



**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**PİYASADA SATIŞA SUNULAN ÇÖREKOTU
(*Nigella sativa* L.) YAĞLARININ BAZI FİZİKSEL
VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

MUKADDER AKSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı

**Mayıs -2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

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.

Mukadder AKSOY

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PİYASADA SATIŞA SUNULAN ÇÖREKOTU (*Nigella sativa* L.) YAĞLARININ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mukadder AKSOY

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

2022, 32 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Ahmet ÜNVER

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON

Dr. Öğr. Üyesi N. Mustafa NİZAMLIOĞLU

Bu çalışmada piyasada satışa sunulan soğuk sıkım çörekotu yağlarının fizikokimyasal özellikleri (peroksit, serbest yağ asitleri, yağ asidi bileşimi, timokinon konsantrasyonu) belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek peroksit değeri C örneğinde (88.57 meq O₂/kg) bulunmuştur. En yüksek % FFA değeri ise %37.06 mg KOH/g yağ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, depolama ve stabilitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Oksidasyona karşı dayanıklılığın belirlenmesi amacı ile Ransimat metodu ve 65°C’de fırın testi uygulanmış olup, depolama sürecinde çörekotu yağlarının peroksit değeri izlenmiştir. Fırın testi sürecinde peroksit değişiminin en düşük 9.837 meqO₂/kg ve en yüksek ise 124.539 meqO₂/kg olduğu gözlemlenmiştir. Depolama süresi sonunda bazı çörekotu yağlarının peroksit değerlerinde azalma bazılarında ise artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneklerde timokinon konsantrasyonu en yüksek 19.79 (mg/gr yağ), en düşük ise 0.11 (mg/gr yağ) bulunmuştur. Bu kapsamda değerlendirmeye alınan yağların timokinon analiz sonuçları oldukça farklılık göstermiştir. Bu farklılık da yaklaşık 180 katdır. Oksidasyon kararlılığı açısından değerlendirildiğinde örneklerin indüksiyon süresi en yüksek 15.82 saat en düşük 1.76 saat olduğu görülmüştür. Bu da değerlendirmeye alınan yağların dayanıklılıklarının yaklaşık 8 kat farklı olduğunu göstermiştir. Örneklerin yağ asidi bileşimi değerlendirildiğinde doymamış yağ asitlerinden olan linoleik asit %48.30-57.85 aralığında ve oleik asit ise %25.69-42.10 aralığında tespit edilmiştir. Ana doymamış yağ asidi ise palmitik asit olup, örneklerdeki oranı %5.32-10.91 aralığında gözlemlenmiştir. Sonuçlardaki bu farklılıkların; bitkilerin türü, bitkilerin toplanma zamanı, toplanma yöntemi, kurutma, yağ üretimi aşamasında yapılan hatalardan, yağların uygun olmayan nem ve sıcaklıkta beklemiş ve kalitelerin değişmiş olabileceğinden, ticari yağlara karıştırma yapılmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çörekotu yağı, *Nigella sativa* L. yağı, oksidasyon, peroksit değeri, soğuk pres yağı, stabilite, timokinon

ABSTRACT

MS THESIS

ASSESSMENT OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF BLACK CUMIN (*Nigella sativa* L.) OIL IN MARKETS.

Mukadder AKSOY

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. Ahmet ÜNVER
2022, 32 Pages**

Jury

Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÜNVER
Assist. Prof. Dr. Zeliha ÜSTÜN ARGON
Assist. Prof. Dr. N. Mustafa NİZAMLIOĞLU

