



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI ÖN İŞLEM VE EKSTRAKSİYON
YÖNTEMLERİ İLE KAYISI ÇEKİRDEĞİ, KETEN
TOHUMU VE ÜZÜM ÇEKİRDEĞİ YAĞI ELDESİ VE
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Ali CANDAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2019
KONYA
Tüm Hakları Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali CANDAN tarafından hazırlanan “Farklı Ön İşlem ve Ekstraksiyon Yöntemleri İle Kayısı Çekirdeği, Keten Tohumu ve Üzüm Çekirdeği Yağı Eldesi ve Özelliklerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 26/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri İmza İmza

Başkan

Doç. Dr. Mustafa TOPKAFAN.....

Danışman

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU.....

Üye

Dr. Öğr. Üy. İsmail TONTUL.....

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN

FBE Müdür

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 181319002 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Ali CANDAN

Tarih: 26/06/2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI ÖN İŞLEM VE EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ İLE KAYISI ÇEKİRDEĞİ, KETEN TOHUMU VE ÜZÜM ÇEKİRDEĞİ YAĞI ELDESİ VE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ali CANDAN

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

2019, 37 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA

Dr. Öğr. Üy. İsmail TONTUL

Kayısı çekirdeği, keten tohumu ve üzüm çekirdeğinden soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmesinde kavurma, pektolitik, selülotik ve hemiselülotik enzimlerden oluşan ticari enzim preparatı ve ultrasonifikasyon ön işlemleri uygulanmıştır. Enzim uygulaması ile kayısı çekirdeği yağ veriminin arttığı görülmüştür. Etanol çözücülü ultrason uygulamasında verim çok düşük seviyelerde (yaklaşık %1-2) kalmıştır. Enzim uygulaması üzüm çekirdeğinde toplam fenolik madde içeriğini azaltmış, peroksit değerini de yükseltmiştir. Kavrulmayan örneklerde α - ve γ -tokoferol içeriğini azaltmıştır. Kavurma işlemi sonrası uygulanan enzim muamelesi γ -tokoferol miktarını yükseltmiştir. Tokoferol içeriği açısından üzüm çekirdeği yağına enzim uygulamasının kavurma işlemi ile birlikte yapılması uygun bulunmuştur. Kayısı çekirdeği yağında ise enzim uygulaması kavurma işlemi sonrası yapıldığında serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerini yükseltmiştir. Ultrasonifikasyon

uygulamasının karotenoidler, tokoferoller ve fenolikler gibi biyoaktif bileşenlerin yağda miktarlarının çok yüksek seviyelere çıkmasını sağlamıştır. Bu nedenle ultrasonifikasyonun soğuk pres yağ ekstraksiyonunda özellikle verim açısından endüstriyel uygulamaya uygun hale getirilmesi amacıyla çalışmalar yapılması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: enzim, kayısı çekirdeği, keten tohumu, soğuk pres, ultrasonifikasyon, üzüm çekirdeği



ABSTRACT

MY THESIS

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF APRICOT SEEDS, FLAXSEED AND GRAPE SEED OIL EXTRACTED BY DIFFERENT METHODS AND PRE-TREATMENTS

Ali CANDAN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

2019, 37 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Assoc. Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA

Assist. Prof. Dr. İsmail TONTUL

Commercial enzyme preparation consisting of, pectolytic, cellulotic and hemicellulotic enzymes, along with roasting and ultrasonication pretreatments were applied in the extraction of oil from apricot kernel, flax seed and grape seed by cold press method. Apricot kernel oil yield increased with enzyme application. The yield (about 1-2%) remained very low in ethanolic ultrasound extraction. Enzyme application decreased total phenolic content and increased peroxide value in grape seed oil. α - and γ -tocopherol contents in non-roasted samples were lower. Enzyme treatment after roasting process increased the amount of γ -tocopherol. In terms of tocopherol content, it has been found appropriate to apply enzyme to grape seed oil together with roasting process. Enzyme

application increased free fatty acidity and peroxide values in apricot kernel oil after roasting. The application of ultrasonication has increased the amount of bioactive components in the oils such as carotenoids, tocopherols and phenolics to very high levels. Therefore, it is necessary to carry out studies in order to make ultrasonication suitable for industrial application in terms of yield especially in cold press oil extraction.

Key words: apricot seed, cold press, enzyme, flaxseed, grape seed, ultrasonification



ÖNSÖZ

Tezimi hazırlama sürecinde engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her zaman ve tüm samimiyetiyle yardımcı olup yoluma ışık tutan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU'na tüm içtenliğimle minnet ve şükranlarımı sunarım.

Deney çalışmalarında bana yardımcı olan Zade Vital laboratuvar personeline ve özellikle Ali GÖKYER'e, Bünyamin KAVAK'a ve Süleyman YILDIRAN'a, ayrıca çalışmalarımın başından sonuna kadar bütün özverisi ile benimle çalışan, çalışmalarımı destekleyen Ayşenur ACAR'a yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, maddi manevi her türlü desteği eksik etmeyen sevgili aileme ne kadar teşekkür etsem azdır. Bu serüvende hayatıma dahil olan ve her zaman verdiği destekle yüksek lisans çalışmalarına, çalışmalarımın tamamlanmasına ve hayatıma sağladığı katkılardan dolayı canım eşim Cansel CANDAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Ali CANDAN
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
Simgeler	viii
Kısaltmalar.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Soğuk Pres Yağlar	2
2.2. Kayısı Çekirdeği.....	3
2.3. Keten Tohumu.....	3
2.4. Üzüm Çekirdeği	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
3.1. Kullanılan Yağlı Tohumlar	5
3.2. Yöntem.....	5
3.2.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar	5
3.2.2. Örnek Hazırlama.....	6
3.2.3. Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler	6
3.2.3.1. Tohumların Öğütülmesi.....	6
3.2.3.2. Tohumların Kavrulması.....	7
3.2.3.3. Enzim Uygulaması	7
3.2.3.4. Ultrasonifikasyon Uygulaması	7
3.2.4. Soğuk Pres ile Yağ Eldesi.....	8
3.2.5. Analizler.....	10
3.2.5.1. Yağ Veriminin Belirlenmesi.....	10
3.2.5.2. Renk analizi (L*, a*, b*)	10
3.2.5.3. Yağ Asitleri Kompozisyonu Tayini.....	10
3.2.5.4. Tokoferol Analizi	11
3.2.5.5. Serbest Yağ Asitleri Tayini	12
3.2.5.6. Peroksit Tayini.....	12
3.2.5.7. Toplam Karotenoid Tayini	13

3.2.5.8.	Para-anisidin Tayini.....	13
3.2.5.9.	DPPH Serbest Radikal Tutucu Etkinin Belirlenmesi	13
3.2.5.10.	Toplam Fenolik Madde Tayini	14
3.2.5.11.	Lipofilik ve Hidrofilik Fenolik Tayini	15
3.2.6.	İstatistiki Veriler	15
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	17
4.1.	Verime İlişkin Bulgular.....	17
4.2.	Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular.....	18
4.3.	Tokoferol İçeriğine İlişkin Bulgular	20
4.4.	Renk Analizine İlişkin Bulgular.....	22
4.5.	Serbest Yağ Asitliği, Peroksit ve p-Anisidin değerine İlişkin Bulgular	24
4.6.	Toplam Karotenoid, Toplam Fenolik Madde ve DPPH radikal tutucu aktivite İçeriğine İlişkin Bulgular	26
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	29
	KAYNAKLAR	33
	ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α : Alfa

β : Beta

γ : Gama

δ : Delta

dk: dakika

g: gram

kg: kilogram

IU: uluslararası birim

meq: mili-equivalent (mili eşdeğer)

μ : mikron

μ g: mikrogram

mg: miligram

mm: milimetre

ppm: milyonda bir

Kısaltmalar

AOCS: American oil chemical society

BHT: Bütilendirilmiş hidroksitoluen

DPPH: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

GC: Gaz Kromatografisi

HPLC: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi)

IUPAC: Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği

SYA: Serbest yağ asitliği

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Tüketicilerin doğal ve işlem görmemiş yağlara olan yönelimi gün geçtikçe artmaktadır. Bunun yanı sıra bilinçli tüketime olan ilginin son yıllarda artışı dikkat çekmektedir. Bitkisel yağ sektöründe rafine yağlar yerine işlem görmemiş soğuk sıkım yağlar tercih edilmeye başlanmıştır. Minimal rafinasyon teknolojileri geliştirilmekte ve yağı en az işlem uygulayarak rafinasyon ile oluşabilecek mineral ve vitamin kayıpları düşünülerek en doğal yağı elde etme çalışmaları hızla sürmektedir. Ülkemizde çok çeşit soğuk sıkım yağlar bulunurken fonksiyonel olarak bu anlamında çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada farklı ön işlemler ve ekstraksiyon yöntemleri ile kayısı çekirdeği, keten tohumu ve üzüm çekirdeği yağı elde edilmiş ve fonksiyonel açıdan özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada yeni bir ürün olarak kayısı çekirdeği, keten tohumu ve üzüm çekirdeği tohumları soğuk sıkım yöntemi ile elde edilerek fonksiyonel özellikleri karşılaştırılmıştır. Fenolik bileşenleri fazla içeren, oleik asit oranı yüksek ve omega-3 bakımından zengin bir yağ niteliğinde olan yağlar, salata ve soslarda tüketime sunulabilecektir. Bu anlamda zeytinyağına alternatif bir ürün olması, fonksiyonel açıdan zengin olması pazarda önemli bir yere sahip olabileceğini gözler önüne sermektedir. Ülkemizde bu alanda çok fazla araştırma ve ürün olmaması, gelişime açık bir konu olması önemini daha da artırmaktadır. İncelenen ön işlem ve ekstraksiyon yöntemleri yapılacak olan çalışmalarda; verim, yağ asidi kompozisyonu, tokoferol içeriği, renk değerleri, serbest yağ asitliği, peroksit, p-Anisidin, toplam karotenoid, toplam fenolik madde içeriği ve DPPH radikal tutucu aktivite değerleri incelenerek karşılaştırılmıştır. Soğuk sıkım yağ öncesi kavurma işlemi uygulamasının etkileri de incelenmiş ve sonuçları ele alınmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Soğuk Pres Yağlar

