ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN HAŞHAŞ
VE KENEVİR TOHUMU YAĞLARININ BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Nabi ABDALİ
DANIŞMAN: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SOĞUK PRES VE ÇÖZÜCÜ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN HAŞHAŞ
VE KENEVİR TOHUMU YAĞLARININ BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Nabi ABDALİ

VAN-2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU danışmanlığında, Nabi ABDALI tarafından sunulan “**Soğuk Pres ve Çözücü Ekstraksiyon Yöntemlerinin Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 05/07/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

İmza:

Üye: Doç. Dr. M. Dilek AVŞAROĞLU

İmza:

Üye: Doç. Dr. Emre BAKKALBAŞI

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/....../2021 tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../2021

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Harun AKKUŞ

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nabi ABDALI



ÖZET

SOĞUK PRES VE ÇÖZÜCÜ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN HAŞHAŞ VE KENEVİR TOHUMU YAĞLARININ BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ABDALI, Nabi

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

Temmuz 2021, 49 sayfa

Bu çalışmada soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ve 400 ppm askorbil palmitatın hızlandırılmış oksidasyon koşullarında haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının bazı özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının baskın yağ asidinin linoleik asit olduğu saptanırken, kenevir tohumu yağının linolenik asit içeriği de yüksek bulunmuştur. Kenevir tohumu yağının toplam tokoferol içeriği ve fenolik bileşen içeriği haşhaş tohumu yağından daha yüksek bulunurken, oksidasyon koşullarında her iki yağ örneğinin tokoferol içeriğinde önemli düzeyde düşüş saptanmıştır. Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş tohumu yağının serbest asitlik düzeyi soğuk pres eşdeğerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Kenevir tohumu yağının peroksit değeri haşhaş tohumu yağından daha yüksek olduğu saptanırken, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında örneklerin peroksit içeriklerinde önemli artış saptanmıştır. Soğuk pres ile elde edilen haşhaş tohumu yağının konjuge dien içeriği çözücü ekstraksiyonu eşdeğerinden düşük bulunurken, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında her iki yağ örneğinin konjuge dien ve konjuge trien içeriklerinde önemli düzeyde artış tespit edilmiştir. Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren maddeler içeriği sırasıyla, 0.095-3.266 ve 17.480-31.762 mg MAD/kg yağ arasında değiştiği saptanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında her iki yağın tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren maddelerin içeriklerinde zamana bağlı olarak önemli düzeyde artış saptanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında 400 ppm askorbil palmitatın varlığı oksidasyonun birincil ve ikincil ürünlerinin oluşumunu önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Haşhaş tohumu, Kenevir tohumu, Oksidasyon, Tokoferol, Yağ asidi.



ABSTRACT

THE EFFECT OF COLD PRESS AND SOLVENT EXTRACTION METHODS ON SOME PROPERTIES OF POPPY AND HEMP SEED OILS

ABDALI, Nabi

M.Sc. Thesis, Food Engineering Department

Supervisor: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

July 2021, 49 pages

In this study the effects of cold press and solvent extraction methods and 400 ppm ascorbyl palmitate under accelerated oxidation conditions on some properties of poppy and hemp seed oils have been investigated. While linoleic acid was the dominant fatty acid in both oils, hemp seed oil showed high amount of linolenic acid. The total tocopherol and phenolic contents of hemp seed oil were found higher than those of poppy seed and the tocopherol contents of samples significantly reduced during accelerated oxidation condition. The free acidity of poppy seed oil from solvent extraction was higher than that of cold press sample. The peroxide value of hemp seed oil was higher than its poppy seed oil counterpart and the peroxide values of all samples significantly increased during accelerated oxidation condition. The conjugate dien content of cold press poppy seed was lower than that of solvent extraction and the conjugated dien and conjugated trien contents of all samples increased during accelerated oxidation condition. The thiobarbituric acid reactive substances values of poppy and hemp seed oils varied between 0.095-3.266 ve 17.480-31.762 mg MAD/kg oil, respectively. The thiobarbituric acid reactive substances values of all samples significantly increased during accelerated oxidation. The precense of 400 ppm ascorbyl palmitate considerably reduced the formation of primary and secondary oxidation products under accelerated oxidation condition.

Keywords: Poppy seed, Hemp seed, Oxidation, Tocopherol, Fatty acid.



ÖN SÖZ

Tez çalışmamda yardımlarını, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU'na, çalışmalarımda yardımları olan hocalarım Doç. Dr. Raciye MERAL, Doç. Dr. Emre BAKKALBAŞI, Dr. Öğr. Üyesi Yağmur ERİM KÖSE, Araş. Gör. Emine OKUMUŞ ve Araş. Gör. Tahir YÜCEL'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her evresinde maddi manevi her koşulda yanımda olan desteklerini esirgemeyen bu günlere gelmemde en büyük katkısı olan kıymetli babam Mustafa ABDALI'ya ve canım annem Farideh TAGILU'ya, her koşulda yanımda olup ve tez çalışmalarım boyunca beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan desteğini esirgemeyen canım eşim Leyli PARSA'ya ve canım kızım Deniz'e ve tüm Aileme ve Dostlarıma sonsuz teşekkürler ederim.

2021

Nabi ABDALI



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Yağlı tohumdan yağ elde etme yöntemleri	13
3.2.1.1. Soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmesi.....	13
3.2.1.3. Çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile yağ elde edilmesi	14
3.2.2. Uygulanan analizler	15
3.2.2.1. Yağ asidi bileşiminin belirlenmesi.....	15
3.2.2.2. Tokoferol tayini.....	15
3.2.2.3. Toplam fenolik madde tayini	16
3.2.2.4. DPPH radikali süpürme ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi	16
3.2.2.5. Serbest asitlik tayini	17
3.2.2.6. Peroksit sayısı tayini	17
3.2.1.7. Konjuge dien ve konjuge trien tayini	18
3.2.2.8. TBARS analizi	18
3.2.2.9. Schaal fırın testi.....	18
3.2.2.10. İstatistiksel değerlendirme	19
4. BULGULAR	21
4.1. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Yağ Asidi Bileşimleri.....	21
4.2. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Tokoferol İçerikleri	23
4.3. Haşhaş ve Kenevir Tohumlarının Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	25

	Sayfa
4.4. Haşhaş ve Kenevir Tohumlarının Antioksidan Aktivite Değerleri.....	26
4.5. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Serbest Asitlik Değerleri	26
4.6. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Peroksit Değerleri	28
4.7. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Konjuge Dien ve Trien Değerleri.....	30
4.8. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının TBARS Değerleri.....	35
5. TARTIşMA VE SONUÇ.....	39
KAYNAKLAR.....	45
ÖZ GEÇMİş.....	49



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Gaz kromatografisinin çalışma koşulları	15
Çizelge 3.2. HPLC'nin çalışma koşulları.....	16
Çizelge 4.1. Haşhaş Tohumu yağlarının yağ asidi bileşimleri.....	22
Çizelge 4.2. Kenevir tohumu yağlarının yağ asidi bileşimleri.....	22
Çizelge 4.3. Haşhaş tohumu yağlarının tokoferol içerikleri	23
Çizelge 4.4. Kenevir tohumu yağlarının tokoferol içerikleri	24
Çizelge 4.5. Haşhaş ve kenevir tohumlarının toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/g yağsız kısım).....	25
Çizelge 4.6. Haşhaş ve kenevir tohumlarının DPPH değerleri (% inhibisyon)	26
Çizelge 4.7. Haşhaş tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri (%)	26
Çizelge 4.8. Kenevir tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri (%)	28
Çizelge 4.9. Haşhaş tohumu yağlarının peroksit değerleri (meq O ₂ /kg yağ).....	29
Çizelge 4.10. Kenevir tohumu yağlarının peroksit değerleri (meq O ₂ /kg yağ)	30
Çizelge 4.11. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge dien (K ₂₃₂) değerleri	31
Çizelge 4.12. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge trien (K ₂₇₀) değerleri.....	31
Çizelge 4.13. Kenevir tohumu yağlarının konjuge dien (K ₂₃₂) değerleri	33
Çizelge 4.14. Kenevir tohumu yağlarının konjuge trien (K ₂₇₀) değerleri.....	34
Çizelge 4.15. Haşhaş tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ)	36
Çizelge 4.16. Kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ)	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çözücü ekstraksiyonu işlemi.....	14
Şekil 4.1. Haşhaş tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri.....	27
Şekil 4.2. Kenevir tohumu yağlarının serbest asit sayısı değerleri.....	28
Şekil 4.3. Haşhaş tohumu yağlarının peroksit içerikleri (meq O ₂ /kg yağ).....	29
Şekil 4.4. Kenevir tohumu yağlarının peroksit içerikleri (meq O ₂ /kg yağ).....	30
Şekil 4.5. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge dien değerleri.....	31
Şekil 4.6. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge trien değerleri	32
Şekil 4.7. Kenevir tohumu yağlarının konjuge dien değerleri.....	34
Şekil 4.8. Kenevir tohumu yağlarının konjuge trien değerleri	35
Şekil 4.9. Haşhaş tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ).....	37
Şekil 4.10. Kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ).....	37



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

°C	Santigrat derece
dk	Dakika
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
kg	Kilogram
meq	Miliekivalan
mg	Miligram
mg/kg	Miligram/kilogram
ml	Mililitre
ppm	Milyonda bir
α	Alfa
γ	Gama

Kısaltmalar

Açıklama

AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Resmi Analitik Kimyacılar Birliği)
ÇE	Çözücü Ekstraksiyonu
DPPH	2,2-difenilpikrilhidrazil
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
GC	Gaz Kromatografisi
HPLC	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
K ₂₃₂	Konjuge Dien
K ₂₇₀	Konjuge Trien

Kısaltmalar**Açıklama****MAD**

Malondialdehit

PS

Peroksit Sayısı

SOK

Sokselet

SP

Soğuk Pres

TFM

Toplam Fenolik Madde



1. GİRİŞ

Yağlı tohumlar beslenme, endüstri ve genel olarak ekonomide büyük önem taşımaktadırlar. Refah seviyesinin yükselmesine bağlı olarak yemeklik yağ tüketimi de artmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması, bilinen ve sıkça kullanılan gıda maddelerinin dışında besin değeri yüksek farklı gıda maddelerinin toplum tarafından kullanılmasının yollarını aramaya teşvik etmektedir. Bitkisel yağlar günlük besinimizin vazgeçilmez öğeleri arasında yer almaktadırlar. Ayçiçeği, mısırözü, soya ve zeytin yağı ençok kullanılan bitkisel yağlar arasında yer almaktadırlar. Dünyada ençok üretilen yağlı tohum olan soyayı (356.2 milyon ton) kolza, ayçiçeği, yerfıstığı, çigit, susam ve aspir (sırasıyla, 76.20, 47.90, 47.10, 46.10, 5.5 ve 0.69 milyon ton) izlemektedir (Kıllı ve Beycioğlu, 2019). Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Arjantin, Çin ve Hindistan başlıca yağlı tohum üreticileri arasında yer almaktadırlar. Ayçiçeği, çigit, yerfıstığı, soya, kolza, aspir, susam, haşhaş ve kenevir Türkiye’de üretilen başlıca yağlı tohumlar arasında yer almaktadır. Türkiye’de 2.3 ile 2.7 milyon ton yağlı tohum üretimi dağılımı; % 46 ayçiçeği, % 41 çigit, % 6 soya, % 5 kolza ve % 2 aspir olarak bildirilmiştir (Aşık, 2017). Toplumun sağlıklı ve bilinçli beslenmeye yönelik eğiliminin artması çörek otu, keten, kenevir, aspir ve haşhaş tohumu ile nar ve üzüm çekirdeği gibi yağ kaynaklarının kullanılmasına yönelik talebi arttırmıştır. Söz konusu yağlar yüksek düzeyde çoklu doymamış yağ asitleri ve doğal antioksidan içeriklerinden dolayı dikkat çekmektedirler (Özdemir, 2018; Sadıksoy, 2020).

Son yıllarda zengin besinsel içeriklerinden dolayı haşhaş ve kenevir tohumu ve yağlarına olan talepte artış görülmektedir. Haşhaş tohumu yağının yüksek düzeyde linoleik asidi (C18:2 omega-6), kenevir tohumu yağının da % 80’in üzerinde çoklu doymamış yağ asitlerini (linoleik ve linolenik) yüksek düzeyde içermesi bu iki yağ kaynağının önemini ortaya koymaktadır (Callaway, 2004; Wang ve ark. 2017). Yüksek elzem yağ asitleri içerikleri ile birlikte yüksek tokoferol içerikleri bu yağların önemini arttırmaktadır. Ancak linoleik ve linolenik asit içeriğinin yüksek olması bu yağların oksidatif stabilitelerinin azalmasına yol açmaktadır. Yağların oksidatif stabilitelerinin artırmanın en etkili yolu antioksidan kullanımıdır. Günümüzde sıkça kullanılan sentetik antioksidanların yol açabilecekleri olumsuzlukları gidermek üzere doğal veya doğal

öğelerden oluşan sentetik antioksidanların kullanımına yönelik eğilim artış göstermektedir. Askorbik asit ve palmitik asidin birleştirilmesi ile elde edilen askorbil palmitat (AP) yakın zamanda araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır (Kavran, 2015).

Yağın bileşimi ile birlikte ham yağın elde edilmesinde uygulanan yöntem ve muhafaza koşulları yağın kalitesini belirleyen başlıca etmenler arasında yer almaktadır. Yağ eldesi ve depolanması sırasındaki olumsuz koşullar yağın bozulmasına yol açmaktadır. Yağların oksidasyonu, yağların kalitesini düşüren reaksiyonlar zincirini kapsamaktadır. Yağ asidi bileşimi, antioksidan ve prooksidan içeriği, ısı, ışık, oksijen derişimi ve türü, serbest yağ asitleri, mono ve diaçilgliseridlerin varlığı oksidasyon reaksiyonlarının başlaması ve ilerlemesini etkileyen başlıca etmenler arasında yer almaktadırlar (Şeran, 2011). Yağın oksidasyona karşı direnci gıdanın kalitesini ve raf ömrünü etkileyen önemli bir etkidir.

Schaal fırın yöntemi yağların oksidatif stabilitesini belirlemek üzere sıkça uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde, yüksek sıcaklıkta (60 °C) bekletilen yağ örneğinin farklı zaman aralıklarındaki peroksit sayısı gibi oksidasyonun birincil ve tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren bileşenler (TBARS) gibi oksidasyonun ikincil ürünlerini temsil eden parametreleri ölçülmektedir. Bu parametrelerdeki ani artışın gerçekleştiği süre ne kadar uzun ise söz konusu örneğin oksidatif stabilitesinin o kadar yüksek olduğu kabul edilmektedir (Taoukis ve Labuza, 1996).

Yağlı tohumlardan yağ elde edilmesinde soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu sıkça uygulanan yöntemlerdir. Yağlı tohumlardan ısı uygulamadan yağ elde edilmesi ile kalitenin korunması sağlanmaktadır. Soğuk pres uygulamasında vidalı pres yağ çıkarma makinesi kullanılırken, çözücü ekstraksiyonu uygulamasında parçalanmış yağlı materyal hegzan ile bir araya getirilerek oda sıcaklığında çalkalama yöntemi ile yağın çözücüye geçmesinin sağlanması ve çözücünün uzaklaştırılması ile ham yağ eldesi gerçekleştirilir.

Bu çalışmada, soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemlerinin yağın kalitesi üzerine etkisini saptamak üzere ilk aşamada soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının yağ asidi bileşimleri, tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri, titrasyon asitliği, peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve TBARS değerleri saptanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemlerin ve 400 ppm AP varlığının haşhaş ve

kenevir tohumu yağlarının oksidatif stabiliteleri üzerine etkisini belirlemek için örneklere hızlandırılmış (60 °C) oksidasyon işlemi (Schaal Fırın) uygulanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon ortamında tutulan haşhaş ve kenevir tohumu yağlarından sürecin ilk ve son günlerinde yağ asidi bileşimi ve tokoferol içerikleri saptanırken, aynı zamanda belirli zaman aralıklarında (0., 7., 14., 21. ve 28. gün) örnek alınarak yağların titrasyon asitliği, peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve TBARS analizleri gerçekleştirilerek yağların oksidatif stabiliteleri değerlendirilmiştir.