In this study, the physicochemical properties (peroxide, free fatty acids, fatty acid composition, thymoquinone concentration) of cold pressed black cumin oils offered for sale in the market were determined. According to the analysis results, the highest peroxide value was found in sample C (88.57 meq O₂/kg). The highest % FFA value was determined as 37.06% mg KOH/g oil. In addition, it is aimed to determine their storage and stability. In order to determine the resistance against oxidation, the Ransimat method and the oven test at 65°C were applied, and the peroxide value of black cumin oils was monitored during the storage period. During the oven test process, it was observed that the lowest peroxide change was 9.837 meqO₂/kg and the highest was 124.539 meqO₂/kg. At the end of the storage period, it was observed that the peroxide values of some black cumin oils decreased and some increased. The highest thymoquinone concentration in the samples was 19.79 (mg/gr fat) and the lowest 0.11 (mg/gr fat). The results of the thymoquinone analysis of the oils evaluated differed considerably. This difference is about 180 times. When evaluated in terms of oxidation stability, it was seen that the induction time of the samples was 15.82 hours at the highest and 1.76 hours at the lowest. This showed that the stability against oxidation of the evaluated oils was approximately 8 times different. When the fatty acid composition of the samples was evaluated, linoleic acid, which is one of the unsaturated fatty acids, was found to be in the range of 48.30-57.85% and oleic acid in the range of 25.69-42.10%. The main unsaturated fatty acid is palmitic acid, and its ratio in the samples was observed in the range of 5.32-10.91%. These differences in results; It is thought that it may be due to the type of the plants, the harvesting time of the plants, the harvesting method, the drying, the mistakes made during the oil production phase, the oils may have been kept in unsuitable humidity and temperature and the quality may have changed, and the commercial oils may have been mixed with other oils.

Keywords: Black cumin oil, cold press oil, *Nigella sativa* L. oil, oxidation, peroxide value, stability thymoquinone

ÖNSÖZ

Bu çalışmada; piyasada bulunan çörekotu yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri kıyaslanarak ürünlerin değerlendirilmesine yardımcı olacak veriler sunulmuştur.

Yüksek lisans tezi olarak yaptığım bu çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, destek ve katkılarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ahmet ÜNVER'e teşekkür eder, sonsuz saygılarımı sunarım.

Proje çalışmalarım sürecinde her konuda desteğini gördüğüm Doktora öğrencileri Fatma TERLEMEZ ve Büşra İSTANBUL'a teşekkür ederim.

Bu süreçte yanımda desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından 211319012 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederiz.

Mukadder AKSOY
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Çörekotu Tohumu Hakkında Genel Bilgiler	3
2.1.1. Çörekotu tohum ve yağının kimyasal özellikleri	4
2.2. Çörekotu Yağının Sağlığa Etkileri	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Materyal	9
3.2. Metot.....	10
3.2.1. Peroksit değeri.....	10
3.2.2. Serbest yağ asiti değeri.....	10
3.2.3. İndüksiyon periyodu	11
3.2.4. Fırın Testi (Schaal Oven Testi).....	11
3.2.5. Yağ asitleri kompozisyonu (GS-MS)	12
3.2.6. Timokinon analizi.....	12
3.2.7. İstatistiki analizler	13
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	14
4.1. Analiz Sonuçları	14
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	26
5.1. Sonuçlar	26
5.2. Öneriler.....	27
KAYNAKLAR.....	28

1. GİRİŞ

Günümüzde, teknolojik gelişmeler ile birlikte ortaya yeni çıkan veya sık sık yaşanan sağlık sorunları toplumların farklı çözüm arayışlarına girmesine sebep olmuştur. Bu yeni arayışlar esnasında en önemli yönelim de doğal kaynaklı ürünlere gösterilmiştir. Bu ürünlerin sağladığı faydalardan dolayı dünyada ve ülkemizde gördüğü talep sürekli artmıştır.

Sağlık ve kozmetik ürünlerinde kullanılan doğal bitkisel yağlar, faydalı etkileri sayesinde birçok ürünün içeriğinde yer almaktadır. Dünyada ve ülkemizde fonksiyonel gıda olarak da çok fazla kullanılmaya başlanmıştır. Doğal bitkisel yağları kullanırken dikkat edilmesi gereken husus; taşıyıcı yapılmamış ve istenen kalite kriterlerine uygun olmasıdır. Bitkisel yağlar, yüksek besleyici özellikleri ile insan beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Günümüzde başta çörekotu olmak üzere soğuk pres yağlara talep, her geçen gün artmaktadır (Yetim ve ark., 2008).