Son yıllarda ticari anlamda yaygınlaşan bir uygulama olan soğuk pres metodu, yüksek miktarda besin maddeleri içermesi nedeniyle tüketicilerin doğal ve güvenli gıda anlayışına cevap vermektedir. Soğuk pres uygulaması her hangi bir sıcaklık ve kimyasal madde prosesi içermez (Üstün, 2015). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği'nde "soğuk preslenmiş natürel yağ"ın tanımı; doğrudan tüketime uygun olan, ısı işlem olmaksızın sadece mekanik yöntemle elde edilen yağ şeklindedir (Türk Gıda Kodeksi, 2012). Rafine edilmiş yağlara göre, kaliteli ve besin değeri daha yüksek yağ elde edilmesi, son yıllarda bu yöntemle elde edilen yağlara olan ilginin artmasına neden olmuştur. Soğuk pres yöntemi ile ekstraksiyon yöntemleri gibi yağ elde etme proseslerine kıyasla daha düşük miktarlarda yağ elde edilmesine rağmen, soğuk pres yönteminde herhangi bir kimyasal çözücü kullanılmadığından yağlar kimyasal içermediğinden tüketicinin güvenini sağlayacak hale gelmektedir (Sevindik ve Selli, 2017). Soğuk pres dışındaki diğer metotlar ile elde edilen yağların fizikokimyasal özellikleri karşılaştırıldığında soğuk pres yöntemi kullanılarak elde edilen yağların kalite parametrelerinde (serbest yağ asidi gibi) daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. α , β , γ , δ tokoferol değerleri ve sterol bileşikleri, toplam fenoller ve timokinon oranları daha yüksek bulunmuştur (Kıralan vd., 2014). Ekstrakte edilmiş diğer yağlara kıyasla soğuk pres metodu ile elde edilen yağlar, doğal antioksidan bileşikleri daha yüksek seviyede içerdiği için, raf ömrünü artırmak amacı ile bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidan yerine kullanılabilir (Hoed vd., 2011). Soğuk pres yağlar üzerine yapılan araştırmada soğuk sıkım yağların farklı kimyasal bileşenlere sahip olduğu ve omega 3-6 açısından zengin olduğu, sağlıklı yaşam için tercih edilebileceği düşünülmektedir (Makala, 2015).

Son yıllarda soğuk pres ile yağ eldesine olan ilgi, rafine edilmiş yağlara göre daha kaliteli ve besin değeri yüksek yağ elde edilmesinden dolayı artmıştır (Sevindik ve Selli, 2017). Yüksek sıcaklık uygulamadan ve organik çözücü kullanmadan, sadece öğütme basıncı uygulayarak elde edilen yağ çıkarma yöntemi soğuk pres olarak adlandırılmaktadır (Koç, 2016). Endüstride yağlı tohumlardan soğuk pres yöntemi ile

yağ elde edilmesinde temizleme, kurutma, öğütme ve pres aşamaları uygulanmaktadır. Az enerji harcanması, kolay uygulanabilmesi, kimyasal ve ısı işlem aşamalarının olmaması, oldukça yüksek yağ kalitesinin olması soğuk pres yönteminin avantajlarıdır. Ancak yağ verimi çözücü yardımıyla yapılan ekstraksiyonlara göre oldukça düşüktür (Maier vd., 2009).

2.2. Kayısı Çekirdeği

Kayısı çekirdeği meyve ağırlığının yaklaşık %12'sini oluşturur ve %15-20 protein, %4-5 selüloz, %52 yağdan oluşur. Çekirdeklerin yağ içeriği % 27.7 ile % 66.7 arasında değişmektedir (Alpaslan ve Hayta, 2006). Kayısı çekirdeği yağı büyük bir kısmı oleik ve linoleik yağ asitlerinden oluşan doymamış yağ asitlerince zengin bir hammaddedir. Kayısı çekirdeği yağı %58.3-73.4 oranında oleik asit, %18.8-31.7 oranında linoleik asit içermektedir (Özçelik, 2017). Bu içerik %91.5-91.8 oranında doymamış yağ asitleri ve % 7.2-8.3 doymuş yağ asitleri olduğu yanı sıra %95.7-95.2 nötr lipitler, %1.3-1.8 glikolipitler ve %2.0 fosfolipidler oluşturmaktadır. Çekirdek yağı 100 g'da 11.8 mg kampesterol, 9.8 mg stigmasterol ve 177.0 mg sitosterol içerir (Alpaslan ve Hayta, 2006). Yapılan bir çalışmada kayısı çekirdeğinde ortalama %62 oleik asit içerdiği tespit edilmiştir. Kayısı çekirdeği yağı, yağdaki oranı 475 mg/kg seviyelerine kadar çıkabilen yüksek oranda γ -tokoferölü içerir. γ -tokoferole göre daha az miktarlarda α ve β -tokoferol de ihtiva eder (Özçelik, 2017).

2.3. Keten Tohumu

Keten tohumu yaklaşık %40 yağ, %30 lif, %20 protein, %14 kül ve %6 nem içermektedir (Pekşen, 2018). Keten tohumu yağı, esansiyel yağ asitleri [α -linolenik asit (%50-60)] ve vitaminler [E vitamini (20 ila 70 mg/100 g arasında değişen tokoferoller, A vitamini (karotenoidler, ~57 ppm)] içerir ve bu nedenle fonksiyonel gıda ürünlerinde önemli bir bileşeni temsil eder (Mohan vd., 2018). Keten tohumu yağı %57 oranında α -linolenik asit içerdiğinden omega-3 yağ asitleri açısından zengin bir kaynak olarak nitelendirilmektedir (Kartal, 2014). Keten tohumu yapısında bulunan fenolik asitlerden (8-10 g/kg) dolayı antioksidan, antimikrobiyal ve kanser önleyici gibi biyoaktif fonksiyonlara sahiptir. Tohum yağında ise mirisetin,

kateşin, genistein ve kafeik asit gibi fenolik bileşikler belirlenmiştir (İşleroğlu vd., 2005; Özkılıç, 2017). Soğuk pres yöntemi ile elde edilen keten tohumu yağında %50 oranında omega-3 yağ asidi içeriği bulunmasıyla ilgi gösterilmeye başlanmıştır. Yağda çözülebilen en güçlü antioksidanlar olan tokoferoller de içermektedir. Bunlar α , β , γ ve δ -tokoferoller olarak bulunmakta ve toplam tokoferol içeriği 40-50 mg/100 g arasında değişmektedir. Keten tohumu 5.85 IU/g A vitamini ve 18.17 μ g/g E vitamini içermektedir (İşleroğlu vd., 2005). α -linolenik asit içeriği yüksek olan keten tohumu gibi yağların duyuşal ve oksidatif kalitesinin incelendiğinde, yüksek kalitede kalması ve uzun raf ömrüne sahip olması için en düşük sıcaklıklarda işlenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Wiesborn vd., 2005).

2.4. Üzüm Çekirdeği

Üzüm çekirdeği yapısında %40 lif, %16 yağ, %11 protein, % 7 fenolik madde içeren ve şeker ve mineral yapıları ihtiva eden potansiyel bir hammaddedir (Koç, 2016). Üzüm çekirdeği yağı, Türk Gıda Kodeksi Bitki adı ile anılan yağlar tebliğinde (Tebliğ No: 2012/29) üzüm bitkisinin (*Vitis vinifera* L.) çekirdeklerinden elde edilen yağ olarak tanımlanmaktadır. Üzüm çekirdeği yağı, diğer yağ bakımından zengin tohumlarla karşılaştırıldığında, oleik ve linoleik asitler gibi doğmamış yağ asitleri bakımından zengin olan trigliseritlerden oluşur. %10-20 civarında yağ içerene sahip olup aynı zamanda insan sağlığı üzerinde önemli etkilere sahip olan E vitaminini yüksek oranda içermektedir. Üzüm çekirdekleri %17.8-26.5 oleik ve %60.1-70.1 aralığında linoleik asitleri içerdiğinden, oleik ve linoleik asitlerce zengindir. Bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre üzüm çekirdeği yağı % 50.1-77.8 oranında linoleik asit içermektedir (Makala, 2015). En önemli E vitamini kaynaklarından biri olan üzüm çekirdeği yağı, tokoferol ve tokotrienol yönünden zengindir (Baydar ve Akkurt, 2001; Koç, 2016). Yapılan araştırmalarda toplam tokoferol içeriğinin 328-578 mg/kg aralığında olup, ortalama toplam tokoferol içeriğinin 454 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Baydar ve Akkurt, 2001). Fenolik maddeler üzümün %60-70 oranında çekirdeğinde, %28-35 oranında kabuğunda, %10 oranında pulpunda bulunmaktadır (Koç, 2016).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Yağlı Tohumlar

Çalışmalarda yağlı tohum olarak kayısı çekirdeği, keten tohumu ve üzüm çekirdeği kullanılmıştır. Bütün tohumlar Konya İli merkez toptancılarından alınmıştır. 1 kg'lık paketler haline getirilen tohumlar serin, kuru ve doğrudan ışık almayan ortamda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Kullanılacak tohum numunelerin paketlenmesi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar

Santrifüj cihazı (Awel Industries, Centrifuge MF 20, France), renk analiz cihazı (Minolta Chromameter CR400 Minolta Co.), spektrofotometre (Biochrom, Libra S22, Cambridge, İngiltere), öğütücü (Arsel endüstriyel mutfak öğütücüsü), soğuk pres ekstraktörü (Karaerler NF 500, Türkiye), gaz kromatografi sistemi (GC)

Shimadzu GC-2010 Plus/FID/HS-20, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) sistemi Shimadzu LC-20A/Flourescence, ultrasonik homojenizatör (Bandelin Sonopuls HD 2200, Almanya), su banyosu (Daihan Scientific Co. Ltd. WSB-30, Kore), vakum evaporatör (Heidolph91, Almanya) ve terazi (Ohaus AX224, USA) tez kapsamında kullanılan ekipman ve düzeneklerdir.

3.2.2. Örnek Hazırlama

Yağlı tohumlar 1'er kg'lık homojen numuneler olarak paketlenmiştir. Yapılacak olan bütün işlemlerde bütünlük olması açısından eşit miktarlarda tartılan numuneler aynı ortam koşullarında saklanmıştır.



Şekil 3.2. Kullanılacak tohum numunelerinin tartımı.

3.2.3. Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler

3.2.3.1. Tohumların Öğütülmesi

Yağlı tohumlar, uygulamalarda verimin artması için etki yüzeyini artırmak amacıyla yaklaşık 1-2 mm boyutuna kadar öğütülmüştür. Öğütme işlemleri Arsel marka endüstriyel mutfak öğütücüsü (220 Volt, 0.8 kg kapasite, 0.3 kW 9000 d/9 dk motor gücü) ile yapılmıştır. Tohumlarda, hücre sitoplazma içinde bulunan yağ zerrelere öğütme ile daha kolay çıkması beklenir, bu işlem ile oluşan şekil ve yüzey alanı kütle transferi için yolun kısılmasını sağlar ve yağ çıkışını kolaylaştırır (Sidar, 2011). Bu

çalışmada uygulama yapılan tohumlardan kayısı çekirdeği sert kabuklarından arındırılmış kayısı çekirdeği içi şeklinde işlenmiştir. Ketan tohumları, kayısı çekirdeği ve üzüm çekirdeği tohumları eşit olarak öğütülmüştür.