2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Bilinçli ve sağlıklı beslenmeye yönelik taleplerin artması ile tüketicilerin haşhaş ve kenevir tohumu yağı gibi besin değeri yüksek yağlara ilgisi gün geçtikçe artmaktadır. Haşhaş tohumu (*Papaver somniferum* L.) özel bileşimi nedeniyle birçok araştırmaya konu edilmiştir.

Nergiz ve Ötleş (1994), haşhaş tohumunun yağ asidi, tokoferol, mineral ve suda çözünen vitamin içeriğini belirlemek üzere gerçekleştirdikleri bir çalışmada haşhaş tohumunda 440 g /kg yağ, 211 g/kg protein, 50 g/kg su, 63 g/kg kül, 62 g/kg ham lif ve 236 g/kg toplam karbohidrat bulunduğunu ve haşhaş tohumunda başlıca potasyum ve kalsiyumun varlığını tespit etmişlerdir. Haşhaş tohumu yağında linoleik asit en çok bulunan doymamış yağ asidi (750 g/kg toplam yağ asitleri), palmitik asidin ise başlıca doymuş yağ asidi olduğu (86.4 g/kg toplam yağ asitleri) saptanmıştır. Haşhaş tohumu yağında 220 µg/g α-tokoferol, 40 µg/g β-tokoferol ve 20 µg/g δ-tokoferol bulunduğunu bildirmişlerdir. Suda çözünen vitaminler arasında pantotenik asidin en yüksek seviyede bulunduğunu ve bunu niyasin ile tiaminin takip ettiğini tespit etmişlerdir.

Atalay (2004), 7 haşhaş çeşidinin (Mavi Hat, Ankara 94, Kocatepe 96, Kemer kaya, Kraahisar 96, Şuhut 94, Afyon Kalesi 95) tohumlarında bin tane ağırlığı, su, ham protein, kül, ham selüloz, asitte çözünmeyen kül, ham enerji ve mineral içeriklerini saptamıştır. Bütün çeşitler P, Ca, K, Mg ve Na'ca zengin bulunmuştur. Yağ verimi en yüksek olan çeşidin Şuhut 94 olduğu tespit edilmiştir. Haşhaş tohumu yağında palmitik %12.85-18.70, stearik %2.40-4.30, oleik %13.11-24.13, linoleik %52.60-71.50 ve linolenik asidin %0.16-0.50 arasında bulunduğu saptanmıştır. Haşhaş tohumunda ham yağ ve ham protein sırasıyla; %32.43-45.52 ve %11.94-13.58 arasında bulunmuştur. Mavi renkli haşhaş çeşitlerinin yağ verimi yüksek bulunmuştur. Çeşitlerin serbest asitliği %1.025-3.194, iyot sayısı 122.0-129.5, kırılma indisi 1.4772-1.4773, sabunlaşma sayısı 199.5-206.5 ve pH'sı 3.7-4.4 arasında bulunmuştur. Srinivas ve Narasinga (1981) ise haşhaş tohumunun %46.2-49.4 ham yağ, %21.5-23.5 ham protein ve %14.1-15.6 fiber içerdiğini bildirmişlerdir.

Bozan ve Temelli (2008) haşhaş, keten ve aspir tohumlarının yağ asidi bileşimleri ve tokoferol içeriklerini saptamışlardır. Çalışmanın sonuçları haşhaş ve aspir yağlarının

yüksek düzeyde linoleik asit içerdiklerini, keten tohumu yağının ise linolenik asit içeriği açısından zengin olduğunu göstermektedir. Haşhaş, keten ve aspir tohumu yağlarının α -ve γ -tokoferol içeriklerini sırasıyla, 5.53, 21.74; 0.59, 75.67 ve 49.9, 0.0 mg/100 olarak bulunmuştur. Oksidatif stabilitenin önemli bir göstergesi olan indüksiyon süresinin haşhaş, keten ve aspir yağlarında sırasıyla; 5.56, 1.57 ve 2.87 saat olarak saptanmıştır.

Yazıcı ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve genotiplerinin kapsüllerinde morfin, kodein, oripavin, tebain, noskapin ve papaverin gibi başlıca alkaloidler ile tohumlarındaki yağ oranlarını belirlemişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; standart olarak kullanılan çeşitlerin, ortalama morfin oranı % 0.53-0.58, kodein % 0.02-0.08, oripavin % 0.0005-0.005, tebain % 0.006-0.02, noskapin % 0.02-0.19, papaverin % 0.01-0.09 ve yağ oranları ise % 48-49 arasında değişmektedir. Genotiplerin ortalama morfin oranı % 0.15-0.60, kodein % 0.001-0.21, oripavin % 0-0.01, tebain % 0.001-0.08, noskapin % 0.005-0.20, papaverin % 0.004-0.21 ve yağ oranı % 40-53 arasında bulunmuştur.

Cannabis sativa L. tohumu insanlık tarihi boyunca önemli bir besin kaynağı olarak kullanılmıştır. Kenevir olarak isimlendirilen *Cannabis* çeşitlerinin besin değeri hakkında yakın zamana kadar yeterli düzeyde çalışma gerçekleştirilmemekle birlikte kenevir tohumunun sanayii boyutunda ve gıda piyasasında değerlendirilmesine yönelik geniş çaplı girişimlere rastlanmamıştır. Son yıllarda kenevir tohumunun besin değeri ile ilgili çalışmalara ilgi artmaktadır. Kenevir tohumunun yağ (%30) ve protein (%25) içeriğinin yüksek olmasının yanında önemli düzeyde besinsel lif, vitamin ve mineral içeriği dikkat çekmektedir. Kenevir tohumu yağının çoklu doymamış yağ asitleri (%80) açısından zengin olması ve bu kategorideki yağ asitlerinin önemli kısmını linoleik (C18:2 *omega*-6) ve α -linolenik (C18:3 *omega*-3) asit olması, kenevir tohumu yağına ayrıcalıklı bir konum kazandırmaktadır. Kenevir tohumu yağındaki *Omega*-6/*omega*-3 (n6/n3) oranının 2:1 ve 3:1 arasında olması insan sağlığı için önerilen oranın sınırları içerisinde olması bu yağın besinsel değerinin önemini ortaya koymaktadır (Callaway, 2004).

Rusya, Çin, Hindistan, Romanya, Macaristan, İtalya ve İspanya başlıca kenevir üreticileri arasında yer almaktadırlar. Türkiye’de tohumu ve lifi için kenevir ekimine Kastamonu, İzmir, Samsun, Şanlıurfa ve Amasya illerinde izin verilmektedir (Mert, 2009). Kenevir tohumu yağı ilaç, kozmetik, boya ve sabun sanayiinde kullanılırken, küspesi hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Vandenhove ve Van Hees, 2005). Kenevir

tohumu kuş yemi olarak da kullanılırken, özellikle Doğu Anadolu Bölgesinde çedene olarak bilinen kavurulmuş kenevir tohumu çerez olarak tüketilmektedir (Özdemir, 2018)

Leizer ve ark. (2000), kenevir tohumu yağının yağ asidi bileşimi ve tokoferol içeriklerini saptadıkları çalışmalarında linoleik ve linolenik asit içeriklerini sırasıyla, %52.0-62.0 ve %15.0-27.0 arasında bulmuşlardır. Çalışmanın sonuçları kenevir tohumu yağının 468.0 mg/L düzeyinde γ -tokoferol içerdiğini göstermiştir. γ -tokoferol'un yağlarda bulunan tokoferol fraksiyonları arasında (α - ve β -tokoferol) en yüksek antioksidan etkinliğine sahip olması kenevir tohumu yağının zengin bir tokoferol kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Wolf ve Phil (1997), kenevir tohumu yağında γ -tokoferolün yüksek miktarda bulunduğunu ve analiz edilen Fedora örneğinde γ -tokoferol içeriğinin 468 mg/L olduğunu, α -tokoferolün ise β -tokoferolden önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Knothe ve Kenar (2004) İtalya'nın farklı 2 bölgesinde yetiştirilen kenevir tohumlarının toplam fenolik ve DPPH (IC₅₀) değerlerini sırasıyla; 4.57-8.04 (mg GAE/100 mg) ve 0.10-0.27 (mg/ml) arasında bulmuşlardır.

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yağlı materyalden yağ elde etmek için uygulanan başlıca yöntemlerdir. Soğuk pres, basınç altında katı ve sıvı karışımdan sıvı kısım olan yağın alınması işlemidir (İmer, 2016). Ekstraksiyonda ise, katı ve sıvı karışımdan sadece yağ bünyesinde çözen bir çözücü aracılığı ile yağın ortamdan alınması işlemidir (Ekici ve ark., 2018). Çözücü ekstraksiyonu yönteminde en yüksek verim elde edilmektedir (Nielsen, 2010). Çözücü ekstraksiyonu yönteminde uygun bir çözücünün (hegzan, eter, kloroform, dietil eter vb.) kaynatılması ile oluşan buharın yoğunlaştırıp, örnek üzerine damlatılması ile yağın çözücüye geçmesi sağlanmaktadır (Yetim ve Kesmen, 2009). Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen yağlara, başta çözücü kalıntısı ve diğer safsızlıklarından arındırılması için rafinasyon işlemi uygulanmaktadır (Fiori, 2007). Rafinasyon sırasında karotenoid, fenolik bileşenler, tokoferoller ve fitosteroller gibi değerli besin ögelerinde %10-40 arasında kayıp meydana gelirken, %1'in üzerinde *trans* yağ asitleri oluşumu da saptanmıştır (Kırca, 2019). Soğuk pres yöntemi ile elde edilen bazı yağların çözücü ekstraksiyonu ile elde edilenlerden daha yüksek tokoferol içeriğine sahip oldukları saptanmıştır (Demir ve Çetin, 1999). Rafinasyonun söz konusu olumsuzlukları, soğuk pres ile üretilen ve doğrudan tüketilen yağlara ilgiyi arttırmaktadır

(Şeran, 2011). Soğuk pres yağlarının kendine has tadı, rengi ve aroması de tüketicilerin ilgisini çekmektedir (Matthaus ve Brühl, 2003).

Şeran (2011), yağlı tohumlardan soğuk pres yöntemi ile elde edilen bitkisel yağların kalitesini ve yağ verimini arttırmak amacıyla presleme öncesinde tohumlara alkollü ortamda ultrason işlemi uygulamıştır. Çörek otu tohumuna presleme öncesinde uygulanan ısıl işlemin, pres yağlarının oksidatif stabilitesini azalttığı saptanmıştır. Buna karşılık, etanol ortamında uygulanan ultrason destekli ön işlemin sonunda elde edilen pres yağının oksidatif stabilitesi 29 saatten 63 saate yükselmiştir. Aynı yağın serbest asit içeriği ise %5'ten %2.6'ya düşmüştür.

Kıralan ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen çörek otu yağlarının fizikokimyasal ve oksidatif stabiliteyi araştırılmıştır. Yağların oksidatif stabilitesini belirlemek için Shcaal fırın (60 °C) ve Ransimat (110 °C) testleri uygulanmıştır. Sonuçlar, yağ elde etme yönteminin çörek otu yağının bileşimi ve kalitesi üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Sokselet ve soğuk pres yöntemi ile elde edilen çörek otu yağlarının indüksiyon süreleri sırasıyla, 19.6 ve 3.48 saat olarak saptanmıştır.

Güler (2009), soğuk pres ve kimyasal rafinasyon yöntemleri ile üretilen kanola yağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yağ örneklerine serbest asitlik, peroksit değeri ve Ransimat (120° C) analizleri uygulamıştır. Sonuçlar, soğuk pres ve rafine kanola yağlarının Ransimat değerlerinin birbirine yakın olduğunu, buna karşın soğuk pres yağının serbest asitliği ve peroksit değerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Gıda maddelerinin oksidatif stabiliteyi arttırmak üzere farklı sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanların olası olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak son yıllarda askorbik asitten türevlenen AP'ın antioksidan olarak gıda maddelerinde kullanılması gündeme gelmiştir. Askorbik asit kimyasal koruyucu olarak GRAS listesindedir. AP'ın etki mekanizması tam olarak bilinmemesine rağmen, Lee ve ark. (1997) AP'ın oksijeni bağlama özelliğine sahip olduğunu, Coppen (1994) ise AP'ın iz metalleri bağlama özelliğini taşıdığını ileri sürmektedirler.

Lipit oksidasyonu, bitkisel ve hayvansal yağlarda oluşan, insan sağlığı açısından olumsuz etkileri olan ve serbest radikal oluşumunu teşvik eden reaksiyonlar zinciridir. Bu reaksiyonlar yağların elde edilmesi, depolanması veya bir gıdaya işlenmesi sırasında

başlamakta ve çoğu zaman kısa zincirli uçucu bileşenlerin oluşumu ile sonlanmaktadır. Yağdaki doymamış yağ asitlerinin oranı ve doymamışlık düzeyleri, ısı, ışık, nem, prooksidanlar ve antioksidanlar oksidasyonun gidişatını belirleyen başlıca etmenlerdir (Kayahan, 2003; Bayrak, 2006). Javidipour ve ark. (2017) bitkisel yağlarda tokoferol ve yağ asidi bileşiminin oksidatif stabiliteye etkisinin olduğunu, Labuza (1971) ise, oksidasyon hızının yağ asitlerindeki doymamışlık derecesiyle paralellik gösterdiği ve linolenik asidin linoleik aside göre 2 kat, oleik aside göre 25 kat hızlı oksitlendiğini belirtmektedir.

Yağların oksidasyonu oldukça karmaşık reaksiyonları kapsamaktadır. Doymamış yağ asitleri oranı ve doymamışlık düzeyleri oksidasyonu etkileyen başlıca etmenler iken, doymamış yağ asitlerinin triaçilgliserid'deki konumu, antioksidan ve prooksidanların varlığı oksidasyonun gidişatını etkilemektedirler (Lampi ve ark., 1997). Bazı yağlarda oksidasyonun birincil ve ikincil ürünleri eş zamanlı oluşurken, bazı diğer yağlarda hidroperoksitlerin parçalanması bu bileşenlerin derişiminin belli bir düzeye ulaştıktan sonra gerçekleşir. Bununla birlikte yüksek peroksit oluşumu her zaman yüksek düzeyde oksidasyonun ikincil ürünlerinin oluşumu ile birlikte görülmemektedir (Guillen ve Cabo, 2002). Toplam tokoferol derişimi de tek başına bir yağın oksidasyona karşı stabilitesini belirlememekte, aynı zamanda tokoferol izomerlerin niteliği ve niceliği de önemlidir. Tokoferollerin antioksidatif etkinlikleri $\alpha < \gamma < \delta$ sıralamasını izlemektedir (Wagner ve ark., 2001).

Asit sayısı, peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve TBARS gibi parametreler yağlardaki bozulmaların göstergeleri olarak değerlendirilmektedir. Asit sayısı hidrolitik parçalanmanın göstergesi olarak değerlendirilirken, peroksit sayısı ve konjuge dien ve konjuge trien oksidasyonun birincil ve TBARS gibi parametreler de oksidasyonun ikincil ürünleri olarak değerlendirilmektedirler (Shahidi, 1998; Abdalla ve Roozen, 1999; Brunton, 2000).

Yağların oksidasyona karşı direnci oksidatif stabilite olarak adlandırılmaktadır. Oksidatif stabilite, yağın kalite göstergeleri arasında yer almaktadır. Oksidatif stabilite yağdaki bazı oksidasyon parametrelerindeki ani artışın meydana geldiği süre olarak değerlendirilmektedir. Bu süre indüksiyon süresi olarak bilinmektedir. İndüksiyon süresinin uzun olması yağın oksidasyona karşı direncini göstermektedir. Oksidatif

stabilitenin belirlenmesinde Schaal Fırın, aktif oksijen, Ransimat ve oksijen absorpsiyonu uygulanan başlıca yöntemlerdir (Taoukis ve Labuza, 1996).