İnsanlık tarihinde oldukça önemli bir yere sahip olan çörekotu, günümüzde baharat, fonksiyonel gıda, bitkisel drog preparatları, sağlık ve kozmetik ile ilgili sektörlerde değerlendirilen bir üründür. Ülkemiz uygun iklim ve arazi koşulları sayesinde çörekotu üretiminde söz sahibi bir ülke konumuna gelme potansiyeline sahiptir. 2019 yılından sonra Covid 19'un yaygınlaşması tıbbi aromatik bitkilere, özellikle de savunma sistemini güçlendiren ve antiviral bitkisel ürünlere olan talebi arttırmıştır. Bu kapsamda çörekotu tohumu ve yağı tüketiminde bir artış gözlenmiştir (Ayhan ve ark., 2020).

Tohumlarında bulunan oldukça değerli sabit yağ, uçucu yağ ve diğer besin maddelerinden dolayı, uzun yıllar boyunca hem halk hekimliğinde tedavi edici özelliğinden faydalanılmış, hem de baharat olarak kullanılmıştır. Sabit ve uçucu yağı da özellikle sağlık alanında (eczacılık), gıda teknolojisinde, kozmetik ve parfümeride kendine önemli bir yer bulmuştur. Özellikle uçucu yağı hem gıdalarda oksidasyonu engellemek amacıyla aynı zamanda insan vücudunda ortaya çıkabilecek hücre hasarlarını onarması nedeniyle kullanılan önemli maddelerden biridir. Çörekotu tohumunun besin değeri oldukça yüksektir. Tohumunun yapısında başlıca doymuş ve doymamış yağ

asitleri, karbonhidrat, protein, aminoasitler, lif, mineraller ve vitaminler bulunmaktadır.

Kayda değer miktarlarda doymamış yağ asitleri ve ayrıca az miktarda doymuş yağ asitleri içerir. Yağ asidi profilinin yanı sıra timokinon ve karatonoidler içermektedir. Özellikle timokinon çörekotunun yapısında bulunan önemli bir ana bileşendir. Tohumları ayrıca kendine has kokuya sahip olup, ilaç sanayisinden kozmetik sanayisine kadar birçok farklı alanda kullanılmaktadır (Ceylan, 1997; Özel ve ark., 2002). Son yıllarda çörekotu bitkisine verilen önem artmakta ve bu nedenle bitkinin verim ve kalite özelliklerinin belirlendiği daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada genellikle gıda takviyesi olarak tüketilen ve soğuk pres yöntemiyle üretildiği vurgulanarak piyasaya sürülen çörekotu yağlarının, bazı kalite ve karakteristik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Piyasada satışa sunulan çörekotu yağlarının birbirlerine göre farklılıkları ortaya konulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Çörekotu Tohumu Hakkında Genel Bilgiler

Çörekotu bitkisinin tohumu özellikle Güney Asya ve Ortadoğu'nun farklı bölümlerinde sağlıklı kalmak ve pek çok hastalıklarla savaşmak için uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Asya'nın güneyinde çörekotu, 'kalonji' olarak bilinirken, Arapça ismi 'habbat-ul-sauda'dır. Çörekotu İngilizce'de 'black cumin' olarak adlandırılır (Nadkarni, 1976). Çörekotu Güney Avrupa, Sudan, Habeşistan, Kenya, Suriye, İran, Afganistan ve Hindistan'da büyük ölçüde tüketilmekte ve işlenmektedir (Tutin, 1968).