3.2.3.2. Tohumların Kavrulması

Yağlı tohumlar, 120 °C’de 15 dk. etüvde (Nüve FN 400) tutularak kavrulması sağlanmış ve yağ içeriği ve verimindeki değişim gözlenmiştir. Kavurma işlemi tohumların su içeriğinin azalması, yağ moleküllerinin hücre içinden dışına çıkarılması ve hücre duvarında yer alan proteinler denatüre olarak hücre içindeki yağ moleküllerinin dışarıya çıkmasını kolaylaştırmak için yapılmaktadır (Sidar, 2011).

3.2.3.3. Enzim Uygulaması

Yapılan araştırmalar neticesinde enzim destekli yağ ekstraksiyonunda uygulanan enzim konsantrasyonları %0.01-%1.25 aralığında olduğu bulunmuştur (Özkılıç, 2017). Bu çalışma göz önünde bulundurularak kullanılan enzim miktarı %1 olarak belirlenmiştir ve 1 kg’lık öğütülmüş numunelere 10 gr enzim tartılıp tampon çözelti varlığında tohumlara uygulanmıştır. 60 °C’de 3 saat inkübasyon edilen örnekler oda sıcaklığına geldiğinde soğuk pres yapılarak yağ eldesi sağlanmıştır. Ticari enzim olarak SEBMax Olive (zeytinyağı ekstraksiyonu için kullanılan pektinaz kompleks enzimi) kullanılmıştır. Bu enzim *Aspergillus aculeatus* tarafından üretilen pektolitik, selülotik ve hemiselülotik bir enzim karışımıdır (Advanced Enzyme Technologies Ltd., India).

3.2.3.4. Ultrasonifikasyon Uygulaması

Ultrasonifikasyon uygulamasında çözücü olarak soğuk pres hassasiyetine uygun olması ve doğal olması açısından çözücü olarak etanol tercih edilmiştir. Yapılan literatür araştırması sonucunda, daha önce yayımlanmış etanol çözücülü ve su banyolu ultasonik uygulamalı bazı yöntemler denenmiştir (Mahdavi Ara vd., 2013; Meullemiestre vd., 2016). Uygulama yapılacak numuneler 1:4 oranında yağlı tohum ve etanol ile 45-55°C sıcaklıkta, Bandelin Sonopuls HD 2200 markalı ultrasonik

homojenizatörde güç seviyesi % 65 ayarlanarak 40 dakika ultrasonik muameleye tabi tutulmuştur. Daha sonra evaporatörde etanol uzaklaştırılarak elde edilen yağlar +4 °C’de buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 3.3. Elde edilen soğuk pres yağlar.

3.2.4. Soğuk Pres ile Yağ Eldesi

Soğuk pres yağ ekstraktörü (Karaerler NF 500, Türkiye), 1.5 kW, 220 Volt motor ile değişken hızda çalışan vidalı prestir ve nominal kapasitesi 1-30 kg tohum/saat'tir. Ketan tohumu için uygun hız 20 hz, kayısı ve üzüm çekirdeği için uygun hız 10-15 hz olarak belirlenmiştir. Cihaz başlığı ekstraksiyon öncesi rezistans ile ısıtılmış ve yağ çıkış sıcaklığının 75°C'yi geçmemesi sağlanmıştır. Birer kilogramlık partiler halinde üç farklı yağlı tohum örneği yağa işlenmiştir. Ön işlem ve sıcaklık uygulaması yapılacak olan partiler gerekli işlemler yapıldıktan sonra soğuk pres yapılarak yağ elde edilmiştir. Elde edilen yağ ve pres keki +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.4. Soğuk pres yağ ekstraksiyonunda kullanılan cihaz.



Şekil 3.5. Soğuk pres yağ ekstraksiyonunda yağ ve küspe eldesi.

3.2.5. Analizler

3.2.5.1. Yağ Veriminin Belirlenmesi

Yağ verimi deneme planında yer alan her bir uygulama için, ekstraksiyon sonunda elde edilen yağ ağırlığının başlangıçta alınan tohum ağırlığına oranı şeklinde hesaplanmıştır.

Ekstraksiyon verimi 100 kg yağlı tohumdan soğuk pres ile elde edilen yağın miktarıdır. Verim şu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır;

$$\text{Ekstraksiyon verimi} = (A_{\text{yağ}} / A_{\text{tohum}}) \cdot 100$$

Burada $A_{\text{yağ}}$ ekstrakte edilen yağın kütlesi (kg), A_{tohum} ise uygulamadaki yağlı tohumun kütlesi (kg).

3.2.5.2. Renk analizi (L^* , a^* , b^*)

Renk değerleri Minolta Chromameter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japonya) cihazıyla ölçülmüştür. Cihaz standart beyaz renkli bir kalibrasyon yüzeyine karşı kalibre edilmiş ve CIE Standard Illuminant C'ye göre ayarlanmıştır. Elde edilen yağlar 4 mL'lik spektrofotometre küvetlerine konulmuş, renk değerleri cihazın başlığının küvete dokundurulması ile her örnek için en az üç ölçüm olacak şekilde kaydedilmiştir. L^* rengin parlaklık koordinatını verir ve 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişir. a^* koordinatı pozitif iken kırmızılık, negatif iken yeşillik derecesini, b^* koordinatı pozitif iken sarılık, negatif iken mavilik derecesini göstermektedir (Pomeranz ve Meloan, 1994).

3.2.5.3. Yağ Asitleri Kompozisyonu Tayini

Shimadzu GC-2010 Plus/FID/HS-20 cihazında yapılan analiz COI/T.20/Doc.no.17 metoduna göre yapılmıştır. 2 N metanollü KOH ve n-Heptan kullanılarak yapılmıştır. 0.5 ml yağ 10 ml'lik mezura alınmıştır. Üzerine 1 ml 2 N metanollü KOH ilave edilmiştir. 7 ml n-heptan koyularak iyice karıştırılmıştır. 10 dk. santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 1 ml GC vialine konmuş ve analize hazır hale getirilmiştir. SP 2-4111

kolonu kullanılmıştır ve FAME karışım standardı kullanılmıştır. Piklerin alanından yola çıkılarak % oranlar kaydedilmiştir. Çalışma şartları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Gaz kromatografisi çalışma şartları

Dedektör	Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Kolon	100 m x 0.25 mm ID, 0.2 µm Silika Kolon
Dedektör Sıcaklığı	260 °C
Makeup Gaz Tipi / Akışı	Azot / 30.0 mL/dk
Enjeksiyon Bloğu Sıcaklığı	250 °C
Enjeksiyon Hacmi	1,0 µL
Enjeksiyon Bloğu Basıncı	163,5 kPa
Enjeksiyon Bloğu Top. Akışı	114.1 mL/min
Taşıyıcı Gaz	N ₂
Sıcaklık Programı	Fırın sıcaklığı 140°C ile başlayıp, 140°C’de 5 dakika beklemiştir. Dakikada 4°C’lik artışlarla 240°C’ye çıkılıp, 20 dakika devam etmiştir.

3.2.5.4. Tokoferol Analizi

Shimadzu LC-20A/Flourecence HPLC cihazında IUPAC metoduna göre yapılmıştır. Bitkisel yağlarda E vitamin içeriğinin hesap edilmesinde kullanılmıştır. Lichrosorb Si 60, 250 x 4.0 mm, 5µ kolon kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 25±1 °C’dir. Fluoresans dedektörde 290 nm’de yapılmıştır. Akış hızı 0.8 mL/dk’dır. 10 mg α-tokoferol standardı ve 40 mg DL- α-tokoferil Asetat standardı tartılmıştır, bir miktar Hekzan ile çözülerek hacmine tamamlanmıştır, iyice karıştırılmıştır. (Konsantrasyon: 1000 µg/mL α-tokoferol; 4000 µg/mL DL-α-tokoferil Asetat). Taşıyıcı Faz: Hekzan/ 2-Propanol (99.5 / 0.5) (v/v). 10 mL’ lik balon joje içerisine 0.5 g yağ numunesi tartılmış ve hacmine hekzan ile tamamlanıp iyice karıştırılmıştır. Bu çözelti amber renkli bir vial içerisine filtre edilmeksizin transfer edilmiştir, sisteme her biri 2’şer kez enjekte edilmiştir. Analiz bittikten sonra standart enjekte edilmiş ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

3.2.5.5. Serbest Yağ Asitleri Tayini

Serbest yağ asitliği, 1 g yağın nötrleşmesi için gerekli potasyum hidroksit (KOH) mg olarak ağırlığı şeklinde ifade edilmektedir. AOCS Official Method Ca5a-40'a göre yapılmıştır. 10 g numune hassas terazide tartıldıktan sonra üzerine 15 ml etanol ilave edilerek çalkalanmıştır. 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılmıştır. Pembe renk oluşuncaya kadar 0.01 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH sarfiyatına göre hesaplama yapılmıştır.

$$\text{Serbest Yağ Asit (\%FFA)} = \frac{\text{Harcanan NaOH miktarı} \times \text{NaOH normalitesi} \times \text{Yağ asitleri molekül ağırlığı}}{2a}$$

3.2.5.6. Peroksit Tayini

Peroksit sayısı yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin milieşdeğer gram olarak miktarıdır (EEC, 1991). Hava ile temas etmeyecek şekilde korunmuş numuneden 10 g numune alınmıştır. 10 ml kloroform 15 ml asetik asit ilave edilerek çalkalanmıştır. 0,5 ml KI ilave edilmiştir. Karanlıkta 3 dk. bekletilmiştir. 3 damla %1'lik nişasta çözeltisi damlatılarak çalkalanmıştır. Numune kontrol edilerek oluşan bulanıklık ve gri renk peroksit varlığını gösterir. Daha sonra 0.002 N ayarlı Na₂S₂O₃ ile renk berraklaşincaya kadar titre edilip, sarfiyat okunmuştur.

$$\text{Peroksit Miktarı} = \frac{N \times V \times 1000}{G} \quad (\text{meq/kgO}_2)$$

N: Na₂S₂O₃ normalitesi

V: Harcanan Na₂S₂O₃ miktarı

G: Numune ağırlığı

3.2.5.7. Toplam Karotenoid Tayini

Yağ örneğinin 7.5 g'ı 25 mL sikloheksan ile çözdürülerek cam spektrofotometre küvetlerine konulup absorpsiyonu spektrofotometrede (Biochrom, LibraS22, Cambridge-İngiltere) 470 nm'de ölçülerek belirtilmiştir. Karotenoid içeriği kg yağda lutein cinsinden, miktarı ise mg/kg olarak ifade edilmiştir (Minguez vd., 1991).