Kabin veya Schaal Fırın testi olarak bilinen etüv testi, yaklaşık 1920'li yıllarda bisküvi ve kraker endüstrisi tarafından geliştirilmiştir. Yağ ve yağlı yiyeceklerin kalitesi için basit hızlandırılmış bir testtir. Bu yöntemde 50 g yağ veya yağlı gıda örneği gevşek kapatılmış bir cam kap içinde 63 °C'de tutulan bir etüv içerisine yerleştirilir (Wan, 1995). Örnekteki oksidasyonun gidişatını belirlemek için peroksit sayısı, konjuge dien ve konjuge trien ve TBARS değerleri izlenen başlıca parametrelerdir (Javidipour ve ark. 2017).

Crapiste ve ark. (1999), çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen ham ayçiçeği yağının oksidatif stabilitesinin pres yöntemi ile elde edilenden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kırılan ve ark. (2014) de 60° C'de fırın ve 110 °C'de Rancimat testlerini uyguladığı çalışmalarında sokselet ile elde edilen çörek otu yağının pres ile üretilenden daha yüksek bir indüksiyon süresine sahip olduğunu saptamışlardır.

Gharby ve ark. (2013), Ransimat cihazını (110 °C) kullandıkları çalışmalarında soğuk pres ve sokselet ile elde edilen çörek otu yağlarının indüksiyon sürelerini sırasıyla, 13 ve 9 saat olarak saptamışlardır.

Ramadan ve Mörsel (2002), 60 °C'de 21 gün süre ile hızlandırılmış oksidasyon koşullarında teste tabii tuttukları sokselet ile elde edilen yağ örneklerinin oksidatif stabilitelerini kişniş>çörek otu>Nijer olarak tespit ederken, Bozan ve Temelli (2008) inceledikleri farklı yağların oksidatif stabilitelerini haşhaş>aspir>keten olarak bulmuşlardır.

Kırılan ve ark. (2018) 6 gün süre ile fotooksidasyona maruz bırakılan keten tohumu yağının peroksit ve konjuge dien değerlerinin aynı koşullardaki üzüm çekirdeği ve çörek otu tohumu yağlarından daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Kavran (2015), sıcaklık (40, 60 ve 80 °C), süre (0, 7, 14, 21 ve 28 gün) ve AP'ın farklı derişimlerinin (0, 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm) hızlandırılmış oksidasyon koşullarında (Schaal Fırın Yöntemi) ayçiçeği yağının peroksit ve hegzanal içeriği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, sıcaklık ve süre artışının peroksit sayısını artırıcı, AP'ın ise azaltıcı etkisi olduğunu göstermiştir. 28 gün süreyle 40, 60 and 80 °C'de tutulan AP içermeyen örneklerin peroksit sayıları başlangıç değeri olan 1.2 meq O₂/kg yağ'dan sırasıyla, 144.4, 160.2 ve 249.6 meq O₂/kg yağ'a yükselmiştir. 80 °C'de

bekletilen ve 0, 200, 400, 600, 800 and 1000 ppm AP içeren örneklerin 28 günlük süreç sonundaki peroksit içerikleri sırasıyla, 249.6, 157.4, 153.8, 149.6, 141.8 ve 121.0 meq O₂/kg yağ'a yükseldiği saptanmıştır. 40 °C'de tutulan 1000 ppm AP içeren örnekler en düşük peroksit içeriğini göstermişlerdir. AP, 80 °C'de bekletilen örneklerin konjuge dien içeriklerini etkilemediği belirlenmiştir. AP, ayçiçeği yağındaki konjuge trien oluşumunu da etkilemediği saptanmıştır. Sıcaklık artışının 28 günlük depolama sürecinde hegzanal oluşumunu arttırdığı belirtilmiştir. AP içermeyen ve 40 °C'de bekletilen örneklerin hegzanal içerikleri 28 günlük depolama sonucu 0.05 ppm'den 3.18 ppm'e yükselmiştir. AP oranının artmasıyla örneklerin hegzanal içerikleri belirgin düzeyde düşüş göstermiştir. 28 gün süreyle 80 °C'de tutulan ve AP içermeyen örneklerin hegzanal içerikleri 0.05 ppm'den 9.19 ppm'e yükselirken, 1000 ppm AP içeren örneklerin hegzanal içerikleri 0.05 ppm'den 0.98 ppm'e yükseldiği saptanmıştır. Örneklerin peroksit ve hegzanal oluşumu üzerindeki azaltıcı etkisi, AP'ın ayçiçeği yağının korunmasında etkili bir antioksidan olarak kullanılabileceğini göstermektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada haşhaş tohumu örnekleri Afyon ilinden Gelincik A.Ş. firmasından, kenevir tohumu örnekleri ise Van ilinden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan tüm kimyasal maddeler bilimsel hassasiyeti sağlayacak saflıkta ve niteliktedir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmanın ilk aşamasında soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının yağ asidi bileşimi, tokoferol ve toplam fenolik bileşenler içerikleri, titrasyon asitliği, peroksit, konjuge dien, konjuge trien ve TBARS içerikleri saptanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında AP'ın antioksidatif etkisini belirlemek üzere 400 ppm AP içeren ve içermeyen örneklerle hızlandırılmış oksidasyon işlemi (Schaal Fırın, 60°C'de 28 gün) uygulanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon ortamında tutulan yağ örneklerinden sürecin 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde örnek alınarak titrasyon asitliği, peroksit, konjuge dien, konjuge trien ve DPPH analizleri gerçekleştirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi ile soğuk pres, çözücü ekstraksiyonu ve 400 ppm AP'ın yağların oksidatif stabiliteyi üzerine etkisi araştırılmıştır.

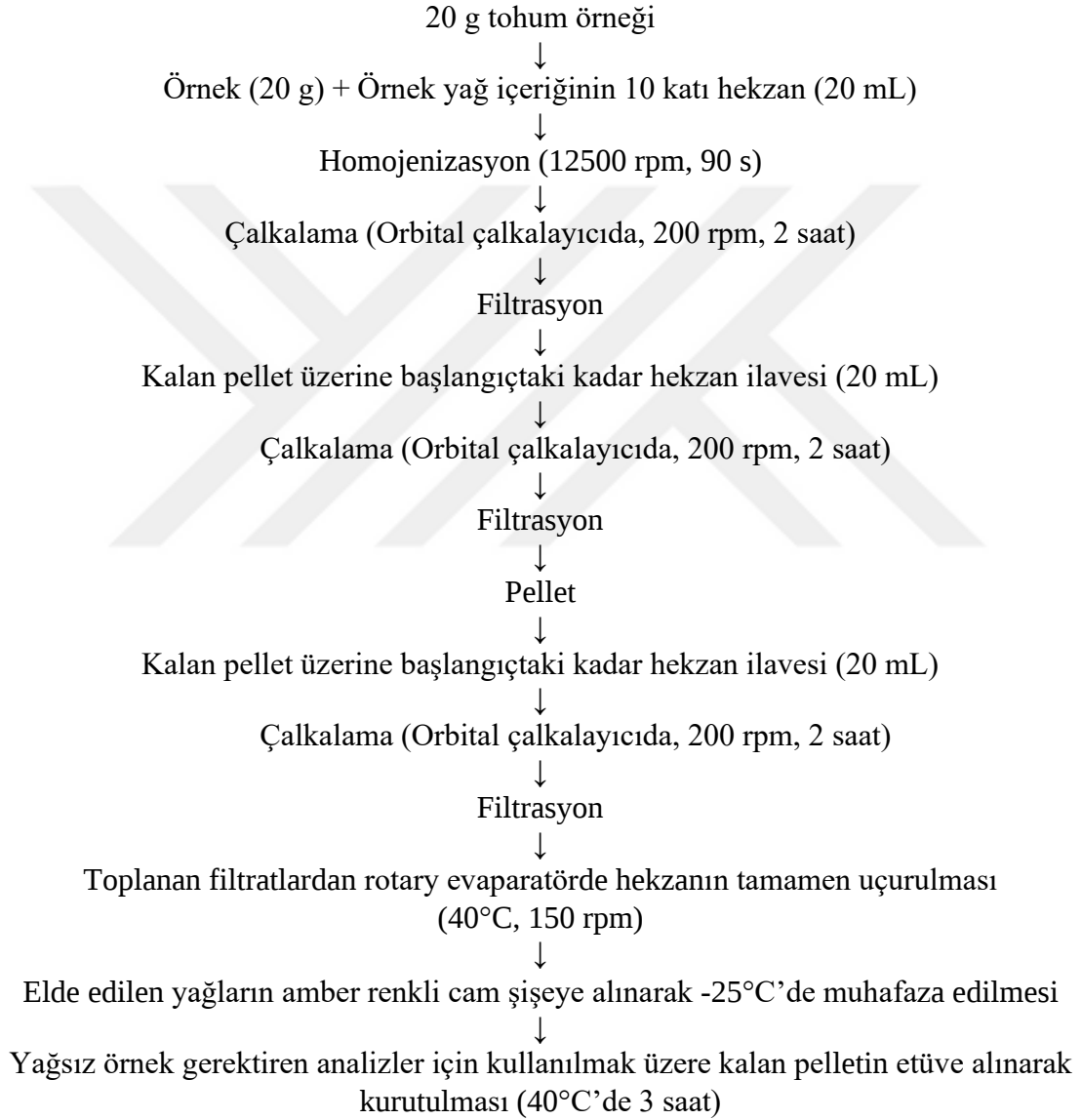
3.2.1. Yağlı tohumdan yağ elde etme yöntemleri

3.2.1.1. Soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmesi

Soğuk pres yöntemi ile yağ elde etmek için vidalı pres yağ çıkarma makinesi kullanılmıştır (Alp Oil Press 230 V-50 Hz, 600 Watt, Ankara). Haşhaş ve kenevir tohumu örnekleri öğütüldükten sonra vidalı pres ile yağı elde edilmiştir. Elde edilen yağlar hemen kullanılmayacaksa derin dondurucuda -24 °C'de azot atmosferinde depolanmıştır.

3.2.1.3. Çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile yağ elde edilmesi

Haşhaş ve kenevir tohumlarında yağ ekstraksiyonu için çözücü ekstraksiyonu yöntemi uygulanmıştır. Çözücü ekstraksiyonu yöntemi Şekil 3.1’de verilmekte olan aşamalar izlenerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Çözücü ekstraksiyonu işlemi.

3.2.2. Uygulanan analizler

3.2.2.1. Yağ asidi bileşiminin belirlenmesi

Yağ örneklerinin yağ asidi bileşimlerini belirlemek üzere ilk önce yağ asitlerinin metil ester formlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek üzere 0.4 g yağ örneği 4 ml izooktanda çözündürülüp, karışım vorteks ile 30 sn karıştırılmıştır. Karışım üzerine 0.2 ml 2 M KOH ekleyip, 30 sn vorteks ile karıştırdıktan sonra 6 dk karanlıkta bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda örneğe 1-2 damla metil oranj ve 0.45 ml 0.1 N HCl konulduktan ve 30 sn karıştırıldıktan sonra karışım faz ayırımı için bir saat bekletilmiştir. Renksiz ve berrak olan üst tabaka, yağ asidi bileşiminin belirlenmesi için kullanılmıştır (IUPAC, 1991). Yağ asidi metil esterlerin belirlenmesinde aşağıda çalışma koşulları verilen Agilent 6890 model gaz kromatografisi cihazı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Gaz kromatografisinin çalışma koşulları

Gaz Kromatografisi	: Agilent 6890N Model
Dedektör	: FID
Kolon	: J&W scientific DB 23 (30m x 0.25 mm id x 0.25µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz ve Akış Oranı	: He:0.2 ml/dk., H ₂ : 35ml/dk., Hava: 350 ml/dk.
Split Oranı	: 1:100
Sıcaklıklar	
Enjeksiyon Bloğu Sıcaklığı	: 250°C
Kolon Sıcaklığı	: 50 °C (1 dk.), 15 °C/dk. 175 °C, 3°C/dk. 240 °C (20 dk.)

3.2.2.2. Tokoferol tayini

Tokoferol analizi için 1.0 g yağ örneği n-hegzan ile 1:10 oranında seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örnek 0.45 µm gözenek çapına sahip politetrafloroetilen (PTFE) filtreden geçirilerek, yağ örneklerinin tokoferol içerikleri Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (HPLC)'ne enjekte edilerek belirlenmiştir. Kromatogramda görülen bileşenler, geliş zamanları ve spektral verileri ticari tokoferol standartları [α -tokoferol ($y=7230.9x+502.95$), γ -tokoferol ($y=7889.5x-7430.7$) ve δ -tokoferol ($6444.3x-1218.4$)] ile karşılaştırılarak belirlenmiştir (AOCS, 1993). HPLC çalışma koşulları Çizelge 3.2' de verilmiştir (Anonim, 1992).

Çizelge 3.2. HPLC'nin çalışma koşulları

Cihaz	Shimadzu LC- 10A
Kolon	LiChrosorb Si60 (250X4mm, ID) 5µm
Kolon Sıcaklığı	25 °C
Hareketli faz	Metanol
Akış Hızı	1,0 ml/dk
Dedektör	UV/Visible-Diode array dedektör (290 nm)
Enjeksiyon hacmi	10 µL

3.2.2.3. Toplam fenolik madde tayini

Haşhaş ve kenevir tohumu örneklerinin toplam fenolik madde analizi için örneklerin ekstraktlarına Folin-Ciocalteu yöntemine göre işlem yapılmıştır. Yönteme göre yağsız haşhaş ve kenevir tohumu örneklerinin ekstraktlarının hazırlanması için 2.5 g yağsız örnek 10 ml metanol ile 2 saat süre ile çalkalanmıştır. Santrifüj (1000 rpm, 10 dk.) sonucu oluşan pellet üzerine 10 ml metanol eklenerek çalkalama işlemi 2 saat süre ile tekrarlanmıştır. Karışıma 10 dk süre ile santrifüj işlemi (10000 rpm) uygulanmıştır. Her iki santrifüj işleminden sonra elde edilen supernatantlar birleştirilerek Whatman N.1 filtre kağıdından geçirilmiştir. Süzüntü 25 ml metanol ile tamamlanmıştır. Bu şekilde elde edilen örnek ekstraktı üzerine 3 mL Na₂CO₃ (% 2) ilave edilmiştir. Yaklaşık 2 dk. sonra tüplere, ultra saf su ve 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu belirtecinden 150 µL eklenmiştir. Elde edilen bu karışım vorteks ile karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda spektrofotometrede 765 nm'de (Agilent 8453 Model) okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde derişimi gallik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplanmıştır ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Bae ve Suh, 2007).

3.2.2.4. DPPH radikali süpürme ile antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Örneklerin antioksidan aktivitesi 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikalini sönmüleme aktivitesi üzerinden belirlenmiştir. 3.9 mL DPPH çözeltisi (0.025 g/L metanol) 0.1 mL haşhaş ve kenevir tohumu metanolik ekstraktı ile karıştırıldıktan sonra karışım oda sıcaklığında karanlıkta 60 dk bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbanası

515 nm’de ölçülmüş ve sonuçlar DPPH radikalinin % inhibisyon oranı olarak aşağıda verilen denkleme (Eş. 3.1) göre hesaplanmıştır (Pyo ve ark. 2004).

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.2.5. Serbest asitlik tayini

Serbest asitlik analizi için 5.0 g örnek etanol/dietileter (1:1, v/v) çözeltisinde çözündürülerek, 0.1 N etanollü KOH çözeltisine karşı titre edilmiştir. Sonuçlar % oleik asit cinsinden aşağıda verilen Eş. 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır (Anonim, 1989).

$$\text{Serbest yağ asitliği (\% oleik asit)} = (V \times N \times 28.2) / M \quad (3.2)$$

N : KOH çözeltisinin normalitesi

V : Titrasyonda harcanan KOH çözeltisinin miktarı (mL)

M : Tartılan örnek miktarı (g)

28.2 : 282 (Oleik asidin molekül ağırlığı) x 100/1000

3.2.2.6. Peroksit sayısı tayini

Peroksit sayısının tayini için 1.0 g yağ örneğine kloroform/asetik asit (3:2, v/v) karışımından 30 mL ilave edilip, karanlıkta 0.5 mL doymuş potasyum iyodür çözeltisi ile 10 dk reaksiyona maruz bırakılmıştır. Karışıma 30 mL saf su ve 1 mL % 1’lik nişasta çözeltisi eklenerek, 0.1 N veya 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyon gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1989). Örneğin peroksit sayısı bir kg yağda peroksitlerin mili eşdeğerleri olarak (meq O₂/kg yağ) aşağıda verilen denkleme göre hesaplanmıştır (Eş. 3.4).

$$\text{PD} = (A \times N \times 1000) / E \quad (3.4)$$

PS: Peroksit sayısı (meq O₂/kg)

A: Kullanılan tiyosülfat çözeltisi miktarı (mL)

N: Kullanılan tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

E: Numune miktarı (g)

3.2.1.7. Konjuge dien ve konjuge trien tayini

Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının konjuge dien ve konjuge trien içerikleri AOCS Official Method Ch 5-91'e göre belirlenmiştir. Uygun miktarda yağ örneği izooktanla seyreltilip ($abs < 1$) konjuge dienler için 232 nm'de konjuge trienler için 270 nm'de absorbansları okunarak aşağıda verilmekte olan Eş. 3.5'e göre konjuge dien ve konjuge trien değerleri hesaplanmıştır (AOCS, 2003).

$$E = K\lambda = A\lambda / C \times l \quad (3.5)$$

$K\lambda$ = Okuma yapılan dalga boyundaki özgül soğurma değeri

$A\lambda$ = Okuma yapılan dalga boyundaki absorbans değeri

C = Çözeltinin derişimi (g/100 ml)

l = Kuvars küvetinin uzunluğu

3.2.2.8. TBARS analizi

TBARS analizi için 50 mL distile su ile homojenize edilen 10.0 g yağ örneği üzerine 47.5 mL distile su ve 2.5 mL 4 N HCl eklenmiştir. Kjeldahl distilasyon ünitesinde 50 mL distilat toplanmıştır. 5 mL distilat üzerine %90'lık glasiyel asetik asitle hazırlanan tiyobarbitürik asit (TBA) çözeltisinden 5 mL eklendikten sonra karışım kaynar su banyosunda 35 dk tutulmuştur. Süreç sonunda tüpler hızlıca soğutularak örneklerin 538 nm dalga boyunda absorbans değerleri, 5 mL TBA reaktifi ve 5 mL distile su karışımına karşı okunmuştur. Absorbans değerleri 7.8 faktörü ile çarpılarak mg malonaldehit/kg yağ olarak örneklerin TBARS değerleri Eş. 3.6'ye göre hesaplanmıştır (AOCS, 1997).

$$\text{TBA değeri} = (50 \times A_{532}) / m \quad (3.6)$$

3.2.2.9. Schaal fırın testi

400 ppm AP içeren ve içermeyen soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağları 60 °C'ye ayarlanmış etüvde 28 gün süre ile bekletilerek 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde örnek alınmıştır. Yağların oksidatif

stabilitelerini belirlemek için peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve TBARS değerlerine bakılmıştır.

3.2.2.10. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmadaki analizler en az 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirmesinde SPSS (version 20.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois) paket programı kullanılmıştır. Grup ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile incelenmiştir. Farklılığın önem derecesi Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak tespit edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Yağ Asidi Bileşimleri

AP içeren ve içermeyen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının başlangıç ve 60°C’de 28 günlük depolama sonundaki yağ asidi bileşimleri sırasıyla, Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.’de verilmektedir. Haşhaş ve kenevir tohumu yağları özellikle linoleik asit (C18:2) içeriği açısından oldukça zengin bitkisel yağlardır. Haşhaş tohumu yağında baskın yağ asidi olan C18:2’i (%65.66-69.38) sırasıyla, oleik (%17.81-19.66), palmitik (%9.27-11.05), stearik (%2.12-2.44), palmitoleik (%0.18-0.29) ve C18:3n3’ün (%0.71-1.01) izlediği ve C18:3n6 (0.10-0.15) ve miristik asidin (0.04-0.06) oldukça düşük düzeyde bulunduğu saptanmıştır.

Kenevir tohumu yağında da baskın yağ asidinin C18:2 (%55.10-56.40) olduğu saptanırken, bu yağ asidini sırasıyla, C18:3n3 (%16.51-17.95), oleik (%15.23-16.36), palmitik (%6.44-7.57) ve stearik asit (%2.80-3.00) izlemektedir. Kenevir tohumu yağında düşük düzeylerde γ -linolenik (C18:3n6) (%0.28-0.74), palmitoleik (%0.13-0.16) ve miristik asit (%0.03-0.05) bulunmaktadır.

Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının C18:2 içeriği açısından zengin olduğu saptanırken, bu iki yağ arasındaki en önemli farkın haşhaş tohumu yağının daha yüksek düzeyde C18:2 içermesi, buna karşın kenevir tohumu yağının oldukça yüksek düzeyde C18:3n3 (%16.51-17.95) içermesidir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerikleri dikkate alındığında bitkisel yağlar genelde yüksek düzeyde C18:2 ve düşük düzeyde C18:3n3 içermektedirler. Javidipour ve ark. (2017), ayçiçeği, fındık, soya ve zeytin yağlarının C18:2 ve C18:3 oranlarını sırasıyla; %63.09, 13.27, 53.86, 9.69 ve %0.07, 0.10, 6.52 ve 0.54 olarak saptamışlardır. Sıkça kullanılan bitkisel yağlar arasında yer alan soya yağı yüksek C18:3 içeriği ile bilinmektedir (%6.52). Bu çalışmanın sonuçları kenevir tohumu yağının soya yağının yaklaşık 3 katı kadar C18:3n3 içeriğine (%16.51-17.95) sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Haşhaş tohumu yağlarının yağ asidi bileşimleri

Yağ Asidi	Yağ Asidi Bileşimi (% metil ester)							
	AP İçermeyen				400 ppm AP İçeren			
	0. Gün		28. Gün		0. Gün		28. Gün	
	SP	ÇE	SP	ÇE	SP	ÇE	SP	ÇE
C14:0	0.05±0.0 ^{BC}	0.07±0.01 ^A	0.04±0.0 ^C	0.06±0.00 ^A	0.05±0.0 ^{BC}	0.05±0.0 ^{BC}	0.05±0.0 ^B	0.05±0.0 ^{BC}
C16:0	9.27±0.12 ^C	10.05±0.14 ^B	9.27±0.10 ^C	11.05±0.10 ^A	9.82±0.1 ^{BC}	10.22±0.1 ^B	10.12±0.1 ^B	11.04±0.1 ^A
C16:1	0.19±0.0 ^{BC}	0.28±0.01 ^A	0.29±0.01 ^A	0.24±0.01 ^B	0.18±0.01 ^C	0.19±0.0 ^{BC}	0.18±0.0 ^C	0.23±0.0 ^B
C18:0	2.22±0.03 ^{BC}	2.27±0.03 ^{BC}	2.33±0.02 ^{AB}	2.44±0.03 ^A	2.16±0.03 ^C	2.12±0.03 ^C	2.16±0.0 ^C	2.44±0.02 ^A
C18:1	17.81±0.04 ^C	18.03±0.04 ^{BC}	18.30±0.05 ^B	19.66±0.04 ^A	17.9±0.04 ^C	17.84±0.05 ^C	17.9±0.04 ^C	19.66±0.05 ^A
C18:2	69.38±0.5 ^A	68.15±0.40 ^A	68.93±0.52 ^A	65.72±0.39 ^B	68.8±0.4 ^A	68.46±0.4 ^A	68.7±0.45 ^A	65.66±0.22 ^B
C18:3n6	0.11±0.01 ^B	0.11±0.01 ^B	0.12±0.01 ^{AB}	0.12±0.01 ^{AB}	0.12±0.0 ^{AB}	0.11±0.0 ^B	0.10±0.0 ^B	0.15±0.0 ^A
C18:3n3	0.72±0.01 ^{DE}	1.01±0.01 ^A	0.75±0.01 ^D	0.87±0.01 ^C	0.87±0.01 ^C	0.96±0.0 ^B	0.71±0.0 ^E	0.72±0.0 ^{DE}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu, AP: Askorbil Palmitat; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler farklı günler ve yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05)

Çizelge 4.2. Kenevir tohumu yağlarının yağ asidi bileşimleri

Yağ Asidi	Yağ Asidi Bileşimi (% metil ester)							
	AP İçermeyen				400 ppm AP İçeren			
	0. Gün		28. Gün		0. Gün		28. Gün	
	SP	ÇE	SP	ÇE	SP	ÇE	SP	ÇE
C14:0	0.05±0.0 ^A	0.04±0.0 ^B	0.04±0.0 ^{AB}	0.04±0.0 ^{AB}	0.041±0.0 ^{AB}	0.03±0.0 ^B	0.04±0.0 ^B	0.04±0.0 ^{AB}
C16:0	6.44±0.18 ^C	6.69±0.12 ^{BC}	6.96±0.15 ^{ABC}	7.44±0.11 ^A	6.46±0.14 ^C	6.55±0.1 ^{BC}	7.15±0.1 ^{AB}	7.57±0.1 ^B
C16:1	0.16±0.01 ^A	0.15±0.0 ^A	0.15±0.0 ^A	0.13±0.01 ^A	0.16±0.0 ^A	0.13±0.0 ^A	0.13±0.01 ^A	0.13±0.0 ^A
C18:0	3.00±0.02 ^A	2.80±0.02 ^C	2.91±0.03 ^{AB}	2.93±0.02 ^{AB}	2.87±0.02 ^{BC}	2.82±0.02 ^{BC}	2.88±0.01 ^{BC}	2.93±0.0 ^{AB}
C18:1	15.23±0.03 ^E	15.4±0.02 ^{DE}	15.77±0.0 ^B	16.15±0.04 ^A	15.30±0.03 ^E	15.51±0.1 ^{CD}	15.68±0.1 ^{BC}	16.36±0.1 ^A
C18:2	56.4±0.34 ^A	55.7±0.26 ^A	55.70±0.3 ^A	55.35±0.3 ^A	55.98±0.15 ^A	55.85±0.2 ^A	55.55±0.3 ^A	55.10±0.4 ^A
C18:3n6	0.28±0.01 ^A	0.67±0.02 ^A	0.72±0.04 ^A	0.70±0.03 ^A	0.74±0.02 ^A	0.71±0.02 ^A	0.67±0.02 ^A	0.68±0.0 ^A
C20:0	0.47±0.0 ^A	0.47±0.01 ^A	0.46±0.01 ^A	0.45±0.01 ^A	0.48±0.0 ^A	0.48±0.01 ^A	0.46±0.01 ^A	0.46±0.0 ^A
C18:3n3	17.70±0.10 ^{AB}	16.80±0.1 ^{BC}	17.25±0.1 ^{ABC}	16.51±0.1 ^C	17.95±0.2 ^A	17.88±0.1 ^A	17.39±0.2 ^{ABC}	16.70±0.2 ^{BC}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu, AP: Askorbil Palmitat; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler farklı günler ve yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05)

Veriler, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ve 400 ppm AP varlığının kenevir tohumu yağının C18:2 oranını etkilemediğini gösterirken ($p>0.05$), 60°C’de 28 günlük depolamanın çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen haşhaş tohumu yağının C18:2 içeriğinde önemli düzeyde azalmaya neden olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). C18:3 içeriği dikkate alındığında soğuk pres yöntemi ile elde edilen kenevir tohumu yağının çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile edilen örneğe göre daha yüksek düzeyde C18:3 içerdiği saptanmıştır. Bununla birlikte 60°C’de 28 günlük depolamanın C18:3 içeriğinde azalmaya, 400 ppm askorbil palmitatın varlığının ise C18:3 düzeyi üzerine koruyucu etkisi olduğu verilerden anlaşılmaktadır.

4.2. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Tokoferol İçerikleri

Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarında α - ve γ - ve δ -tokoferol saptanmıştır (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4). Haşhaş tohumu yağında örneklerin başlangıç α - ve γ - ve δ -tokoferol içerikleri sırasıyla; 20.23-21.48, 247.27-287.47 ve 2.79-4.06 mg/kg yağ arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bozan ve Temelli (2008) haşhaş tohumu yağının toplam tokoferol içeriğini 30.94 mg/100 yağ olarak bildirirken, Nergiz ve Ötleş (1994) haşhaş tohumu yağında 220 μ g/g α -tokoferol, 40 μ g/g β -tokoferol ve 20 μ g/g δ -tokoferol bulunduğunu saptamışlardır. Soğuk pres yöntemi ile elde edilen haşhaş tohumu yağının çözücü ekstraksiyonu ile elde edilenden daha yüksek tokoferol içeriğine sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.3. Haşhaş tohumu yağlarının tokoferol içerikleri (mg/kg yağ)

Örnekler	Tokoferoller (mg/kg yağ)				
	Gün	α -tokoferol	γ -tokoferol	δ -tokoferol	Toplam
Haşhaş SP	0	21.33 $\pm$ 0.05 ^A	287.47 $\pm$ 0.67 ^A	3.76 $\pm$ 0.095 ^{AB}	312.56
	28	0.94 $\pm$ 0.002 ^E	20.91 $\pm$ 0.43 ^E	0.34 $\pm$ 0.002 ^E	22.19
Haşhaş SP+400 ppm AP	0	20.23 $\pm$ 0.122 ^B	281.99 $\pm$ 0.50 ^A	4.06 $\pm$ 0.005 ^A	306.28
	28	5.81 $\pm$ 0.0013 ^D	264.63 $\pm$ 2.147 ^B	3.37 $\pm$ 0.09 ^B	273.81
Haşhaş ÇE	0	21.48 $\pm$ 0.29 ^A	247.27 $\pm$ 2.22 ^C	2.79 $\pm$ 0.13 ^{CD}	271.54
	28	0.34 $\pm$ 0.002 ^E	36.55 $\pm$ 0.777 ^D	0.32 $\pm$ 0.001 ^E	37.21
Haşhaş ÇE+400 ppm AP	0	20.94 $\pm$ 0.020 ^A	259.94 $\pm$ 1.064 ^B	2.84 $\pm$ 0.10 ^C	283.72
	28	8.60 $\pm$ 0.042 ^C	244.05 $\pm$ 1.732 ^C	2.36 $\pm$ 0.09 ^D	255.01

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu, AP: Askorbil Palmitat; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler farklı günler ve yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$)

60°C’de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon süreci sonunda örneklerin tokoferol içeriklerinde azalma saptanmıştır ($p<0.05$). Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında (60°C’de 28 gün) AP içeren örneklerin tokoferol içerikleri AP içermeyen örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk pres, soğuk pres+AP, çözücü ekstraksiyonu ve çözücü ekstraksiyonu+AP haşhaş tohumu yağlarının hızlandırılmış oksidasyon koşullarındaki toplam tokoferol kaybı sırasıyla, %92.90, 10.60, 86.30 ve 10.12 olarak saptanmıştır.

Kenevir tohumu yağının toplam tokoferol içeriği haşhaş tohumu yağından daha yüksek bulunmuştur. Her iki yağda en çok γ -tokoferol bulunurken, γ -tokoferolü sırasıyla, α - ve δ -tokoferol izlemiştir. Kenevir tohumu yağının başlangıç α - ve γ - ve δ -tokoferol değerleri sırasıyla; 45.20-46.37, 804.42-957.89 ve 40.63-42.39 mg/kg yağ arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Özdemir (2018) kenevir tohumu yağının α - ve γ -ve δ -ve toplam tokoferol içeriklerini sırasıyla, 50.54, 707.47, 38.47 ve 798.86 mg/kg yağ olarak saptamıştır. Haşhaş tohumu yağı örneklerinde olduğu gibi soğuk pres yöntemi ile elde edilen kenevir tohumu yağının çözücü ekstraksiyonu ile elde edilenden daha yüksek tokoferol içeriğine sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). 60°C’de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon süreci sonunda örneklerin tokoferol içeriklerinde azalma saptanırken, çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen örneklerindeki düşüş daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Kenevir tohumu yağlarının tokoferol içerikleri

Örnekler	Tokoferoller (mg/kg yağ)				
	Gün	α -tokoferol	γ -tokoferol	δ -tokoferol	Toplam
Kenevir SP	0	45.20±1.10 ^A	957.89±15.51 ^A	42.39±0.45 ^A	1045.48
	28	23.79±0.78 ^B	118.30±3.78 ^C	19.98±0.78 ^C	162.07
Kenevir SP+400 ppm AP	0	46.37±0.37 ^A	927.97±2.81 ^A	40.73±0.92 ^A	1015.07
	28	42.49±0.59 ^A	129.67±4.69 ^C	30.11±0.01 ^B	202.27
Kenevir ÇE	0	45.53±0.51 ^A	835.71±5.55 ^B	40.63±0.009 ^A	921.87
	28	8.42±0.07 ^C	45.84±4.49 ^D	6.59±0.134 ^E	60.85
Kenevir ÇE+400 ppm AP	0	45.62±0.42 ^A	804.42±20.43 ^B	41.38±1.21 ^A	891.42
	28	40.55±0.54 ^A	60.44±1.79 ^D	14.15±0.278 ^D	115.14

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu, AP: Askorbil Palmitat; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler farklı günler ve yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$)

Soğuk pres, soğuk pres+AP, çözücü ekstraksiyonu ve çözücü ekstraksiyonu+AP kenevir tohumu yağlarının hızlandırılmış oksidasyon koşullarındaki toplam tokoferol kaybı sırasıyla, %84.50, 80.07, 93.49 ve 87.08 olarak saptanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında (60°C’de 28 gün) AP içeren örneklerin tokoferol içerikleri AP içermeyen örneklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Yağ örneklerin tokoferol içerikleri sahip oldukları doymamış yağ asitleri düzeyleri ile ilişkilidir. Daha çok doymamış yağ asitleri içeren yağların tokoferol içerikleri daha yüksek olması, organizmanın oksidasyon karşı geliştirdiği bir savunma mekanizması olarak değerlendirilmektedir (Javidipour ve ark., 2017). Kenevir tohumu yağının yüksek düzeyde tokoferol içermesinin, yapısında yüksek düzeyde C18:3 bulundurmasına bağlanmaktadır.