3.2.5.8. Para-anisidin Tayini

p-Anisidin tayini AOCS- Cd-18 90 metoduna göre yapılmıştır. 0.25 g / 100 ml'lik bir çözelti oluşturmak üzere glacial asetik asit içinde çözülmüştür. Yağ numuneleri için çözücü olarak izoktan kullanılmıştır. Analiz tüm numuneler içi üç paralel halinde gerçekleştirilmiştir. Yağ numunelerinin 0.5-0.7 g arasında 25 ml'lik küçük cam şişelere tartılıp ve kullanılan yağ numunelerinin kütleleri kaydedilmiştir (m). Daha sonra yağın üzerine 25ml'lik izooktan eklenmiştir. Elde edilen çözeltilerin 350 nm'de absorbansı (Ab) ve reaktif blank olarak izooktan kullanılarak ölçülmüştür. Tüm absorbans ölçümleri için cam küvetler kullanılmıştır. Daha sonra çözeltinin 5ml'si bir test tüpüne ve 5ml izoktan ise başka bir test tüpüne alınmıştır. Her ikisine de 1 ml p-anisidin çözeltisi ilave edilip çözeltiler karıştırılmıştır. 10 dakika sonra, numune çözeltilerinin absorbansı (As) izooktana karşı olarak okunmuştur. p-Anisidin değerleri, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$p-AV = 25 (1.2As - Ab) / m$$

p-AV = para anisidin değeri

As = p-Anisidin reaktifi ile reaksiyondan sonraki yağ çözeltisinin absorbansı

Ab = yağ çözeltisinin absorbansı

m = yağ örneğinin kütlesi

3.2.5.9. DPPH Serbest Radikal Tutucu Etkinin Belirlenmesi

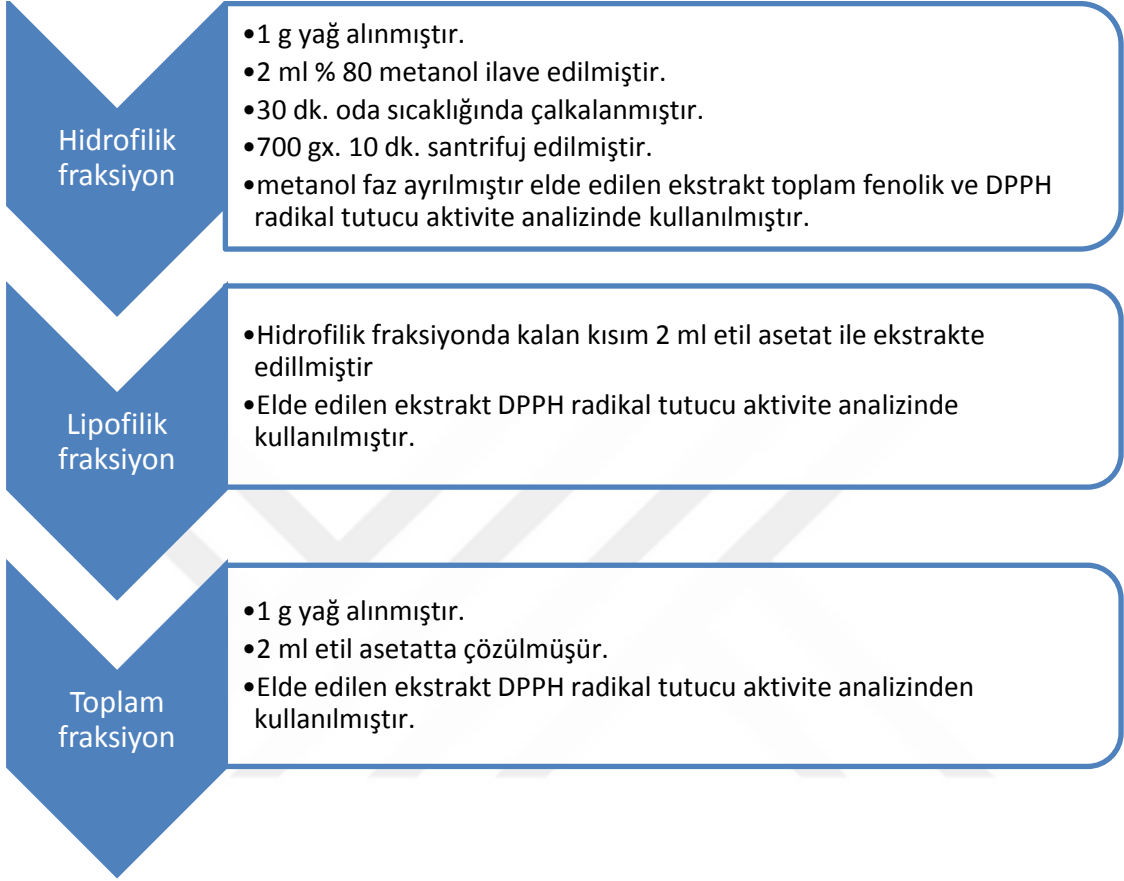
DPPH radikal tutucu analizinde stabil serbest radikallere karşı keten, üzüm çekirdeği ve kayısı çekirdeği yağlarının antioksidanlarının zamana ve doza bağlı reaksiyon kinetikleri ölçülmüştür (Roginsky ve Lissi, 2005). Yağ ekstraktlarının farklı

konsantrasyonları, metanol:su (80:20, v/v) karışımıyla hazırlanıp üzerlerine 0.1 mM metanollü DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) eklenmiş ve 27°C'de 20 dk bekletilmiştir. Örneklerin absorbanslarındaki değişim 517 nm'de spektrofotometre de okunmuştur. Sonuçlar DPPH radikalinin başlangıç konsantrasyonunun % azalması üzerinden bildirilmiştir.

3.2.5.10. Toplam Fenolik Madde Tayini

2.5 gr yağ numunesi ile 5mL hekzanda çözdürülmüş ve fenolik maddelerin ekstraksiyonu için 5 mL metanol/su (60:40 v/v) ilave edilmesiyle 2 dk çalkalanmıştır. Hekzan ve metanol/su fazları 10 dakika 3500 rpm'de santrifüj edilerek birbirinden ayrılmıştır. 50 µL ekstrakt 250 µL fenol ayracı Folin-Ciocalteu ve 500 µL sodyum karbonat çözeltisi (20%, w/v) karıştırılmış, vortekslenmiş ve su ile 5 mL'ye tamamlanmıştır. 30 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra 765 nm'de absorpsiyon ölçülmüştür. Gallik asitin belli konsantrasyonlarının okunmasıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisinden faydalanarak sonuçlar hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Sonuçlar gallik asit mg/kg olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.11. Lipofilik ve Hidrofilik Fenolik Tayini



Şekil 3.6. DPPH radikal tutucu aktivitelerinin lipofilik ve hidrofilik fraksiyonlarının tespiti (Teixeira vd., 2013).

3.2.6. İstatistik Veriler

Analizler, 36 örnekten iki tekerrür ve üç paralel halinde 216 numune üzerinden yapılmış olup, sonuçlar ortalama değerleri ve standart sapmaları ile rapor edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur; farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma ve LSD testleri ile karşılaştırılmıştır (Zolman, 1993). İstatistik analizi parametrik ve non-parametrik metotlar uygulanarak yapılmıştır. "General linear model multivariate analysis" varyans analizi uygulanarak uygulamalara ve örneklere bağlı farklar ortaya konmuştur. Analizler SPSS 10.0

SPSS for Windows (v.16) İstatistik programı kullanılarak yapılmış olup önem seviyesi $P<0.05$ olarak verilmiştir.



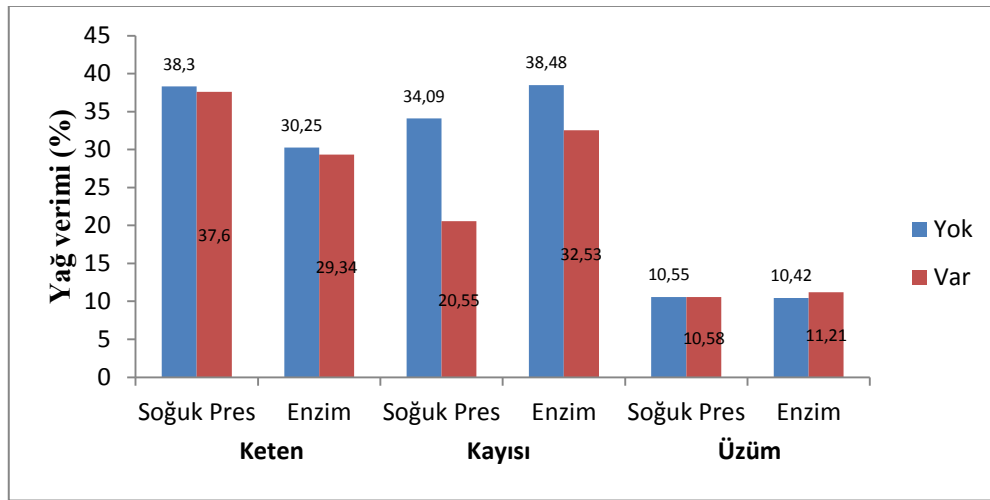
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmada yağlı tohumlara, ticari enzim (SEBMax Olive), etanol çözücülü ultrasonifikasyon işlemleri uygulanmış olup elde edilen yağların verimi, kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bulunan sonuçlar ön muameleler uygulanmamış soğuk pres tohum numunelerinden alınan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

4.1. Verime İlişkin Bulgular

Keten tohumu, kayısı çekirdeği ve üzüm çekirdeği yağlarına ait verim değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Keten tohumu, kayısı ve üzüm çekirdeği yağlarında verim karşılaştırılması yaptığımızda sıcaklık uygulamasının keten ve kayısı çekirdeği verimini düşürdüğü, üzüm çekirdeği yağı veriminde ise değiştirmedeği ya da az miktarda artırdığı tespit edilmiştir. Keten tohumuna uygulanan enzim uygulaması yağ verimini düşürürken, kayısı çekirdeğine uygulanan enzim uygulaması yağ verimini artırmıştır. Üzüm çekirdeğinde ise değerler birbirine yakındır. Ultrason uygulamasında yağ miktarı % 1 in altında olduğu için çizelgeye dahil edilmemiştir.

Çizelge 4.1 Keten tohumu, kayısı ve üzüm çekirdeği yağ verimi (%)



* Ultrason uygulamasında yağ miktarı % 1 in altında olduğu için grafiğe dahil edilmemiştir.

4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

Keten tohumu yağının yağ asidi kompozisyonu sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Keten tohumu yağı yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde % 17.94-18.68 oranında oleik asit, % 13.91-16.24 oranında linoleik asit ve % 52.67-57.73 oranında α -linolenik asit içerdiği tespit edilmiştir. Yüksek oranda α -linolenik asit içermesi omega 3 açısından zengin olduğunu göstermektedir. Enzim uygulamasının keten tohumu yağında palmitik asit değerini düşürdüğü, stearik asit içeriğini yükselttiği görülmüştür. Kavurma işlemi yapıldıktan sonra uygulanan enzim uygulaması ise α -linolenik asit içeriğini artırdığı gözlenmiştir. Ultrason uygulamasının palmitik ve linoleik asit içeriğini artırdığı ve stearik asit içeriğini düşürdüğü gözlenmiştir. α -linolenik asit içeriğinin en fazla olduğu işlem ise kontrol uygulaması olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığın artışı α -linolenik asit içeriğinin düşürdüğü, bu sebeple soğuk pres işleminde sıcaklığın artırılmaması gerektiğine işaret etmektedir.

Mohanen vd., (2018), keten tohumu α -linolenik asit içeriğini %50-60 oranında tespit etmişlerdir. Diğer literatür çalışmaları tarandığında ise % 50 oranında α -linolenik asit içerdiği bildirilmiştir (İşleroğlu vd., 2005; Kartal 2014).

Çizelge 4.2 Keten tohumu yağı yağ asitleri kompozisyonu (%)

Ön İşlemler	Kavurma	Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	α -Linolenik
Soğuk Pres	Yok	5.16±0.22*	4.07±0.03	18.02±0.22	13.91±0.04	57.73±0.09
	Var	5.13±0.05	4.13±0.01	17.94±0.07	14.20±0.02	52.67±0.07
Enzim	Yok	4.98±0.01	4.21±0.02	18.32±0.62	14.30±0.04	57.28±0.74
	Var	5.04±0.05	4.23±0.02	18.15±0.06	14.33±0.01	57.33±0.01
Ultrason	Yok	6.40±1.49	3.69±0.32	18.17±1.83	16.24±2.01	53.41±7.62
	Var	5.30±0.10	3.53±0.01	18.68±0.11	14.97±0.14	56.39±0.80

*ortalama±standart sapma

Kayısı çekirdeği yağının yağ asidi kompozisyonu sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Kayısı çekirdeği yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde % 63.87-69.53 oranında oleik asit, % 23.35-26.01 oranında linoleik asit içerdiği, α -linolenik asit içeriğinin ise % 1 altında olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık uygulamasının yağlı tohumlar arasında farklılıklar gösterdiği gözlenirken, ultrasonifikasyon

uygulamasının palmitik asit içeriğini yükselttiği, oleik asit içeriğini düşürdüğü, linoleik asit içeriğini de yükselttiği görülmektedir. Oleik asit içeriğini ise en az etkilenen yağ asidi olduğu gözlenmiştir. Sıcaklığın yağlık tohumun çeşidine göre farklı etkiler gösterebileceği bu nedenle yapılacak uygulamada yağlık tohuma göre hareket edilmesi gerekmektedir. Ultrason uygulamasının etkileri, yağ asidine göre farklılık göstermiştir.

Kayısı çekirdeği yağı % 58.3-73.4 oranında oleik asit, % 18.8-31.7 oranında linoleik asit içerdiği ifade edilmektedir (Özçelik, 2017).

Çizelge 4.3 Kayısı çekirdeği yağı yağ asitleri kompozisyonu (%)

Ön İşlemler	Kavurma	Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	α -Linolenik
Soğuk Pres	Yok	4.79±0.04*	1.09±0.03	69.15±0.82	23.35±0.10	0.56±0.62
	Var	4.73±0.02	1.06±0.02	69.42±0.36	23.38±0.04	0.41±0.47
Enzim	Yok	4.81±0.02	1.05±0.01	69.53±0.36	23.42±0.20	0.16±0.09
	Var	4.69±0.03	1.05±0.01	69.33±0.65	23.44±0.04	0.05±0.01
Ultrason	Yok	7.19±0.43	1.23±0.11	63.87±0.45	26.01±0.31	0.32±0.23
	Var	5.55±0.19	1.05±0.01	67.46±0.39	24.55±0.52	0.07±0.01

*ortalama±standart sapma

Üzüm çekirdeği yağında yağ asidi kompozisyonu sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Üzüm çekirdeği yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde ise %18.40-21.39 oranında oleik asit, % 61.09-68.46 oranında linoleik asit ve α -linolenik asit içeriğinin ise % 1 altında yani düşük olduğu tespit edilmiştir. Oleik asit içeriğinin 0°C’de kontrol uygulamasında en yüksek olduğu görülürken, sıcaklık uygulamasının linoleik asit içeriğinin artmasına sebep olduğu görülmüştür. Enzim uygulamasının 0 °C’de yapılan işlemde kontrol uygulamasına göre daha az linoleik asit içeriği gözlenmiştir.

Çizelge 4.4 Üzüm çekirdeği yağı yağ asitleri kompozisyonu (%)

Ön İşlemler	Kavurma	Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	α -Linolenik
Soğuk Pres	Yok	7.50±0.25*	4.15±0.26	21.39±3.98	65.83±3.43	0.43±0.07
	Var	7.61±0.06	4.31±0.01	18.63±0.16	68.46±0.16	0.38±0.04
Enzim	Yok	7.25±0.44	4.32±0.03	18.52±0.13	61.09±10.35	0.36±0.04
	Var	7.58±0.04	4.32±0.01	18.40±0.04	68.36±0.32	0.76±0.43
Ultrason	Yok	-	-	-	-	-
	Var	-	-	-	-	-

*ortalama±standart sapma

4.3. Tokoferol İçeriğine İlişkin Bulgular

Keten tohumu yağı tokoferol içeriği Çizelge 4.5’de verilmiştir. Keten tohumu yağının 112.06-116.60 mg/L aralığında α -tokoferol, 68.96-249.89 mg/L aralığında β -tokoferol, 263.83-1015.81 mg/L aralığında γ -tokoferol ve 146.46-154.09 mg/L aralığında δ -tokoferol içerdiği görülmüştür. Kavurma işlemi, α -tokoferol içeriği üzerinde istatistiki olarak önemli bir etki göstermemiş, ancak ultrason uygulaması kavrulmuş örneklerde α -tokoferol miktarını az da olsa artırmıştır. β - ve γ -tokoferoller kavrulmamış örneklerde ultrason uygulamasıyla azalmıştır. Fakat kavrulmuş ve ultrason uygulanmış örneklerde tokoferollerin dört izomerinin de miktarının belirgin şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Mohanand vd., (2018) keten tohumu yağının 100 g’da 20-70 mg tokoferol içerdiğini bildirmişlerdir. İşleroğlu vd., (2005), keten tohumu yağında toplam tokoferol içeriğinin 40-50 mg/100 g arasında değiştiği bildirmiştir.

Çizelge 4.5 Keten tohumu yağı tokoferol içeriği (mg/L)

Ön İşlemler	Kavurma	α -tokoferol	β -tokoferol	γ -tokoferol	δ -tokoferol
Soğuk Pres	Yok	112.06±0.12 ^a	195.27±4.68 ^b	422.98±17.28 ^e	147.20±0.16 ^b
	Var	112.28±0.09 ^b	175.82±2.79 ^c	423.51±1.25 ^d	147.37±0.04 ^b
Enzim	Yok	112.17±0.16 ^b	157.76±18.42 ^e	466.64±36.80 ^c	147.75±0.22 ^b
	Var	112.36±0.09 ^b	160.93±4.63 ^d	454.19±11.25 ^b	147.42±0.15 ^b
Ultrason	Yok	112.34±0.01 ^b	68.96±0.01 ^f	263.83±0.10 ^f	146.46±0.01 ^b
	Var	116.60±0.01 ^a	249.89±0.02 ^a	1015.81±35.01 ^a	154.09±2.14 ^a

*ortalama±standart sapma

Kayısı çekirdeği yağı tokoferol içeriği Çizelge 4.6'de verilmiştir. Kayısı çekirdeği yağının tespit edilebilecek seviyede β -tokoferol ihtiva etmediği belirlenmiştir. Kayısı çekirdeği yağının α -tokoferol içeriği 115.90-202.27 mg/L, γ -tokoferol içeriği 153.50-1060.82 mg/L ve δ -tokoferol içeriği 146.18-179.18 mg/L arasında tespit edilmiştir. Kavurma işleminin, kontrol ve enzim uygulamalarında α -tokoferol miktarını düşürdüğü gözlenirken, ultrason uygulamasında artırdığı görülmüştür. Kavurma işlemi olmadan yapılan uygulamalarda ise α -tokoferol miktarının düştüğü görülmüştür. γ -tokoferol içeriğinin ise 120 °C'de ultrason uygulamasında çok daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. δ -tokoferol içeriğinin kavrulmuş örneklerde enzim muamelesi sonucu yükseldiği görülürken, diğer sıcaklık ve ön işlemlerin önemli seviyede etkili olmadığı görülmüştür. Kayısı çekirdeği yağının, 475 mg/kg seviyelerine kadar çıkabilen yüksek oranda γ -tokoferol içerdiği ve γ -tokoferole göre daha az miktarlarda diğer tokoferoller de ihtiva ettiği belirtilmiştir (Özçelik, 2017).