4.3. Haşhaş ve Kenevir Tohumlarının Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Farklı yöntemlerle yağı alınan haşhaş ve kenevir tohumuların toplam fenolik içerikleri Çizelge 4.5’de verilmektedir. Yağsız kenevir tohumu küspesinin haşhaş örneğine göre oldukça yüksek düzeyde toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile yağı alınmış haşhaş ve kenevir tohumu küspelerinin toplam fenolik içerikleri sırasıyla, 656.25, 627.05 ve 3735.41, 2189.58 mg GAE/g yağsız kısım olarak bulunmuştur. Farklı kavurma sıcaklık (140, 160 ve 180°C) ve sürelerinin (0-60 dk) kenevir tohumunun fenolik bileşenleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, kenevir tohumunun toplam fenolik madde içerikleri 1022.11 ile 2658.17 mg GAE/g yağsız kısım arasında değiştiği saptanmıştır (Özdemir, 2018).

Çizelge 4.5. Kenevir ve haşhaş tohumlarının toplam fenolik madde içerikleri (mg GAE/g yağsız kısım)

	Haşhaş Tohumu		Kenevir Tohumu	
	SP	ÇE	SP	ÇE
Toplam Fenolik	656.25±12.38 ^C	627.05±10.16 ^C	3735.41±48.18 ^A	2189.58±24.18 ^B

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler farklı tohumlar ve yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$)

4.4. Haşhaş ve Kenevir Tohumlarının Antioksidan Aktivite Değerleri

Haşhaş ve kenevir tohumlarının DPPH değerleri (%inhibisyon) Çizelge 4.6’de verilmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile yağı alınmış kenevir tohumu küsplerinin DPPH değerleri haşhaş tohumu örneklerinden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum, söz konusu örneklerin toplam fenolik bileşen içerikleri ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Özdemir (2018) 140, 160 ve 180°C’de 60 dk süre ile kavrulmuş kenevir tohumlarının DPPH değerinin %31.75 başlangıç değerinden sırasıyla, %40.22, 52.72 ve 60.60’a yükseldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.6. Haşhaş ve kenevir tohumlarının DPPH değerleri (% inhibisyon)

DPPH değerleri (%inhibisyon)	Haşhaş Tohumu		Kenevir Tohumu	
	SP	ÇE	SP	ÇE
	9.08±0.58 ^B	8.24±0.21 ^B	81.65±0.46 ^A	80.92±0.06 ^A

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler tohumlar ve yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).

4.5. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Serbest Asitlik Değerleri

Haşhaş ve Kenevir tohumu yağlarının serbest asit içerikleri sırasıyla, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de verilmektedir.

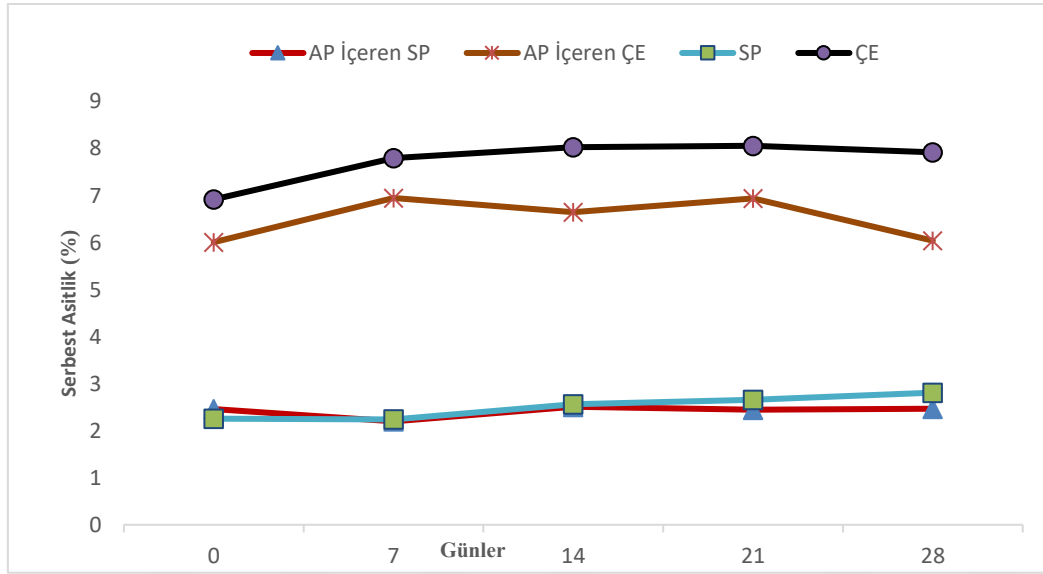
Çizelge 4.7. Haşhaş tohumu yağlarının serbest asitlik sayısı değerleri (%)

Günler	Serbest Asitlik (%)			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	2.26±0.01 ^{Cc}	6.92±0.04 ^{Ba}	2.46±0.24 ^{Ac}	6.01±0.01 ^{Db}
7.	2.24±0.01 ^{Cc}	7.80±0.12 ^{Aa}	2.2±0.05 ^{Ac}	6.95±0.02 ^{Ab}
14.	2.56±0.08 ^{Bc}	8.03±0.01 ^{Aa}	2.51±0.01 ^{Ac}	6.65±0.05 ^{Bb}
21.	2.66±0.01 ^{ABc}	8.06±0.08 ^{Aa}	2.45±0.06 ^{Ac}	6.94±0.03 ^{Ab}
28.	2.81±0.02 ^{Ac}	7.92±0.14 ^{Aa}	2.47±0.01 ^{Ac}	6.34±0.01 ^{Cb}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri sırasıyla, %2.26 ve 6.92 olarak saptanmıştır. Bu durum çözücü ekstraksiyon yönteminin serbest asitlik düzeyini önemli düzeyde arttırdığını

göstermektedir ($p<0.05$). 60°C’de 28 günlük depolama süresince sadece AP içermeyen çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen örneğin asitlik değeri önemli düzeyde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Genel olarak AP içeren örneklerin serbest asitlik değerleri AP içermeyen eşdeğerlerinden daha düşük bulunmuştur. Haşhaş tohumu yağının asitlik içeriğindeki değişim Şekil 4.1.’de gösterilmektedir.



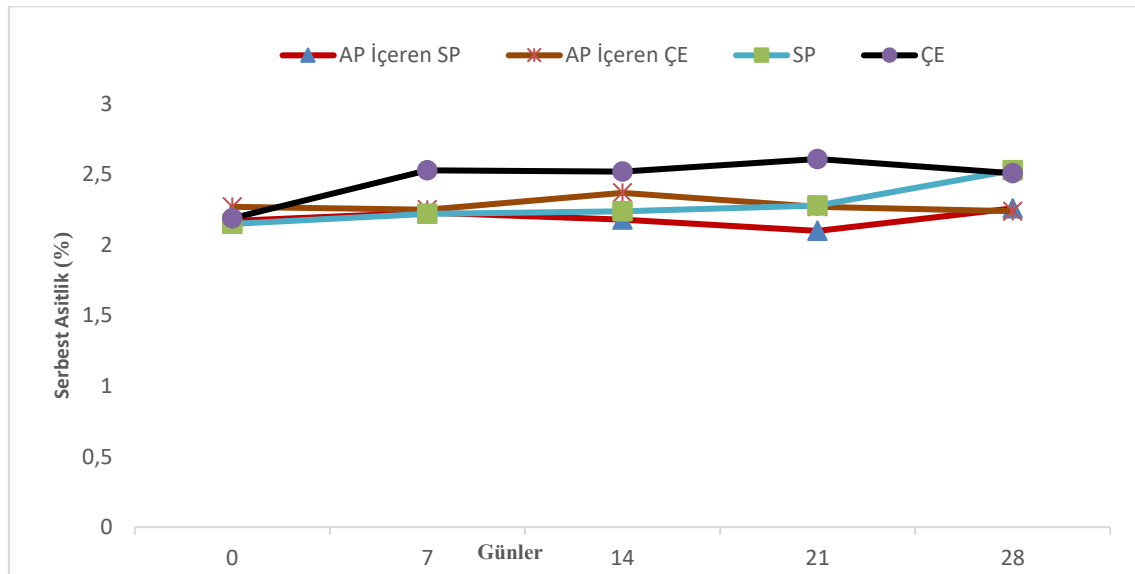
Şekil 4.1. Haşhaş tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri.

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen kenevir tohumu yağlarının başlangıç serbest asitlik değerleri sırasıyla, %2.15 ve 2.19 olarak bulunmuştur. 60°C’de 28 gün süreyle bekletilen çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen örneğin asitlik düzeyinde 7. günde önemli artış saptanırken ($p<0.05$), diğer örneklerde depolama boyunca serbest asitlikte önemli düzeyde artış tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen 400 ppm AP içeren kenevir tohumu yağı örneklerinin serbest asitlik düzeyleri AP içermeyen örneklere göre depolama boyunca daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Kenevir tohumu yağının asitlik içeriğindeki değişim Şekil 4.2.’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Kenevir tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri (%)

Günler	Serbest Asitlik (%)			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	2.15±0.03 ^{Aa}	2.19±0.03 ^{Ba}	2.17±0.01 ^{Aa}	2.27±0.01 ^{Aa}
7.	2.22±0.01 ^{Ab}	2.53±0.05 ^{Aa}	2.23±0.02 ^{Ab}	2.25±0.03 ^{Ab}
14.	2.24±0.01 ^{Aab}	2.52±0.07 ^{Aa}	2.18±0.01 ^{Ab}	2.37±0.02 ^{Aab}
21.	2.28±0.06 ^{Aab}	2.61±0.02 ^{Aa}	2.10±0.12 ^{Ab}	2.27±0.0 ^{Aab}
28.	2.53±0.04 ^{Aa}	2.51±0.03 ^{Aa}	2.26±0.01 ^{Ab}	2.24±0.04 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir (p<0.05). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05).



Şekil 4.2. Kenevir tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri.

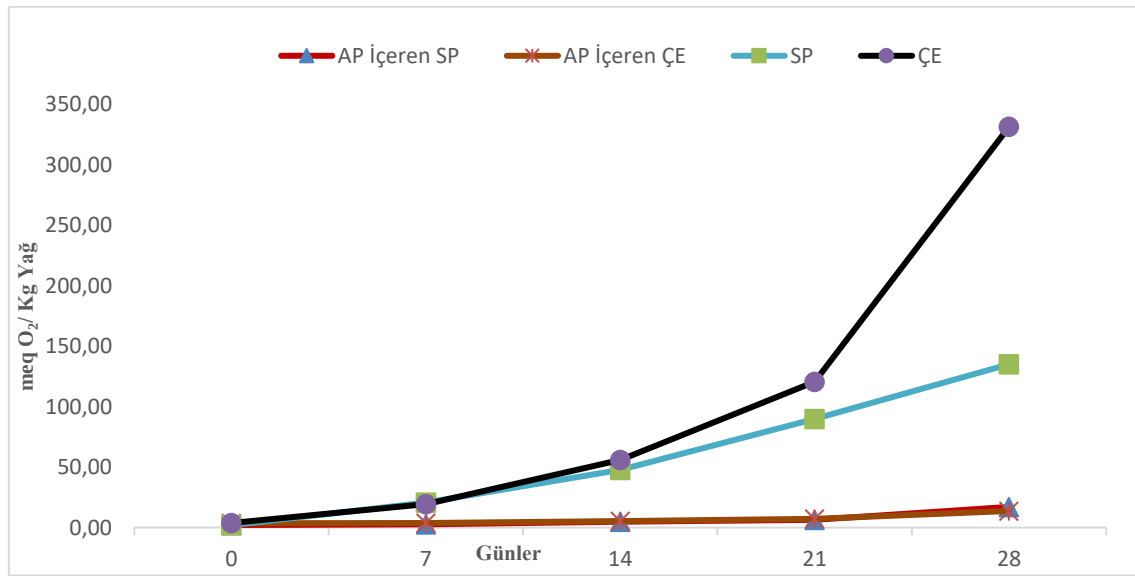
4.6. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Peroksit Değerleri

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının peroksit içerikleri sırasıyla, Çizelge 4.9, Şekil 4.3, Çizelge 4.10 ve Şekil 4.4’de verilmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının başlangıç peroksit değerleri sırasıyla, 2.03, 3.81 ve 7.71, 11.65 meq O₂/ kg yağ olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Haşhaş tohumu yağlarının peroksit değerleri (meq O₂/kg yağ)

Günler	Peroksit Sayısı (meq O ₂ / kg yağ)			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	2.03±0.05 ^{Eb}	3.81±0.14 ^{Ea}	2.12±0.13 ^{Cb}	3.58±0.07 ^{Da}
7.	20.70±0.51 ^{Da}	19.55±0.89 ^{Da}	2.66±0.33 ^{Cb}	3.67±0.12 ^{Db}
14.	47.85±1.86 ^{Cb}	55.96±0.13 ^{Ca}	4.97±0.18 ^{Bc}	5.49±0.45 ^{Cc}
21.	89.96±0.85 ^{Bb}	120.58±1.18 ^{Ba}	6.57±0.24 ^{Bc}	7.19±0.11 ^{Bc}
28.	135.1±0.11 ^{Ab}	331.46±3.44 ^{Aa}	17.11±0.48 ^{Ac}	13.72±0.145 ^{Ac}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir (p<0.05). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05).

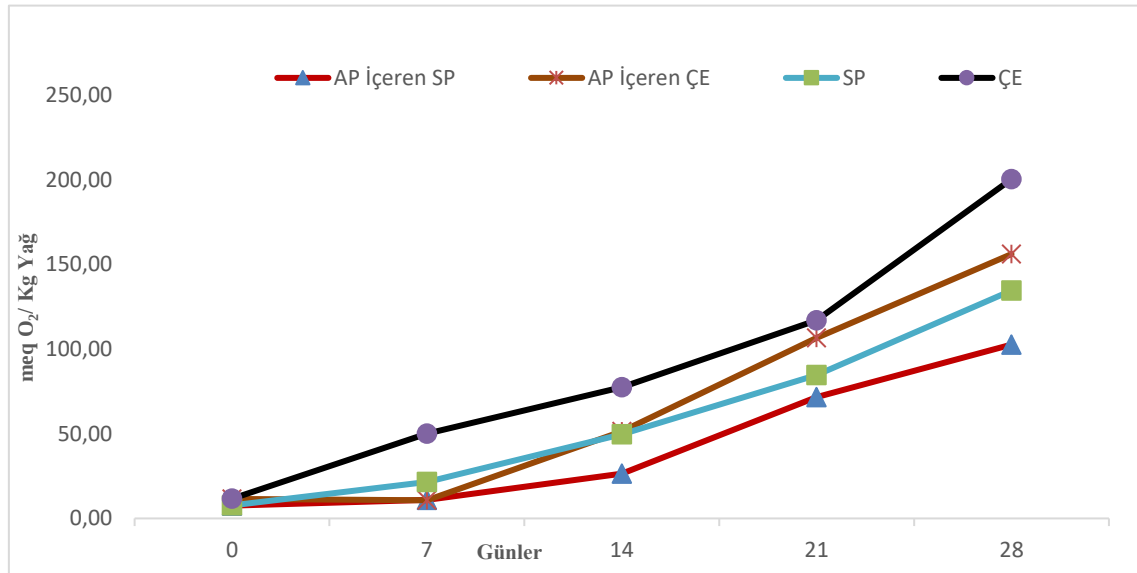
Şekil 4.3. Haşhaş tohumu yağlarının peroksit içerikleri (meq O₂/kg yağ).