Çizelge 4.6 Kayısı çekirdeği yağı tokoferol içeriği (mg/L)

Ön İşlemler	Kavurma	α -tokoferol	β -tokoferol	γ -tokoferol	δ -tokoferol
Soğuk Pres	Yok	118.34±1.39 ^a b	- [†]	622.17±35.06b	152.41±0.82a
	Var	116.85±0.94c	-	624.60±6.77bc	152.88±0.08a
Enzim	Yok	117.21±0.52c	-	622.09±14.36c	152.22±0.44a
	Var	116.20±0.77c	-	614.27±0.33c	179.18±37.44a
Ultrason	Yok	115.90±0.02c	-	153.50±0.12d	152.96±0.10a
	Var	202.27±0.22a	-	1060.82±0.22a	146.18±0.01b

*ortalama±standart sapma

[†] tespit edilebilen seviyenin altında

Üzüm çekirdeği yağı tokoferol içeriği Çizelge 4.7'de verilmiştir. Üzüm çekirdeği yağının δ -tokoferol ihtiva etmediği görülmüştür. 149.41-187.84 mg/L aralığında α -tokoferol, 71.20-115.78 mg/L aralığında β -tokoferol ve 38.74-483.24 mg/L aralığında γ -tokoferol içerdiği tespit edilmiştir. Kavurma işleminin α - ve γ - tokoferol oranını artırdığı, β -tokoferol oranını ise düşürdüğü görülmüştür. Enzim uygulamasında da kavrulmamış örneklerde β -tokoferol içeriğinin kontrol değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

Baydar ve Akkurt (2001), üzüm çekirdeğinde toplam tokoferol içeriğini 328-578 mg/kg arasında, ortalama toplam tokoferol içeriğini ise 454 mg/kg olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7 Üzüm çekirdeği yağı tokoferol içeriği (mg/L)

Ön İşlemler	Kavurma	α -tokoferol	β - tokoferol	γ -tokoferol	δ -tokoferol
Soğuk Pres	Yok	182.50±13.59b	92.87±30.83b	421.67±31.16c	-†
	Var	187.84±6.00a	72.70±3.16c	450.63±24.52b	-
Enzim	Yok	149.41±12.21c	115.78±65.37a	398.74±81.35d	-
	Var	172.18±0.85b	71.20±2.45d	483.24±5.45a	-
Ultrason	Yok	-	-	-	-
	Var	-	-	-	-

*ortalama±standart sapma

† tespit edilebilen seviyenin altında

4.4. Renk Analizine İlişkin Bulgular

Keten tohumu yağına ait renk değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Keten tohumu yağında L* (parlaklık) değeri 27.36-44.35 aralığında iken, a* değeri -2.08 – 0.50 aralığında ve b* değeri ise 1.72-19.49 aralığındadır. Renk parametreleri incelendiğinde ultrason uygulamasında yağın rengine ciddi farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişimin ultra ses dalgalarının renk üzerine olan etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.8 Keten tohumu yağına ait renk değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	L*	a*	b*
Soğuk Pres	Yok	31.59±0.53*	-1.95±0.13	6.98±0.49
	Var	30.89±0.28	-1.98±0.09	6.90±0.36
Enzim	Yok	31.50±0.48	-1.92±0.09	6.46±0.72
	Var	32.82±0.47	-2.08±0.43	6.75±0.28
Ultrason	Yok	27.36±0.21	0.79±0.07	1.72±0.34
	Var	44.35±0.46	0.50±0.09	19.49±0.74

*ortalama±standart sapma

Kayısı çekirdeği yağına ait renk değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Kayısı çekirdeği yağında L* (parlaklık) değeri 30.61-32.62 aralığında, a* değeri -1.35 ile -2.88 aralığında ve b* değerinin 3.26 - 5.02 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Renk değerlerini, ön işlemler ve kavurmanın önemli oranda değiştirmedeği gözlemlenirken, kavrulmamış örneklerde ultrason uygulamasının a* ve b* değerlerine etkisinin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9 Kayısı çekirdeği yağına ait renk değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	L*	a*	b*
Soğuk Pres	Yok	30.73±1.17*c	-1.70±0.07	3.97±0.37
	Var	31.58±0.44 b	-1.44±0.19	3.26±0.62
Enzim	Yok	30.65±0.82 c	-1.42±0.12	3.36±0.44
	Var	31.01±0.61b	-1.72±0.13	3.83±0.67
Ultrason	Yok	30.61±0.22 c	-2.88±0.80	5.02±0.34
	Var	32.62±0.41a	-1.35±0.04	3.26±0.25

*ortalama±standart sapma

Üzüm çekirdeği yağının renk değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Üzüm çekirdeği yağında L* (parlaklık) değeri 16.87-28.00 aralığında, a* değeri 0.68-1.11 aralığında ve b* değeri 0.72-2.25 aralığında olduğu görülmüştür. Sıcaklık uygulanan tohumlarda L* (parlaklık) değeri azalırken, a ve b değerleri artmıştır.

Çizelge 4.10 Üzüm çekirdeği yağına ait renk değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	L*	a*	b*
Soğuk Pres	Yok	27.18±0.57*	1.02±0.04	1.67±0.24
	Var	25.98±2.07	1.11±0.06	2.25±0.13
Enzim	Yok	28.00±0.16	0.68±0.08	0.72±0.32
	Var	16.87±0.22	0.89±0.03	1.34±0.10
Ultrason	Yok	-	-	-
	Var	-	-	-

*ortalama±standart sapma

4.5. Serbest Yağ Asitliği, Peroksit ve p-Anisidin değerine İlişkin Bulgular

Keten tohumu yağına ait serbest yağ asitliği(SYA), peroksit ve p-Anisidin değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Serbest yağ asitliği değeri % 1.88-2.01 aralığında değişmektedir. Peroksit değeri 0.80-3.00 meq O₂/kg yağ arasındadır. Serbest yağ asitliği (%) değerinde kavurma işlemi yapılmış ultrason uygulamasında arttığı görülmüştür. Enzim uygulamasında da serbest yağ asitliğinin arttığı görülmüştür. Peroksit değerinin keten tohumu yağında kontrol ve enzim uygulamaları ile sıcaklık işlemi ile arttığı görülmüştür. Keten tohumu yağından sıcaklık soğuk sıklım uygulamasında p-Anisidin değerini artırırken, enzim ve ultrason uygulamalarında azaltmıştır. Enzim uygulaması keten tohumu yağında p-Anisidin değerini artırmıştır.

Çizelge 4.11 Keten tohumu yağına ait serbest yağ asitliği (%) ve peroksit (meq O₂/kg yağ), p-Anisidin değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	SYA	Peroksit	p-Anisidin
Soğuk Pres	Yok	1.91±0.05c	0.98±0.08d	1.10±0.85
	Var	1.91±0.04c	3.00±0.03a	1.71±1.57
Enzim	Yok	1.97±0.05b	0.80±0.07e	1.87±0.20
	Var	1.99±0.02b	2.65±0.11b	0.74±0.14
Ultrason	Yok	1.88±0.01d	1.11±0.01c	14.31±10.02
	Var	2.01±0.01a	1.02±0.01d	3.45±3.10

*ortalama±standart sapma

Kayısı çekirdeği yağına ait serbest yağ asitliği(SYA), peroksit ve p-Anisidin değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Enzim uygulamasında serbest yağ asitliğinin arttığını, ultrason uygulamasında ise kavurma işlemi artırırken, normal uygulamada düşük olduğu gözlenmiştir. Kavurmanın, kayısı çekirdeği yağında bütün örneklerde peroksit değerini artırdığı tespit edilmiştir. Kayısı çekirdeği yağında ise sıcaklık uygulaması kontrol ve enzim uygulamasında değeri artırırken, ultrason uygulamasında azalttığı görüldü. Ultrason uygulamasının kayısı çekirdeği yağındaki p-Anisidin değerini keten tohumunda olduğu gibi artırdığı görüldü.

Zhou vd. (2016) kayısı çekirdeğini farklı ısı işlemlerde 40-80 °C’de presle yağ işlemiş ve serbest yağ asidi değerini 0.36-1.40 mg KOH/g, peroksit değerini 2.09-

5.62 mmol O₂/kg olarak bulunmuştur. Durmaz vd. (2010) çalışmasında 110°C sıcaklıkta farklı sürelerde kayısı çekirdeğini kavurarak p-Anisidin değerlerini incelemiştir. Kavurma işleminin p-Anisidin değerini düşürdüğünü tespit ederken, kavrulmuş örneklerde p-Anisidin değeri uygulanan kavurma süresine göre düşükten yükseğe şu şekilde sıralanmıştır: 15, 20, 0, 10, 30 ve 5 dakika. Kayahan (2016), kayısı çekirdeği üzerine yaptığı çalışmada serbest yağ asitliği değerini 1.56±0.15 (%), peroksit değerini de 2.42±0.71 meq O₂/kg yağ olarak bildirmiştir.

Çizelge 4.12 Kayısı çekirdeği yağına ait serbest yağ asitliği (%) ve peroksit (meq O₂/kg yağ), p-Anisidin değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	SYA	Peroksit	p-Anisidin
Soğuk Pres	Yok	0.40±0.01*c	1.07±0.10cd	1.90±1.04
	Var	0.32±0.01d	2.06±0.58ab	2.66±0.18
Enzim	Yok	0.32±0.02d	0.72±0.01d	1.82±0.61
	Var	0.64±0.04a	1.39±0.81bc	2.13±0.28
Ultrason	Yok	0.43±0.09b	0.72±0.01d	61.00±6.48
	Var	0.68±0.01a	2.12±0.01a	54.58±3.62

*ortalama±standart sapma

Üzüm çekirdeği yağına ait serbest yağ asitliği (SYA), peroksit ve p-Anisidin değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Serbest asitlik değeri % 0.86-0.97 aralığında değişirken, serbest yağ asitliği (%) değerinde ise uygulamalar arasında farklılık olmadığı görüldü. Peroksit değeri 20.49-23.05 meq O₂/kg yağ aralığında değişirken 120°C’de kavrulmuş ve enzim uygulaması yapılan üzüm çekirdeği yağında peroksit değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca enzim uygulamasının kontrol örnekleri ile karşılaştırması yapıldığında da peroksit değerini artırdığı tespit edilmiştir. Üzüm çekirdeği yağında ise enzim uygulaması p-Anisidin değerini düşürürken, sıcaklık uygulaması kontrol işleminde düşürmüş, enzim uygulamasında artırmıştır.

Çizelge 4.13 Üzüm çekirdeği yağına ait serbest yağ asitliği (%), peroksit (meq O₂/kg yağ), p-Anisidin değerleri

Ön İşlemler	Kavurma	SYA	Peroksit	p-Anisidin
Soğuk Pres	Yok	0.90±0.01*	20.49±0.77	5.81±0.13
	Var	0.97±0.01	20.96±3.99	4.78±2.24
Enzim	Yok	0.86±0.27	21.59±0.03	4.10±2.25
	Var	0.86±0.01	23.05±2.32	4.81±0.57
Ultrason	Yok	-	-	-
	Var	-	-	-

*ortalama±standart sapma

4.6. Toplam Karotenoid, Toplam Fenolik Madde ve DPPH radikal tutucu aktivite İçeriğine İlişkin Bulgular

Keten tohumu yağına ait toplam karotenoid, antioksidan ve fenolik madde içeriği değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Keten tohumu yağında toplam karotenoid miktarları 0.27-0.66 mg/kg arasında tespit edilmiş olup, değerlendirildiğinde ultrason uygulamasının toplam karotenoid miktarını artırdığını gözlenmiştir. Sıcaklık uygulamasının Soğuk pres ve ultrason uygulamasında toplam karotenoid oranını azalttığı görülmüştür.

Mohanan vd., (2018), keten tohumu yağı karotenoid içeriğini yaklaşık 57 ppm olarak ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.14 Keten tohumu yağı toplam karotenoid (mg/kg), antioksidan (%) ve fenolik madde içeriği (mg/kg)

Ön İşlemler	Kavurma Sıcaklığı	Toplam Karotenoid	Toplam Fenolik (hidrofilik fraksiyon)	DPPH-RTA (hidrofilik fraksiyon)	DPPH-RTA (lipofilik fraksiyon)	DPPH-RTA (toplam fraksiyon)
Soğuk Pres	Yok	33.31±5.50b	62±28b	29.44±0.05c	40.76±8.03b	31.85±11.25a
	Var	26.56±2.63b	45±7b	9.95±0.05d	27.93±7.53bc	29.36±15.30a
Enzim	Yok	27.53±4.07b	56±11b	6.36±0.91d	15.25±4.75c	21.68±3.11a
	Var	31.35±1.53b	45±18b	25.56±8.89c	31.97±13.69bc	30.10±10.61a
Ultrason	Yok	66.40±4.05a	1147±22a	66.78±11.69b	45.35±10.02b	5.53±1.51b
	Var	62.23±3.99a	952±21a	81.24±9.82a	91.28±8.12a	18.88±5.96ab

RTA: radikal tutucu aktivite

Kayısı çekirdeği yağına ait toplam karotenoid, antioksidan ve fenolik madde içeriği değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Kayısı çekirdeği yağı toplam karotenoid miktarları 0.32 – 0.83 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Sıcaklık uygulamasının toplam karotenoid miktarını bütün uygulamalarda düşürdüğü tespit edilmiştir. Enzim ve ultrason uygulaması toplam karotenoid miktarını artırmıştır. En yüksek artış ultrason uygulamasında görülmüştür.

Çizelge 4.15 Kayısı çekirdeği yağı toplam karotenoid (mg/kg), antioksidan (%) ve fenolik madde içeriği (mg/kg)

Ön İşlemler	Kavurma Sıcaklığı	Toplam Karotenoid	Toplam Fenolik (hidrofilik fraksiyon)	DPPH RTA (Hidrofilik fraksiyon)	DPPH RTA (Lipofilik fraksiyon)	DPPH RTA (Toplam fraksiyon)
Soğuk Pres	Yok	56.01±17.19	18±13b	17.12±2.07c	20.10±1.52cd	34.10±5.08bc
	Var	32.38±9.77	6±1b	23.89±5.00bc	35.00±9.55b	31.23±3.88cd
Enzim	Yok	69.93±14.56	31±6 b	33.28±4.09b	42.02±6.06b	38.03±4.52b
	Var	43.81 ±25.12	14±4 b	26.01±4.09bc	31.77±6.52bc	26.59±7.34d
Ultrason	Yok	83.85±18.34	2388±305a	25.60±4.96bc	10.68±1.99d	10.25±2.96e
	Var	63.91±16.48	2173±157a	91.25±7.36a	85.15±12.21a	79.55±5.21a

RTA: radikal tutucu aktivite

Üzüm çekirdeği yağına ait toplam karotenoid, antioksidan ve fenolik madde içeriği değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Üzüm çekirdeği yağı toplam karotenoid miktarı 0.61-1.37 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kavurma işlemi, üzüm çekirdeği yağında toplam karotenoid miktarını artırmıştır. Kavurma işleminin toplam karotenoidlerin yağda çözülmesini artırdığını gösterebilir. Enzim uygulamasının kontrol uygulamasına göre daha az karotenoid içermesi de enzim uygulamasının üzüm çekirdeği yağında karotenoidler üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Kavurma işleminin, üzüm çekirdeğinde yer alan hidrofilik karakterli, fenolik bileşenleri yıkıma uğrattığı anlaşılmaktadır. Enzim uygulamasının da benzer etkide bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.16 Üzüm çekirdeği yağı toplam karotenoid (mg/kg), antioksidan (%) ve fenolik madde içeriği (mg/kg)

Ön İşlemler	Kavurma Sıcaklığı	Toplam Karotenoid	Toplam Fenolik (hidrofilik fraksiyon)	DPPH RTA (hidrofilik fraksiyon)	DPPH RTA (lipofilik fraksiyon)	DPPH RTA (toplam fraksiyon)
Soğuk Pres	Yok	80.38±9.28b	154±34a	43.38±10.86a	41.21±12.63	38.13±2.17
	Var	137.31±17.71a	54±28b	37.53±0.16ab	43.03±7.07	38.54±3.19
Enzim	Yok	61.60±8.71b	50±17b	30.20±1.06b	31.42±5.76	42.53±3.04
	Var	83.78±4.95b	67±31b	37.02±1.06ab	29.19±3.03	41.11±6.77
Ultrason	Yok	-	-	-	-	-
	Var	-	-	-	-	-

RTA: radikal tutucu aktivite

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ticari enzim muamelesi: Ticari enzim ile yağlı tohumların muamele edilmesi kayısı çekirdeği yağında verim artışı sağlamıştır. Üzüm çekirdeği yağında önemli bir etkiye sahip değilken, keten tohumu yağı veriminde ise düşüğe neden olmuştur. Enzimin kayısı çekirdeği hücre duvarlarını daha etkin parçaladığından verim artışı sağladığı düşünülmektedir. Keten tohumunda verimin azalmasının nedeni olarak, enzim muamelesinin öğütülmüş ezmeye daha yumuşak bir yapı kazandırması ve bu durumun da sıkım esnasında yağın süzülmesine engel olması gösterilebilir. Enzim ön muamelesi, keten tohumu ve kayısı çekirdeğinde serbest yağ asitliğini önemli derece etkilemezken, üzüm çekirdeği yağının serbest yağ asitliğini düşürmüştür. Peroksit sayısı açısından keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında düşüş gözlenirken, üzüm çekirdeği yağında peroksit sayısının arttığı gözlenmiştir. Enzim ön muamelesi sırasında üzüm çekirdeğinde bulunan antioksidan özelliklere sahip bileşenlerin oksidasyona daha açık hale gelmesinin mümkün olabileceği düşünülmüştür. Renk analizine bakıldığında üzüm çekirdeği yağında kırmızılık ve sarılık derecesinin azaldığı, keten tohumu yağında da sarılık derecesini azalttığı görülürken, diğer tohum numuneleri için önemli bir değişim olmamıştır. Ticari enzim muamelesinin genel olarak p-anisidin değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Ancak keten tohumunda kavrulmamış örneklerde enzim muamelesi sonrasında yağda p-anisidin değeri artmıştır. Toplam karotenoid içeriği incelendiğinde ticari enzim muamelesinin üzüm çekirdeği yağında düşüğe sebep olduğu görülürken, diğer tohumlarda önemli bir değişim görülmemiştir. Yağ asidi kompozisyonunda palmitik asidi düşürürken, stearik asidi yükselttiği gözlenmiştir. Kavrurma işlemi yapılmış uygulamada ise α -linolenik asidi yükselttiği gözlenmiştir. Kayısı çekirdeği yağında α -linolenik asidi düşürdüğü gözlenirken, üzüm çekirdeği yağında kavrulmamış örneklerde oleik ve linoleik asit içeriğinde düşüş gözlenirken, kavrulmuş örneklerde linoleik asit ve α -linolenik asit içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Ticari enzim muamelesinde tokoferol içerikleri incelendiğinde keten tohumu yağında β -tokoferol içeriğini düşürürken, γ -tokoferol içeriğinde artış sağladığı görülmektedir. α ve δ -tokoferol içeriğinin ise değişmediği görülmektedir. Kayısı ve üzüm çekirdeği yağlarında ise önemli değişiklik olmadığı görülmektedir. Ticari enzim muamelesinin toplam fenolik madde

içeriğini keten tohumu yağında artırdığı, diğer tohumlarda etkili olmadığı görülmektedir. DPPH radikal tutucu aktivite üzerine 3 farklı fraksiyonda inceleme yapılmış ve keten tohumu yağında lipofilik ve hidrofilik fraksiyonlarda düşüşe neden olduğu görülmüştür. Kayısı çekirdeği yağında DPPH radikal tutucu aktivite üzerinde tüm fraksiyonlarda artış görülmektedir. Üzüm çekirdeği yağında ise ticari enzim muamelesi DPPH radikal tutucu aktivite üzerine her iki fraksiyonda (hidrofilik ve lipofilik) düşüş görülürken toplam fraksiyonda artış görülmektedir.

Ultrasonik etanol uygulaması: Bu uygulamada yağ verimleri %1' den düşüktür. Ultrasonik ses dalgalarının etanol çözücü içerisinde uygulanmasında yağın tohumdan ayrılmasında çok etkili olmadığı düşünülmektedir. Serbest yağ asitliği değerleri incelendiğinde keten tohumu yağında iki farklı sonuç görülmektedir. Kavurma işlemi uygulanmış tohumlarda serbest yağ asitliği artarken, normal tohumlarda düşüş görülmektedir. Kavrulmuş örneklerden ultrasonla ekstraksiyon yapıldığında da aynı şekilde serbest yağ asitliği artmıştır. Ultrasonun yağlı tohumda bulunan lipaz enzimini aktive ederek trigliseritlerin parçalanmasında bir artışa neden olabileceği düşünülmektedir. Keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında peroksit sayısında artış görülmekte iken, kavrulmamış kayısı çekirdeği yağı örneklerinde ultrason uygulaması peroksit değerini az miktarda düşürmüştür. Bu düşüş, ultrasonik uygulamanın avantajı olarak düşünülebilir, çünkü bu yöntemde yağ havadaki oksijen ile daha kısa süre temas etmektedir. Renk analizine bakıldığında keten tohumu kırmızılık değerinin değişmediği görülmektedir. Kavurma işlemi uygulanmamış yağda parlaklık ve sarılık değeri azalırken, kavurma işlemi uygulanmış tohumlarda parlaklık ve sarılık değerlerin arttığı görülmektedir. Kayısı çekirdeği yağında ise yeşillik ve sarılık değeri kavurma işlemi yapılmamış örneklerde arttığı görülürken, parlaklık değerinin değişmediği gözlenmektedir. Keten tohumu yağında ise renk alanının kırmızıdan yeşile geçişi gözlenmektedir. Ultrasonik etanol muamelesinde keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında p-anisidin değerlerinde artış gözlenmektedir. Ultrasonik dalga ve etanolün yağdaki ikincil oksidayson ürünleri seviyesini hücre yapısını parçalayarak artırdığı düşünülmektedir. Toplam karotenoid miktarının keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında arttığı görülmektedir. Yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde sadece üzüm çekirdeği yağında değişim görülmüştür.