Kenevir tohumu yağının peroksit değeri haşhaş tohumu yağından daha yüksek olduğu saptanmıştır. 60°C’de 28 günlük süresince depolanan bütün örneklerin peroksit içerikleri önemli düzeyde artış göstermiştir (p<0.05). Soğuk pres ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağı örneklerinin tümünün çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen eşdeğer örneklerinden daha düşük peroksit içeriği gösterirken, AP varlığının peroksit oluşumunu önemli düzeyde (p<0.05) engellediği verilerden anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.10. Kenevir tohumu yağlarının peroksit değerleri (meq O₂/kg yağ)

Günler	Peroksit Sayısı (meq O ₂ / kg yağ)			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	7.71±0.16 ^{Eb}	11.65±0.08 ^{Ea}	7.57±0.11 ^{Eb}	11.50±0.02 ^{Da}
7.	21.5±0.12 ^{Db}	50.11±0.23 ^{Da}	11.01±0.13 ^{Dc}	10.74±0.07 ^{Dc}
14.	49.73±0.37 ^{Cb}	77.44±0.46 ^{Ca}	26.48±0.20 ^{Cc}	51.41±0.27 ^{Cb}
21.	84.63±0.07 ^{Bc}	117.13±0.13 ^{Ba}	71.74±0.54 ^{Bd}	106.66±0.13 ^{Bb}
28.	134.63±0.31 ^{Ac}	200.445±2.53 ^{Aa}	102.695±0.45 ^{Ad}	156.17±0.68 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir (p<0.05). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05).

Şekil 4.4. Kenevir tohumu yağlarının peroksit içerikleri (meq O₂/ kg yağ).

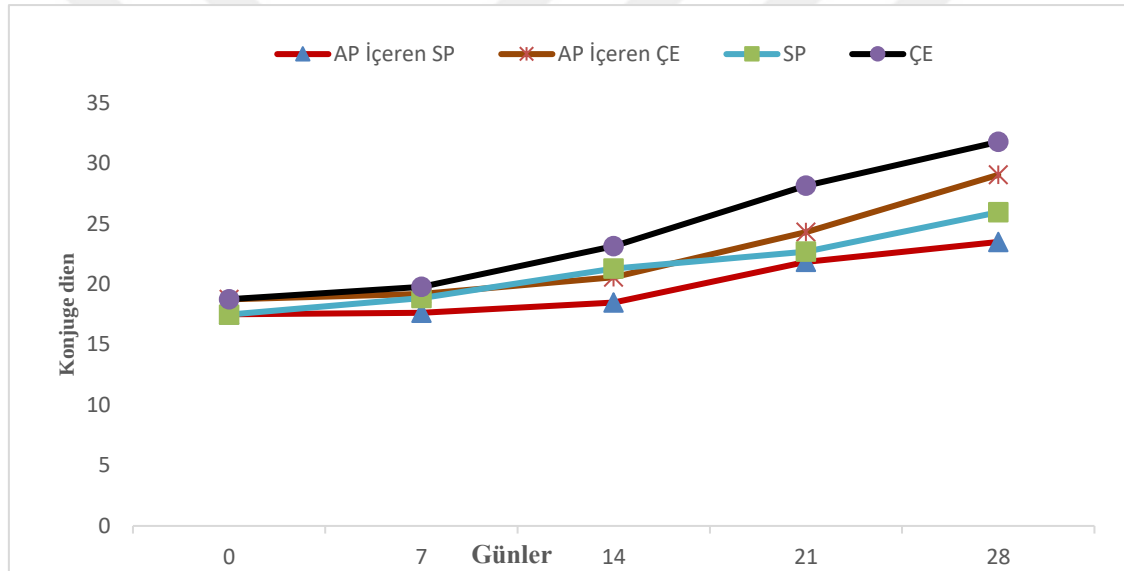
4.7. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının Konjuge Dien ve Trien Değerleri

Haşhaş tohumu yağı örneklerinin konjuge dien ve konjuge trien içerikleri sırasıyla, Çizelge 4.11, Şekil 4.5, Çizelge 4.12 ve Şekil 4.6'de verilmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemlerinin örneklerin konjuge trien içeriklerini etkilemezken, çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş tohumu yağı örneklerinin konjuge dien içerikleri önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.11. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge dien (K_{232}) değerleri

Günler	Konjuge dien			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	Soğuk Pres	Çözücü Ekstraksiyonu	Soğuk Pres	Çözücü Ekstraksiyonu
0.	1.50±0.12 ^{Eb}	2.40±0.10 ^{Ea}	1.67±0.09 ^{Bb}	2.48±0.16 ^{BCa}
7.	5.04±0.05 ^{Da}	3.65±0.06 ^{Db}	1.77±0.02 ^{Bd}	2.40±0.05 ^{Cc}
14.	10.44±0.44 ^{Ca}	9.80±0.10 ^{Ca}	1.15±0.01 ^{Cb}	1.94±0.01 ^{Cb}
21.	13.69±0.09 ^{Bb}	20.93±0.08 ^{Ba}	2.21±0.07 ^{Ad}	3.02±0.08 ^{Bc}
28.	24.26±0.04 ^{Ab}	32.21±0.01 ^{Aa}	2.50±0.05 ^{Ad}	4.27±0.11 ^{Ac}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).



Şekil 4.5. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge dien değerleri.

Çizelge 4.12. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge trien (K_{270}) değerleri

Günler	Konjuge dien			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	0.32±0.01 ^{Ca}	0.35±0.01 ^{Da}	0.32±0.005 ^{Ba}	0.33±0.02 ^{Ca}
7.	0.80±0.06 ^{Ba}	0.44±0.04 ^{Db}	0.32±0.02 ^{Bb}	0.29±0.01 ^{Cb}
14.	0.74±0.02 ^{Bb}	0.86±0.03 ^{Ca}	0.41±0.01 ^{Bc}	0.40±0.01 ^{Cc}
21.	0.74±0.04 ^{Bb}	1.43±0.04 ^{Ba}	0.33±0.02 ^{Bc}	0.75±0.01 ^{Bb}
28.	2.38±0.04 ^{Aa}	2.85±0.02 ^{Ab}	0.73±0.02 ^{Ad}	1.12±0.06 ^{Ac}

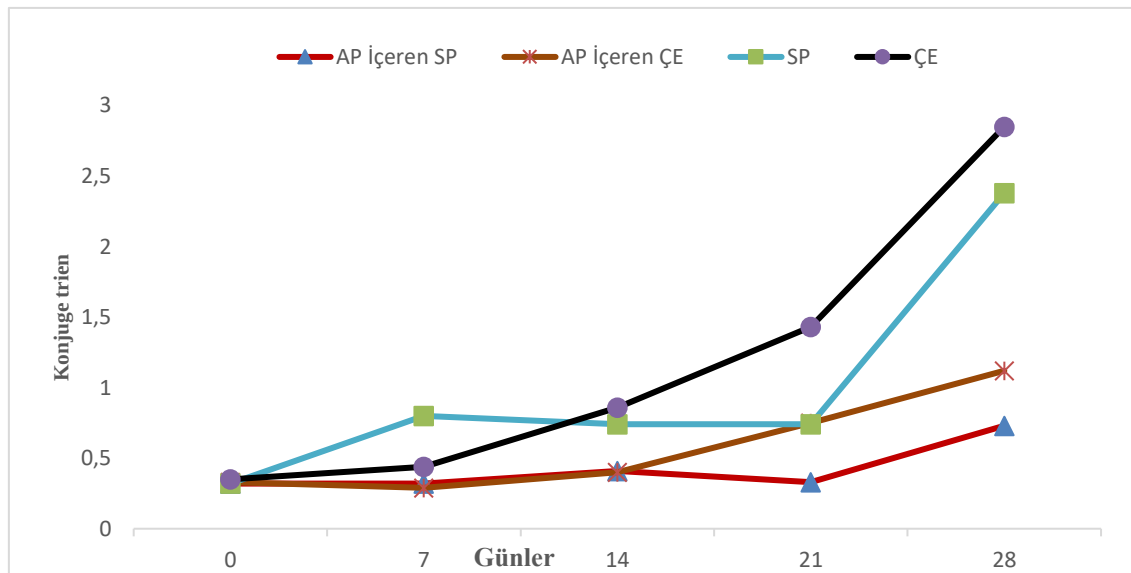
SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).

60°C’de 28 günlük depolama sırasında haşhaş tohumu yağı örneklerinin konjuge dien ve konjuge trien içeriklerinin önemli düzeyde artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

400 ppm AP içeren soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş tohumu yağlarının AP içermeyen eşdeğerlerinden, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında, daha düşük konjuge dien ve konjuge trien içeriği gösterdikleri saptanmıştır.

AP içermeyen ve AP içeren soğuk pres haşhaş tohumu yağlarının konjuge dien içeriklerinin 0. gündeki düzeyi olan 1.50 ve 1.67’den 28. günde sırasıyla, 24.26 ve 2.5 düzeyine yükseldiği tespit edilmiştir. AP içermeyen örnekte konjuge dien içeriği 28. günde 16.17 kat artarken, AP içeren örneğin konjuge dien içeriği sadece 1.50 kat artış göstermiştir. Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen AP içeren ve içermeyen haşhaş tohumu yağı örneklerinde ise artış oranları sırasıyla, 1.72 ve 13.42 kat olarak saptanmıştır.

AP içermeyen ve AP içeren soğuk pres haşhaş tohumu yağlarının konjuge trien içeriklerinin 0. gündeki düzeyi olan 0.32’den sırasıyla, 2.38 ve 0.73 düzeyine yükseldiği tespit edilmiştir. AP içermeyen örnekte konjuge trien içeriği 28. günde 7.44 kat artarken, AP içeren örneğin konjuge dien içeriği 2.28 kat artış göstermiştir. Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen örneklerde ise bu oranlar sırasıyla, 8.14 ve 3.39 olarak saptanmıştır.



Şekil 4.6. Haşhaş tohumu yağlarının konjuge trien değerleri.

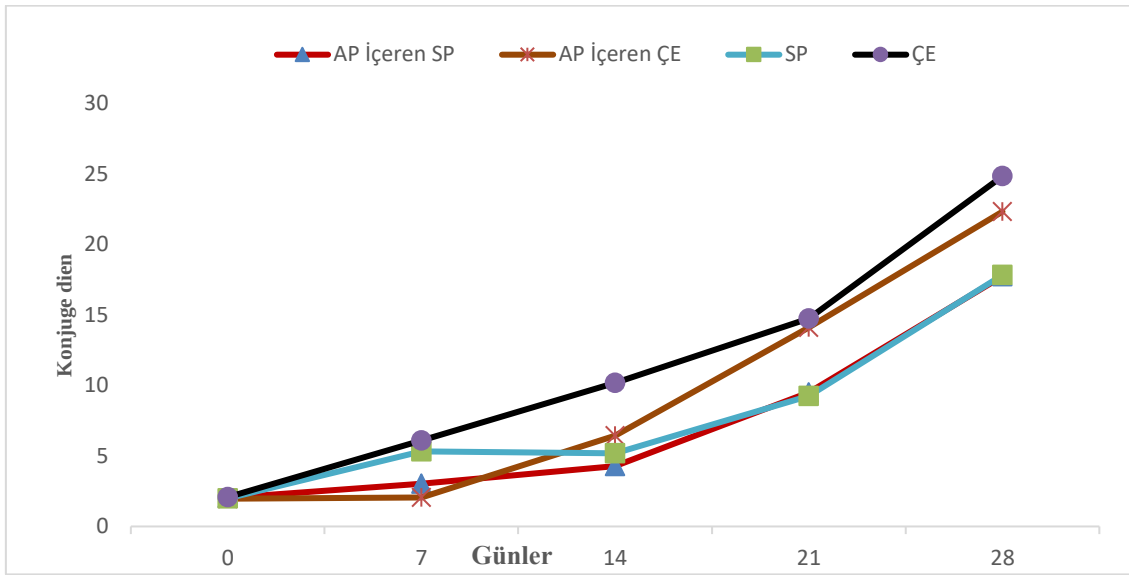
Kenevir tohumu yağının konjuge dien ve konjuge trien içerikleri sırasıyla, Çizelge 4.13, Şekil 4.7, Çizelge 4.14 ve Şekil 4.8’de verilmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen kenevir tohumu yağlarının başlangıç konjuge dien içerikleri arasında fark önemsiz iken ($p>0.05$), hızlandırılmış oksidasyon koşullarında süre ve yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). AP içermeyen soğuk ekstraksiyon ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen yağların konjuge dien içerikleri 1.99 ve 2.08’den 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon koşullarında sırasıyla, 17.82 ve 24.83’e yükselmiştir. Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen 400 ppm AP içeren örneğin konjuge dien içeriği AP içermeyen eşdeğerinde düşük bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.13. Kenevir tohumu yağlarının konjuge dien (K_{232}) değerleri

Günler	Konjuge dien			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	1.99±0.05 ^{Da}	2.08±0.04 ^{Ea}	2.03±0.01 ^{Da}	1.97±0.02 ^{Da}
7.	5.30±0.08 ^{Cb}	6.09±0.10 ^{Da}	3.03±0.03 ^{Cc}	2.06±0.04 ^{Dd}
14.	5.18±0.06 ^{Cc}	10.17±0.03 ^{Ca}	4.27±0.37 ^{Cc}	6.43±0.02 ^{Cb}
21.	9.26±0.02 ^{Bc}	14.75±0.06 ^{Ba}	9.50±0.02 ^{Bc}	14.11±0.08 ^{Bb}
28.	17.82±0.21 ^{Ac}	24.83±0.04 ^{Aa}	17.74±0.16 ^{Ac}	22.32±0.02 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen kenevir tohumu yağlarının başlangıç konjuge trien içerikleri birbirine yakın bulunmuştur ($p>0.05$). 60°C’de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon koşullarında kenevir tohumu yağlarının konjuge trien içeriklerinde önemli düzeyde artış saptanırken, yöntemin de etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Konjuge dien içerikleri ile karşılaştırıldığında kenevir tohumu yağlarının başlangıç konjuge trien içerikleri düşük düzeyde oldukları ve depolama süresince dar bir aralık içerisinde değişim gösterdikleri saptanmıştır.



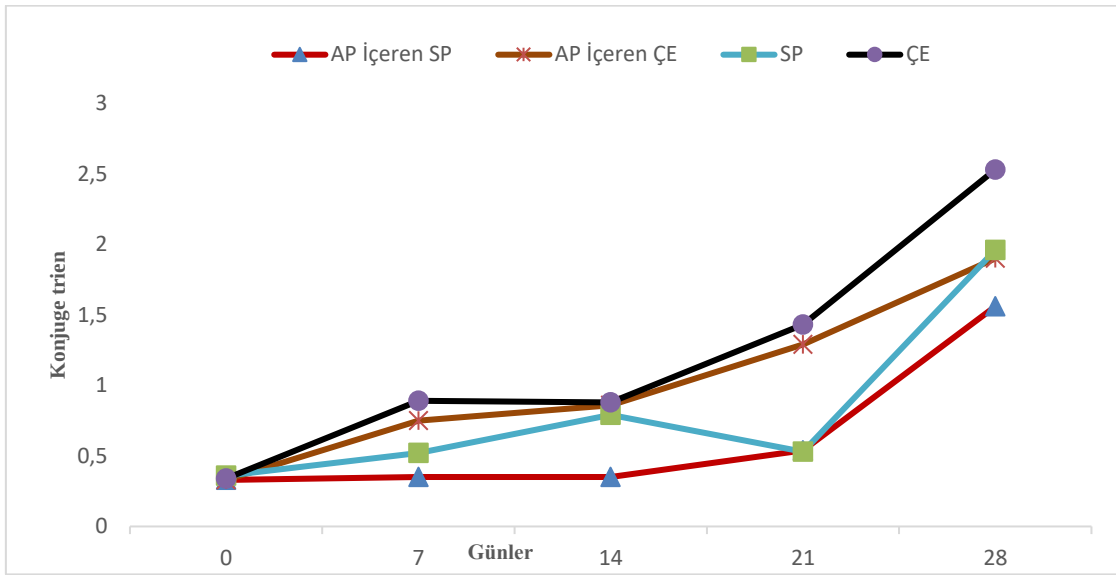
Şekil 4.7. Kenevir tohumu yağlarının konjuge dien değerleri.

Çizelge 4.14. Kenevir tohumu yağlarının konjuge trien (K₂₇₀) değerleri

Günler	Konjuge trien			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	0.36±0.02 ^{Ca}	0.34±0.01 ^{Da}	0.33±0.01 ^{Ca}	0.33±0.02 ^{Da}
7.	0.52±0.07 ^{BCbc}	0.89±0.04 ^{Ca}	0.35±0.02 ^{BCc}	0.75±0.01 ^{Cab}
14.	0.78±0.01 ^{Ba}	0.88±0.02 ^{Ca}	0.35±0.04 ^{BCb}	0.86±0.02 ^{Ca}
21.	0.53±0.01 ^{BCc}	1.43±0.01 ^{Ba}	0.54±0.03 ^{Bc}	1.29±0.03 ^{Bb}
28.	1.96±0.12 ^{Abc}	2.53±0.01 ^{Aa}	1.56±0.05 ^{Ac}	1.90±0.03 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir (p<0.05). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05).

Verilerin topluca değerlendirilmesi, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında 400 ppm AP'ın varlığının soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının konjuge dien ve trien yağ asitlerinin oluşumunu azalttığını göstermektedir.



Şekil 4.8. Kenevir tohumu yağlarının konjuge trien değerleri.

4.8. Haşhaş ve Kenevir Tohumu Yağlarının TBARS Değerleri

Yağların oksidasyonu sırasında oluşan oksidasyonun ikincil ürünlerinin saptanmasında TBARS değerinden yararlanılmaktadır. Haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri sırasıyla, Çizelge 4.15, Şekil 4.9, Çizelge 4.16 ve Şekil 4.10'da verilmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş tohumu yağlarının TBARS değerleri kenevir tohumu yağı eşdeğerleinden daha düşük bulunmuştur. Bu durum kenevir tohumu yağının oldukça yüksek düzeyde linolenik asit içermesine bağlanmaktadır. AP içermeyen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri sırasıyla, 0.095-3.266 mg MAD/kg yağ ve 17.480-31.762 mg MAD/kg yağ arasında değiştiği saptanırken, AP içeren örneklerin TBARS içerikleri sırasıyla, 1.023-1.549 ve 17.504-29.037 mg MAD/kg yağ arasında değiştiği saptanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında her iki yağın TBARS içeriklerinde zamana bağlı olarak önemli düzeyde artış saptanmıştır ($p < 0.05$). Soğuk pres ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının TBARS içerikleri çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen eşdeğerlerinden daha düşük bulunurken, 400 ppm AP katkılı örneklerin TBARS değerleri de AP içermeyenlerden daha düşük bulunmuştur. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş tohumu yağların başlangıç TBARS değerleri birbirine yakın bulunurken, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında özellikle sürenin etkisi önemli olduğu

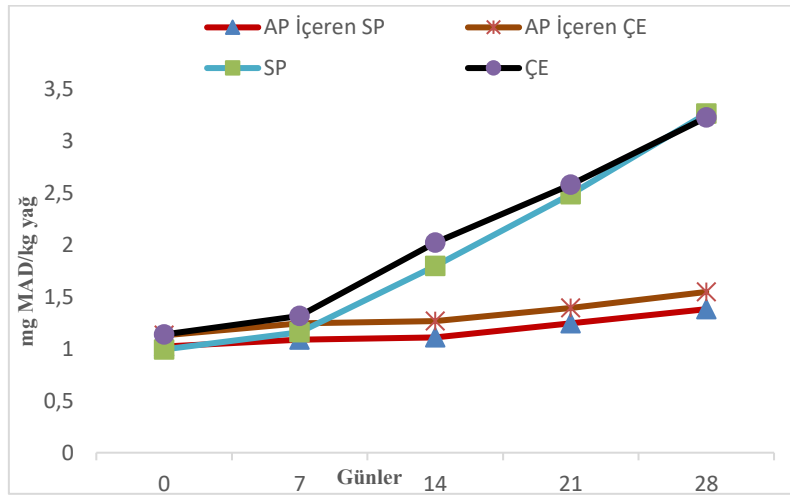
saptanmıştır ($p<0.05$). AP içeren örneklerin TBARS değerleri AP içermeyen eşdeğerlerinden tüm örnekleme aralıklarında düşük bulunmuştur. Farklı 2 yöntem ile elde edilen kenevir tohumu yağlarında da başlangıç TBARS değerleri dar bir aralık içerisinde değişim gösterirken, hızlandırılmış oksidasyon koşullarında süre, yöntem ve 400 ppm AP'ın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Haşhaş tohumu yağında olduğu gibi AP içeren örneklerin TBARS değerleri AP içermeyenlerden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Kenevir tohumu yağının TBARS değerinin haşhaş tohumu yağından yüksek olması yüksek linolenik asit içeriğine bağlanmaktadır.

Sadıksoy (2020) hızlandırılmış oksidasyon koşullarına maruz bırakılan (60°C 'de 28 gün) soğuk pres, çözücü ekstraksiyonu ve sokselet yöntemleri ile elde edilen keten tohumu yağlarının başlangıç ve süreç sonundaki TBARS değerlerini sırasıyla, 25.26, 30.66, 23.42 ve 36.17, 51.12 ve 33.73 mg MAD/kg yağ olarak saptarken, çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile elde edilen keten tohumu yağı örneklerinin tüm örnekleme aralıklarında en yüksek TBARS değerlerine sahip olduklarını belirtmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.15. Haşhaş tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ)

Günler	TBARS Sayısı			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	0.995±0.002 ^{Eb}	1.139±0.004 ^{Ea}	1.023±0.012 ^{Db}	1.131±0.001 ^{Da}
7.	1.160±0.005 ^{Dc}	1.318±0.011 ^{Da}	1.089±0.008 ^{Cd}	1.245±0.010 ^{Cb}
14.	1.798±0.003 ^{Cb}	2.024±0.015 ^{Ca}	1.111±0.007 ^{Cd}	1.268±0.007 ^{Cc}
21.	2.488±0.022 ^{Ba}	2.582±0.023 ^{Ba}	1.245±0.005 ^{Bc}	1.395±0.0165 ^{Bb}
28.	3.266±0.025 ^{Aa}	3.230±0.029 ^{Aa}	1.383±0.009 ^{Ac}	1.549±0.015 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir ($p<0.05$).

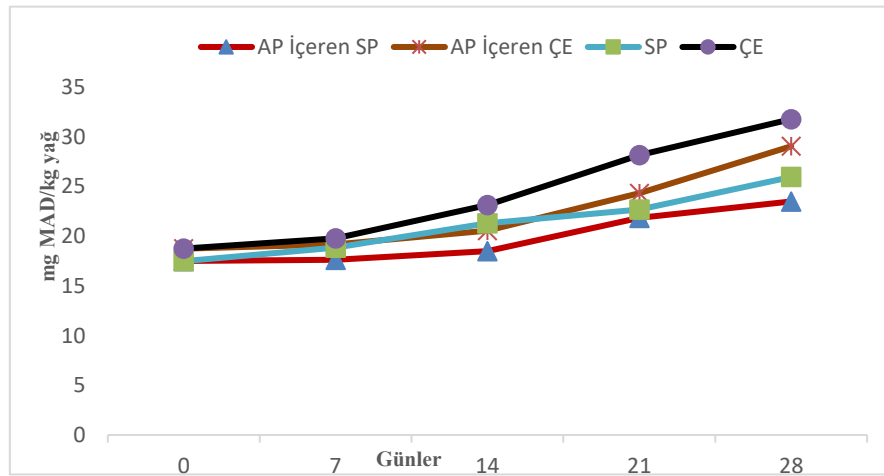


Şekil 4.9. Haşhaş tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ).

Çizelge 4.16. Kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ)

Günler	TBARS Sayısı			
	AP İçermeyen		400 ppm AP İçeren	
	SP	ÇE	SP	ÇE
0.	17.480±0.160 ^{Eb}	18.749±0.018 ^{Da}	17.504±0.040 ^{Cb}	18.738±0.154 ^{Da}
7.	18.856±0.066 ^{Db}	19.778±0.084 ^{Da}	17.625±0.037 ^{Cc}	19.179±0.100 ^{Db}
14.	21.281±0.001 ^{Cb}	23.136±0.284 ^{Ca}	18.477±0.169 ^{Cc}	20.568±0.044 ^{Cb}
21.	22.679±0.164 ^{Bc}	28.140±0.278 ^{Ba}	21.846±0.053 ^{Bc}	24.306±0.18 ^{Bb}
28.	25.945±0.224 ^{Ac}	31.762±0.102 ^{Aa}	23.488±0.433 ^{Ad}	29.037±0.009 ^{Ab}

SP: Soğuk Pres, ÇE: Çözücü Ekstraksiyonu; Üst karakter olarak gösterilen büyük harfler aynı yöntemdeki süreler arasındaki farkı gösterir (p<0.05). Üst karakter olarak gösterilen küçük harfler aynı sürede yöntemler arasındaki farkı gösterir (p<0.05).



Şekil 4.10. Kenevir tohumu yağlarının TBARS değerleri (mg MAD/kg yağ).



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Refah düzeyinin artması ile birlikte sağlıklı ve bilinçli beslenmeye yönelik eğilim gün geçtikçe artmaktadır. Bilinçli tüketim alışkanlığının yayılması ile birlikte ürün fiyatı ile birlikte bileşimi ve etiket bilgileri de ürünün seçilmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Doğrudan ve gıdalarla birlikte tüketilen yağlar beslenmemizin önemli bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Kalp damar rahatsızlıkları ile tüketilen yağlar arasındaki doğrusal ilişkinin varlığı, beslenmemizdeki yağ seçiminde daha titiz olmamızı gerektirmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin sağlık üzerine olumlu etkileri, bu yağ asitlerini yüksek düzeyde içeren yağların tüketimini arttırmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri ile birlikte yağların doğal antioksidan içerikleri de önem kazanmaktadır. Günümüzde sıkça tüketilen ayçiçeği, mısır, soya ve zeytin yağları ile birlikte aspir, haşhaş, kenevir ve keten gibi tohumlar ile nar ve üzüm çekirdeği gibi meyve artıkların yağları araştırmacıların ve bilinçli tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Söz konusu tohum yağları asırlardan beri daha çok geleneksel tedavi yöntemleri kapsamında kullanılmaktadırlar. Son yıllarda zengin yağ asidi bileşimleri ve biyoaktif bileşenler içeriklerinden dolayı bu tohumlara ilgi artmaktadır. Bileşimleri ile birlikte yağların elde edilme yöntemi de tüketicilerin yağ seçimini etkilemektedir. Isıl işlem uygulamadan ve kimyasal kullanmadan soğuk pres yöntemi ile elde edilen yağlara talep gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemlerinin haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının bileşimlerine ve oksidatif stabilitelerine etkisini saptamak üzere bu 2 yöntem ile elde edilen yağların yağ asidi ve tokoferol bileşimleri, toplam fenolik madde içerikleri, asit sayısı, peroksit sayısı, konjuge dien ve konjuge trien içerikleri ve DPPH değerleri hızlandırılmış oksidasyon öncesi ve sonrasında saptanmıştır.

Linoleik asit, haşhaş ve kenevir tohumu yağlarında baskın yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Kenevir ve haşhaş tohumu yağlarının linoleik asit içerikleri sırasıyla, %65.66-69.38 ve 55.10-56.39 arasında değiştiği saptanmıştır. Bu iki yağı birbirinden ayıran en önemli özellik kenevir tohumu yağının oldukça yüksek düzeyde linolenik asit içermesidir. Yüksek linolenik asit içeriği ile bilinen soya yağından (%6.52) yaklaşık 3 kat daha fazla linolenik asit içermesi kenevir tohumu yağının gıdaların linolenik asit içeriği açısından zenginleştirilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Atalay (2004) haşhaş

tohumu yağlarında palmitik %12.85-18.70, stearik %2.40-4.30, oleik %13.11-24.13, linoleik %52.60-71.50 ve linolenik asidin %0.16-0.50 arasında bulunduğunu saptamıştır. Özdemir (2018) kenevir tohumu yağının linoleik ve linolenik asit içeriğini sırasıyla, %54.85 ve 18.13 olduğunu bildirmiştir. Çözücü ekstraksiyonu haşhaş tohumu yağının C18:2 içeriğini önemli düzeyde azaltırken ($p<0.05$), soğuk pres yöntemi ile elde edilen kenevir tohumu yağının C18:3 içeriği çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen eşdeğerinden daha yüksek bulunmuştur. Hızlandırılmış oksidasyon koşulları C18:3 içeriğinde azalmaya yol açarken, 400 ppm AP katkılı örneklerin C18:3 içerikleri AP içermeyen örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum AP'ın C18:3 içeriği üzerinde koruyucu etkisinin olabileceğini göstermektedir.

α -, γ - ve δ -tokoferol haşhaş ve kenevir tohumu yağlarında bulunan tokoferoller oldukları saptanmıştır. Kenevir tohumu yağının tokoferol içeriği haşhaş tohumu yağından daha yüksek bulunmuştur. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının α -, γ - ve δ -tokoferol içerikleri sırasıyla, 20.23-21.48, 247.27-287.47, 2.79-4.06 mg/kg ve 45.20-46.37, 927.97-957.89 ve 40.63-42.39 mg/kg yağ aralığında bulunmuştur. Nergiz ve Ötleş (1994), haşhaş tohumu yağında 220 $\mu\text{g/g}$ α -tokoferol, 40 $\mu\text{g/g}$ β -tokoferol ve 20 $\mu\text{g/g}$ γ -tokoferol bulunduğunu bildirmişlerdir. Leizer ve ark. (2000) kenevir tohumu yağının 468.0 mg/L düzeyinde γ -tokoferol içerdiğini saptamışlardır. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının tokoferol içeriklerinde önemli düzeyde ($p<0.05$) azalma saptanırken, soğuk pres, soğuk pres+400 ppm AP, çözücü ekstraksiyonu ve çözücü ekstraksiyonu+400 ppm AP örneklerinin toplam tokoferol içeriklerinde sırasıyla, %92.90, 10.60, 86.30, 10.12 ve %84.50, 80.07, 93.40 ve 87.08 oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, AP varlığında tokoferol kaybının daha düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Genelde yağların doymamışlık düzeyleri ile tokoferol içerikleri doğru orantılıdır. Doymamışlık düzeyleri yüksek olan yağların tokoferol içeriklerinin yüksek olmasının, organizmanın oksidasyona karşı doymamış yağ asitlerinin korunmasına yönelik geliştirdiği bir mekanizma olduğu düşünülmektedir. Javidipour ve ark. (2017) fındık, ayçiçeği, soya ve zeytin yağlarının yağ asitleri ve tokoferol içeriklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, yüksek düzeyde doymamış yağ asitlerini içeren ayçiçeği ve soya yağlarının fındık ve zeytin yağlarına göre oldukça yüksek düzeyde tokoferol içerdiklerini bildirmişlerdir. Kenevir tohumu yağının yüksek düzeyde linolenik asit içeriğine bağlı yüksek düzeyde

tokoferol içermesi bu koruma mekanizmasının kapsamında değerlendirilmektedir. Çoklu doymamış yağ asitleri düzeyi ve antioksidan içerikleri yağların oksidasyona karşı stabilitelerini belirleyen başlıca etmenlerdir. Doymamışlık düzeyi ve antioksidan içeriğinin niceliği ile birlikte niteliği de önemlidir. Doymamışlık düzeyi değerlendirildiğinde çoklu doymamışlık düzeyi dikkate alınmalıdır. Stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerin rölatif oksidasyon hızları sırasıyla; 1.0, 100, 1200 ve 2500 olarak saptanmıştır (Kayahan, 2003). Bu veriler yağdaki linolenik asit oranının yüksek olmasının oksidasyon hızının önemli ölçüde arttırabileceğini göstermektedir. Tokoferol içeriği açısından değerlendirildiğinde ise, tokoferollerin antioksidatif etkinlikleri $\alpha < \gamma < \delta$ sıralamasını izlediği göz önünde bulundurulmalıdır (Wagner ve ark., 2001). Kenevir tohumu yağının yüksek düzeyde linolenik asit içeriğine bağlı olarak içerdiği tokoferol fraksiyonlarına bakıldığında γ - ve δ -tokoferol içeriğinin de haşhaş tohumu yağına göre oldukça yüksek olması, organizmanın besin değerini korumaya yönelik geliştirdiği savunma mekanizmasının dikkat çeken yönü olarak değerlendirilmelidir. Bütün bu ayrıntılar oksidasyonun oldukça karmaşık reaksiyonları içermesine yol açmaktadır. Bundan dolayı yağların oksidasyonunu tek bir model ile açıklamak oldukça zor olup, her bir yağın oksidasyona karşı tepkisinin farklı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Örneklerin toplam fenolik içerikleri incelendiğinde, kenevir tohumunun yağsız küspesinin haşhaş tohumu küspesinden daha yüksek düzeyde fenolik bileşenleri içerdiği gözlemlenirken, soğuk pres ile elde edilen örneklerin fenolik içeriklerinin çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen eşdeğerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum fenolik bileşenlerin çözücü ekstraksiyonu sırasında kullanılan çözücünden olumsuz yönden etkilenebileceğini göstermektedir.