Keten tohumu yağındaki tokoferol içeriği incelendiğinde kavurma işlemi yapılmamış ultrason uygulamasında tokoferol içeriğinin kontrol ve enzim uygulamasına göre çok daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak kavurma işlemi yapıldıktan sonra ultrason uygulaması yapılırsa tokoferol içeriğinde önemli bir artış olması, kavurma işlemi ile tohumların hücre duvarlarında ultrases dalgalarının etkisini artırmış olabileceği düşünülmektedir. Kayısı çekirdeği yağında ise aynı şekilde kavurma işlemi sonrası uygulanan ultrason uygulaması tokoferol içeriğini artırmıştır. Kavrulmamış numune de γ -tokoferol değerinde düşüş görülmektedir. Keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında toplam fenolik madde içeriğinin arttığı görülmektedir. DPPH radikal tutucu aktivite üzerine 3 farklı fraksiyonda inceleme yapılmış keten tohumu yağında hidrofilik ve lipofilik fraksiyonlarda artış görülürken toplam fraksiyonda düşüş görülmüştür. Kavurma işlemi kayısı çekirdeğinde bulunan lipofilik ve hidrofilik karakterli bileşenlerin yağa geçişini artırmıştır. Kavrulmamış kayısı çekirdeği yağında ise sadece hidrofilik fraksiyonda artış görülmüştür.

Sonuç olarak enzim uygulaması ile kayısı çekirdeği yağ veriminin arttığı görülmüştür. Etanol çözücülü ultrason uygulamasında verimin çok düşük olduğundan (yaklaşık %1-2) uygulamada kullanımı mümkün görülmemektedir. Bununla birlikte, ultrasonifikasyon uygulamasının karotenoidler, tokoferoller ve fenolikler gibi biyoaktif bileşenlerin yağda miktarlarının çok yüksek seviyelere çıkmasını sağlamıştır. Bu nedenle ultrasonifikasyonun soğuk pres yağ ekstraksiyonunda özellikle verim açısından endüstriyel uygulamaya uygun hale getirilmesi amacıyla çalışmalar yapılması gereklidir. Enzim uygulaması üzüm çekirdeğinde toplam fenolik madde içeriği azalttığı, peroksit değerinin de artırdığı görülmüştür. 0 °C'de α ve γ -tokoferol miktarlarını da azalttığı görülmüştür. Kavurma işlemi sonrası uygulanan enzim muamelesinin γ -tokoferol miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Tokoferol içeriği düşünüldüğünde üzüm çekirdeği yağına enzim uygulaması durumunda kavurma işlemi ile birlikte yapılması önerilebilir. Kayısı çekirdeği yağında enzim uygulaması kavurma işlemi sonrası yapıldığında serbest yağ asitliği ve peroksit değerini artırdığı için tavsiye edilmemektedir. Keten tohumu yağında ultrason uygulaması toplam karotenoid, toplam fenolik madde içeriği, DPPH-RTA'da hidrofilik ve lipofilik fraksiyonlarını artırdığı görülmektedir.

Keten tohumu yağı tokoferol içeriğinde ise 0 °C'de α ve γ -tokoferol miktarlarında düşüş gözlenirken, 120 °C'de tokoferol içeriğinin arttığı görülmektedir. Kayısı çekirdeği yağında ultrason uygulaması toplam karotenoid, toplam fenolik madde içeriğinin arttığı görülmüştür. 0 °C'de γ ve δ -tokoferol içeriğinde düşüş gözlenirken, 120 °C'de ise γ -tokoferol içeriğinin arttığı görülmüştür. Ultrason uygulamasının keten tohumu ve kayısı çekirdeği yağında p-anisidin değerini arttırdığı görülmüş olup, dezavantaj olarak düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Alpaslan M., ve Hayta M., 2006, Apricot kernel: Physical and chemical properties, *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 83:5, 469-471.
- Azabağaoğlu, M.Ö., İnan, İ.H., Gaytancıoğlu, O., Unakıtan, G., 2003, Tüketicilerin bitkisel sıvı yağ ve margarin satın alma davranışlarının analizi, *Türkiye I. Yağlı Tohumlar, Bitkisel Yağlar ve Teknolojileri Sempozyumu*, 22-23 Mayıs, İstanbul.
- Baydar NG., Akkurt M., 2001, Oil Content and Oil Quality Properties of Some Grape Seeds, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25: 163-168.
- Codină, G. G., Poroş-Seritan, M., Mironeasa, S., 2015, Blending of sunflower oil with grape seed oil: Impact on physico-chemical parameters and radical scavenging activity, *Food & Environment Safety*, 14(1), 101.
- Durmaz G, Karabulut İ, Topçu A, Asiltürk M, Kutlu T., 2010, Roasting-related changes in oxidative stability and antioxidant capacity of apricot kernel oil, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 87(4): 401-409.
- European Union Commission Regulation EEC 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive pomace and their analytical methods, Official European Commission, L248, 1991.
- Hoed, V.V., Barbouche, I., De Clercq, N., Dewettinck, K., Slah, M., Leber, E., Verhé, R., 2011, Influence of filtering of cold pressed berry seed oils on their antioxidant profile and quality characteristics, *Food Chemistry*, 127, 1848-1855.
- İşleroğlu H., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M., 2005, Fonksiyonel bir gıda olarak keten tohumu, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 23-30.
- Kara, H., Şahin, M., Kaynak, G., Dolaş, K., 2003, Bitkisel karışım yağların özelliklerinin kromatografik metotlarla incelenmesi, I. Ulusal Gıda ve Beslenme Kongresi, 29 Eylül-01 Ekim, İstanbul.
- Kartal C., 2014, Keten Tohumu Yağı Kullanılarak Çok Tabakalı Yağ/Su Emülsiyon Oluşumu, Karakterizasyonu Ve Stabilitesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Kayahan M., 2016, Soğuk Pres Kayısı ve Erik Çekirdek Yağlarının Oksidatif Stabiliteilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bolu.

- 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.
- Koç M., 2016, Soğuk pres tekniği ile elde edilen farklı üzüm çeşitlerine ait çekirdek yağlarının fizikokimyasal özellikleri ve oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Özçelik M.M., 2017, Ultrases ve mikrodalga destekli ekstraksiyonu yöntemleri ile kayısı çekirdeği yağı eldesi ve bazı parametrelerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Özkılıç S.Y., 2017, Soğuk pres yağ üretiminde verimin ve fenolik bileşenlerin yağ geçişinin artırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Mahdavi Ara K., Karami M., Raofie F., 2013, Application of response surface methodology for the optimization of supercritical carbon dioxide extraction and ultrasound-assisted extraction of *Capparis spinosa* seed oil. *The Journal of Supercritical Fluids*, 85(2014), 173-182.
- Makala H., 2015, Cold-pressed oils as functional food, *Plant Lipids Science, Technology, Nutritional Value and Benefits to Human Health*, 185-200.
- Maier, T., Schieber, A., Kammerer, D. R. ve Carle, R., 2009, Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants, *Food Chemistry*, 112(3), 551–559.
- Metin, N., Gaytancıoğlu, O., Kubaş, A., Azabağaoğlu, Ö., 2003, Türkiye’de bitkisel yağ sektörünün sorunları ve karışım sıvı yağ tüketiminde yaşanan gelişmeler, *Dünya Gıda Dergisi*, 8(7)96–97.
- Meullemiestre A., Breil C., Abert-Vian M., Chemat F., 2016, *Bioresource Technology*, 211 (2016) 190–199.
- Minguez, M.I., Rejano, J., Gandul, B., Hinginio. A., Garrido, 1991, *Journal of The American Oil Chemists’ Society*, 68:332.
- Mohan A., Nickerson M. T., ve Ghosh S., 2018, Oxidative stability of flaxseed oil: Effect of hydrophilic, hydrophobic and intermediate polarity antioxidants, *Food Chemistry*, 266:524-533.
- Pekşen S., 2018, Depolama Süresinin Mikroenkapsüle Edilmiş Keten Tohumu Yağı İle Zenginleştirilmiş Yoğurtlarda Oksidatif Stabilité Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.

- Pomeranz Y, Meloan CE., 1994, Food analysis: theory and practice, New York, NY, USA: *Chapman & Hall Publishing*.
- Ramadan, M. F., Wahdan, K. M., 2012, Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity, *Food Chemistry*, (2), 873.
- Rehab, F., & El Anany, A., 2012, Physicochemical studies on sunflower oil blended with cold pressed tiger nut oil during the deep frying process, *Grasas y Aceites*, 63(4), 455-465.
- Roginsky, V. ve Lissi, E.A., 2005, Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food, *Food Chemistry*, 92:235-254.
- Sevindik O. ve Selli S., 2017, Üzüm Çekirdek yağı eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri, *Gıda Dergisi*, 42 (1), 95-103.
- Sidar, H., 2011, Menengiç tohumlarından yağ eldesi: sulu ekstraksiyona enzim ve yüzey aktif madde etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Singleton, V.L. ve Rossi J.A., 1965, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Teixeira C.B., Macedo G.A., Macedo J.A., Silva L.H.M., Rodrigues A.M.C., 2013, Simultaneous extraction of oil and antioxidant compounds from oil palm fruit (*Elaeis guineensis*) by an aqueous enzymatic process, *Bioresource Technology*, 129, 575-581.
- Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No: 2012/29.
- Türk Standartları Enstitüsü, TS 12550, Bitkisel sıvı yağlar-Yemeklik karışım sıvı yağ, Kasım 2014.
- Tosun M., 2003, Bitkisel sıvı yağlar sektör araştırması, *Türkiye Kalkınma Bankası, genel araştırmalar*, GA/03-1-2, 2003.
- Üstün Z., 2015, Soğuk pres çörek otu tohumu yağının fizikokimyasal özelliklerinin korunması ve katma değerli ürün tasarımı, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Wiesenborn, D., Kangas, N., Tostenson, K., Hall, C. ve Chang, K., 2005, Sensory and oxidative quality of screw-pressed flaxseed oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(12), 887-892.

Zhou B, Wang Y, Kang J, Zhong H, Prenzler PD., 2016, The quality and volatile profile changes of Longwangmo apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel oil prepared by different oil-producing processes, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(2): 236-243.

Zolman, J., 1993, *Biostatistics. Experimental Design and Statistical Inference*, Oxford University Press, Inc., New York.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Ali CANDAN

Uyruğu: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya/29.11.1990

Telefon: -

Faks: -

e-mail: acandanexport@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Selçuklu Lisesi, Selçuklu,Konya	2009
Lisans	: Selçuk Üniversitesi,Selçuklu,Konya	2015
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi,Meram,Konya	devam
Doktora	:	-

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER: İngilizce, İspanyolca