Yağı alınmış haşhaş ve kenevir tohumu küspelerinin antioksidan etkinliğinin göstergesi olan DPPH değerleri dikkate alındığında, soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile yağı alınan kenevir tohumu küspelerinin DPPH değerleri haşhaş tohumu örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Bu durum, söz konusu örneklerin toplam fenolik bileşen içerikleri ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen yağsız kenevir ve haşhaş tohumu küspelerinin toplam fenolik bileşenler içerikleri ve DPPH değerleri sırasıyla; 3735.41, 2189.58, 656.25, 627.05 (mg GAE/g yağsız kısım) ve 81.65, 80.92, 9.08, 8.24 (% inhibisyon) olarak saptanmıştır. Veriler karşılaştırıldığında toplam fenolik bileşenler

içeriği ile DPPH değeri arasındaki doğrusal ilişkinin varlığı dikkat çekmektedir. Knothe ve Kenar (2004) İtalya'nın farklı 2 bölgesinde yetiştirilen kenevir tohumlarının toplam fenolik ve DPPH (IC₅₀) değerlerini sırasıyla; 4.57-8.04 (mg GAE/100 mg) ve 0.10-0.27 (mg/ml) arasında bulmuşlardır.

Yağların bozulması sırasında hidrolitik ve oksidatif reaksiyonlar gerçekleşmektedir. Serbest asitlik yağların hidrolitik parçalanması hakkında bilgi verirken, peroksit sayısı ve konjuge dien ve konjuge trien değerleri oksidasyonun birincil ve TBARS değeri oksidasyonun ikincil ürünlerinin göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Shahidi, 1998; Abdalla ve Roozen, 1999; Brunton, 2000).

Çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen haşhaş tohumu yağların serbest asitlik değerleri soğuk pres ile elde edilen örneklerden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). AP içeren örneklerin serbest asitlik değerleri AP içermeyenlerden daha düşük bulunurken, depolama süresince AP içermeyen örneklerin asitlik değerlerinde önemli değişiklikler meydana geldiği saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen kenevir tohumu yağlarının serbest asitlik değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. AP içeren örneklerin serbest asitlik değerleri AP içermeyen örneklerden daha düşük bulunurken, 28 günlük depolama sırasında kenevir tohumu yağı örneklerinin serbest asitlik içeriklerinde önemli artış saptanmamıştır ($p>0.05$).

Peroksit içerikleri incelendiğinde haşhaş tohumu yağının daha düşük bir başlangıç peroksit içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Her iki yağ örneğinde soğuk pres ile elde edilenlerin çözücü ekstraksiyonu eşdeğerlerinden daha düşük peroksit içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin tümünde peroksit içeriklerinde önemli düzeyde artış saptanmıştır ($p<0.05$). Bütün örnekleme aralıklarında AP içeren örneklerin peroksit içeriklerinin AP içermeyenlerden önemli düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 400 ppm AP varlığının peroksit oluşumunu önemli düzeyde engellediğini göstermektedir.

Soğuk pres ve çözücü ekstraksiyonu yöntemleri ile elde edilen haşhaş tohumu yağı örneklerinin konjuge trien içerikleri birbirine yakın bulunurken, çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen örneğin konjuge dien içeriği önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). 60°C'de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon sırasında örneklerin konjuge dien ve konjuge trien içeriklerinde önemli düzeyde artış saptanmıştır ($p<0.05$). Soğuk pres ile çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen kenevir tohumu yağlarının başlangıç

konjuge dien ve konjuge trien içerikleri arasında fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 60°C’de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon sırasında haşhaş tohumu yağı örneklerinin konjuge dien ve konjuge trien içerikleri önemli düzeyde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Oksidasyonun ikincil ürünlerinin göstergesi olan TBARS değerleri incelendiğinde, kenevir tohumu yağı örneklerinin TBARS değerlerinin haşhaş tohumu yağı örneklerinden daha yüksek bulunduğu görülmektedir. 60°C’de 28 günlük hızlandırılmış oksidasyon sırasında haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının TBARS değerlerinin önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0.05$).

Sonuç olarak, haşhaş ve kenevir tohumlarının linoleik asit içeriği açısından zengin kaynaklar oldukları, özellikle kenevir tohumu yağının zengin linolenik ve tokoferol kaynağı olarak diyetimizde yer alması önerilmektedir. Yüksek besin içeriği ve düşük oksidasyon göstergeleri nedeniyle soğuk pres haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının tercih edilmesi gerektiği ve bununla birlikte yüksek toplam fenolik bileşenler içeriği dikkate alındığında özellikle kenevir tohumunun küspesi ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Askorbik asit ve palmitik asitten türevlenen askorbil palmitatın ise haşhaş ve kenevir tohumu yağlarının oksidatif stabilitelerini arttırmada kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Abdalla, A.E., Roozen, J.P., 1999. Effect of plant extract on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. *Food Chemistry*, **64**: 323-329.
- Anonim, 1989. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society* (Fourth Edition). Champaign, USA.
- Anonim, 1992. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. *AOCS Official Method* Ce 8-89.
- AOCS, 1993. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC (Official Method Ce 8-89). In: *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, AOCS press, Champaign, IL.
- AOCS, 1997. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 5th edn. AOCS Press, Champaign.
- AOCS, 2003. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, AOCS Press Champaign.
- Atalay, Ç., 2004. *Bazı Haşhaş Çeşitlerinin Tohum ve Yağ Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aşık, F.F., 2017. Türkiye ve dünyada yağlı tohum ticareti. <http://www.dunyagida.com.tr/haber/turkiye-ve-dunyada-yagli-tohum-ticareti/7277>. Yağlı Tohum Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Osmaniye.
- Bae, S.H., Suh, H.J., 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT-Food Science and Technology*, **40**: 955-962.
- Bayrak, A., 2006. *Gıda aromaları*. Gıda Teknolojisi yayın no: 32. 497s, Ankara.
- Bozan, B. Temelli, F., 2008. Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, **99**: 6354-6359.
- Brunton, N., 2000. A comparison of solid-phase microextraction fibers for measurement of hexanal and pentanal in cooked turkey. *Food Chemistry*, **68**: 339-345.
- Callaway, J.C., 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview, *Euphytica International Journal of Plant Breeding*, **140**:65-72.
- Crapiste, G.H., Brevedan M.I.V., Carelli A.A, 1999. Oxidation of sunflower oil during storage. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **76**(12): 1437-1443.
- Coppen, P., 1994. *The Use of Antioxidants*. In: Allen JC, Hamilton RJ (eds) Rancidity in foods, 3rd edn. Blackie Academic Press, London, pp 84–103.
- Demir, C., Çetin, M., 1999. Determination of tocopherols, fatty acids and oxidative stability of pecan, walnut and sunflower oils. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **95**(7): 278-282.
- Ekici, L., Sağdıç, O., Dedebaş, T., 2018. *Ülkemizde Yaygın Olarak Yetiştirilen Ticari Değere Sahip Tohum Yağlarının Depolama Stabilitelerinin Belirlenmesi*, Normal Araştırma Projesi, Proje No: FBA-2014-5389. Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Fiori, L., 2007. Grape seed oil supercritical extraction kinetic and solubility data: Critical approach and modeling. *The Journal of Supercritical Fluids*, **43**: 43-54.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., İbrahimi, M., Ahmad, M., Sultana, S., Hadda, T. B., Moussaoui, I. C., Charrouf, Z., 2013.

- Chemical investigation of *nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **14**: 172-177.
- Guillen, M., N., Cabo, N., 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine stability of edible oils. *Food Chemistry*, **77**: 503-510.
- Güler, G., 2009. *Soğuk Presyon ve Kimyasal Rafinasyon Yöntemleri ile Üretilen Kanola Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- IUPAC, 1991. Preparation of the fatty acid methylesters (method no. 2.301). In: *Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives* (7th edt). Blackwell Scientific Publications, Oxford, Great Britain.
- İmer, Y., 2016. *Çeşitli Soğuk Pres Yağlarının Bazı Mikro ve Makro Element İçeriklerinin Belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Javidipour, I., Erinc, H., Baştürk, A., Tekin, A., 2017. Oxidative changes in hazelnut, olive, soybean, and sunflower oils during microwave heating. *International Journal of Food Properties*, **20**(7): 1582-1592.
- Kavran, P., 2015. *Askorbil Palmitatın Ayçiçeği Yağının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.
- Kayahan, M., 2003. *Yağ Kimyası*. ODTÜ Gelişme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları. 105-106, 220.
- Kıllı, F., Beycioğlu, T., 2019. *Türkiye’de ve Dünyada Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretim Durumu Türkiye Yağlı Tohum Üretimine İlişkin Önemli Sorunlar*. UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, **1**, 17-33.
- Kıralan, M., Özkan, G., Bayrak, A., Ramadan, M. F., 2014. Physicochemical properties and stability of black cumin seed oil as affected by different extraction methods. *Industrial Crops and Products*, **57**: 52-58.
- Kıralan, M., Çalik, G., Kıralan, S., Ramadan, M. F., 2018. 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*, **12**: 616-621.
- Kırca, D., 2019. *Farklı Sıcaklık Uygulanan Üzüm Çekirdeği Yağlarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Knothe, G., Kenar, J.A., 2004. Determination of the fatty acid profile by HNMR spectroscopy. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **106**:88-96.
- Labuza, T.P., 1971. Kinetics of Lipid Oxidation in Foods. *Critical Reviews in Food Technology*, **2**: 355-405.
- Lampi, A.M., Piironen, V., Hopia, A., Koivistoinen, P., 1997. Characterization of the oxidation of rapeseed and butter oil triacylglycerols by four analytical methods. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, **30**: 807-813.
- Leizer, C., Ribnicky, D., Paulev, A., Dushenkov, I.R., 2000. The composition of hemp seed oil its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional Medical Foods*, **2**:35-53.

- Lee K.H, Jung M.Y, Kim S.Y., 1997. Quenching mechanisms and kinetics of ascorbyl palmitate for the reduction of the photo-sensitized oxidation of oils. **Journal of American Oil Chemists' Society**, **74**(9):1053–1057.
- Matthaus, B., Brühl, L., 2003. Quality of cold-pressed edible rapeseed oil in Germany. **Nahrung/Food**, **47**(6): 413-419.
- Mert, M. 2009. Kenevir, 8. **Lif Bitkileri** (Editör: Karataş M.) 1.Baskı.Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, yayın no:52, Ankara. 277.
- Nergiz, C. ve Ötles, S., 1994. The proximate composition and some minor constituents of poppy seeds. **Journal of the Food Science and Agriculture**, **66**: 117-120.
- Özdemir, H. 2018. **Kavurma İşleminin Kenevir Tohumlarının Tokoferol ve Toplam Madde İçeriği Üzerine Etkisi** (yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.
- Nielsen, S.S., 2010. **Food Analysis**. Springer, New York, USA. 550.
- Pyo, Y.H., Lee, T.C., Logendra, L., Rosen, R.T., 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of swiss chard (*beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. **Food Chemistry**, **85**: 19-26
- Ramadan, M.F., Mörsel, J.T., 2002. Characterization of phospholipid composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oil. **Nahrung**, **46**; 240-244.
- Sadıksoy T, K. 2020. **Soğuk Pres ve Çözücü Ekstraksiyon Yöntemlerinin Çörek Otu ve Keten Tohumu Yağlarının Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi** (yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Shahidi, F., 1998. **Indicators for Evaluation of Lipid Oxidation and off-Flavor Development in Food**. In Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences; Elsevier Science: New York, NY.
- Şeran, E.B., 2011. **Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem ile Soğuk Pres Yağlarında Verim ve Kalitenin Arttırılması** (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Srinivas, H., Narasinga, R.M.S., 1981. Studies on the proteins of poppy seed (*Papaver somniferum* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, **29**: 1232-1235.
- Taoukis, P., ve Labuza, T.P., 1996. Summary: integrative concepts. **Food chemistry**, edited by Owen R. Fennema 3.rd edition, 1013-1042.
- Vandanhove H., Van Hees M., 2005. Fibre crops alternative land use for radioactively contaminated arable land. **Journal of Environmental Radioactivity**, **81**:131-141
- Wagner, K.H., Wotruba, F., Elmadfa, I., 2001. Antioxidative potential of tocotrienols and tocopherols in coconut fat at different oxidation temperatures. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **103**: 746-751.
- Wan, P.J., 1995. **Accelerated Stability Methods**. In: Methods to Access Quality and Stability of Oils and FatContaining Foods. K. Warner & N. A. E. Michael, Eds., AOCS Publishing,USA.
- Wang, S., Kreuzer, M., Braunb, U., Schwarm, A., (2017). Effect of unconventional oilseeds (safflower, poppy, hemp, camelina) on in vitro ruminal methane production and fermentation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **97**: 3864–3870.
- Wolf, G., Phil, D., 1997. Tocopherol: an efficient protector of lipids against nitric oxide initiated peroxidative damage. **Nutrition Reviews**, **55**(10):376-378.
- Yetim, H., Kesmen, Z., 2009. **Gıda Analizleri**. Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 163. Erciyes Üniversitesi Matbaası, Kayseri, 346.

Yazıcı, L., Yılmaz, G., Gökarp, S., 2017. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve genotiplerinin alkaloid ve yağ oranlarının belirlenmesi. ***KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi***, **20**: 313-317.



ÖZ GEÇMİŞ

İlköğretim ve lise öğrenimini Khoy’da tamamladı. 1991 yılında Şiraz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’ne başladı 1996 yılında Urmia Üniversitesinden mezun oldu. 1996-1998 yıllarında askerlik yaptı. 1998-2000’de Khoy’da un fabrikasında Gıda Mühendisi ve kalite kontrol müdürü olarak çalıştı. 2000-2009’a kadar ZamZam Kola fabrikasında kalite kontrol sorumlusu olarak çalıştı. 2009-2013’e kadar Urmia Teknik Üniversitesinin yemekhanesinde kalite kontrol sorumlusu ve diyetesiyen olarak çalıştı. 2006-şimdiye kadar gıda ve içecek ve sağlık konusunda bilir kişi olarak görev yapıyor. 2014 Eylül ayında Van Yüzüncü Yıl Üniversssitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hekimliği Bölümünü kazandı ve 2019’da Diş Hekimi olarak mezun oldu. 2017 Eylül ayında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yağ Teknolojisi alanında yüksek lisans öğrenimine başladı.