Çörekotu (*Nigella sativa* L.), Ranunculaceae (düğünçiçeğigiller) familyasına dâhil olan günümüzde başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılan, tek yıllık, otsu bir bitkidir. Bitkinin boyu 20-50 cm arasında değişen, gövdesi dik, tüylü, dallı ve seyrek yapılıdır. Çörekotu bitkisinin yaprakları almasıklı ve 3 parçalıdır. Çiçekler uzun saplı ve tek tek olup dalların uç kısımlarında bulunur. Haziran ve Temmuz aylarında çiçek açar. Çiçekler beyaz veya açık mavi renkli ve sarımsı yeşil uçludur. Meyve çok tohum taşıyan bir kapsül şeklindedir. Tohumlar bitkinin kullanılan en önemli kısmı olup, oval şekilli, üç köşeli ve 3 mm kadar uzunlukta tanelerdir (İlisulu, 1992). *Nigella* cinsi toplam 20 kadar türe sahip olmakla beraber, bunlardan 14'ünün ülkemiz florasında bulunduğu belirtilmektedir (Seçmen ve ark., 2000). Bitkinin tarımı dünyada Güney Avrupa, Suriye, Pakistan, Hindistan, Mısır, Suudi Arabistan, İran, vb. ülkelerde yaygın olarak yapılmaktadır. Ülkemizde ise Trakya, Kuzey Anadolu ve Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir (Tonçer ve Kızıl, 2004). Çörekotu bitkisi ülkemizde Mersin, Burdur, İstanbul, Gaziantep, Amasya ve Kahramanmaraş illerinde yetiştirilmektedir (Baytöre, 2011).

Çörekotu eski dünya uygarlıklarının geleneksel bir baharat bitkisidir. Çörekotu tohumlarının antik Mısır'da İ.Ö. 1325 yılında Tutankhamon'un mezarında ve antik

Mezopotamya’da bulunduğu ve Romalılar zamanında baharat olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Barkoudah, 1998).

2.1.1. Çörekotu tohum ve yağının kimyasal özellikleri

Soğuk presleme, ısıl işlem veya solvent içermeyen tohum yağı üretimi için bir teknolojidir. Soğuk pres çörekotu tohumu yağı yeniden arıtma işlemi gerektirmez ve doğal antioksidanlar ve timokinon türevleri dahil olmak üzere daha yüksek düzeyde lipofilik fitokimyasallar içerebilmektedir. Soğuk presleme yönteminde, tohumlar yağ üretimi sırasında sürtünme ve yüksek basınç sonucunda oluşan çok düşük sıcaklıklara maruz kalmaktadırlar. Aynı zamanda herhangi bir çözücü kullanılmadığından dolayı tohumlarda doğal olarak bulunan esansiyel yağ asitleri, fenolikler, flavanoidler, fitosteroller, karotenoidler ve tokoferoller gibi biyoaktif bileşikler bozulmadan yapılarını korumaktadırlar (Lutterodt ve ark., 2011; Nederal ve ark., 2012; Gecgel ve ark., 2016)

Soğuk pres yöntemi, evaporasyon ya da kimyasal modifiyenin kullanıldığı solvent ekstraksiyonu yöntemleri ile karşılaştırıldığında; solvent ekstraksiyonu sırasında yağlardaki istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılması için uygulanan rafinasyon işlemi (degamming, asit giderme, renk açma ve koku giderme) gibi bazı işlemlere tabi tutulmakta ve bu sebeple yağların içermiş olduğu tokoferoller gibi biyoaktif bileşenlerin yaklaşık %32’lik kısmı uzaklaştırılmaktadır (Parker ve ark., 2003; Yetim ve ark., 2008). Soğuk pres yöntemi, yağın besleyici bileşenlerinin yapısını bozmamaktadır. Diğer yöntemlere göre basit, ekolojik ve enerji maliyeti çok gerektirmemektedir (Lutterodt ve ark., 2011; Nederal ve ark., 2012; Karaman ve ark., 2015; Gecgel ve ark., 2016).

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

Nigella sativa’nın kimyasal bileşimi, bitkinin hasat mevsimine, çeşidine, yetiştirildiği iklime ve bölgeye göre farklılık göstermektedir (Sultan ve ark., 2009). Çörekotu tohumu karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral, protein ve dokuz esansiyel amino

asitten sekizini de içermektedir. Bileşiminde %16-20 protein, %33-40 karbonhidrat içerdiği saptanmıştır (El-Tahir ve Bakeet, 2006).

Çörekotu tohumları sabit yağ (%35.6-41.6), protein (%22.7), indirgen şekerler, organik asitler, tanenler, reçineler ve arabik asit, ham lif, mineraller, biyoaktif fitosteroller, β -karoten, tokoferoller ile askorbik asit, tiamin, niasin ve folik asit gibi vitaminler de bulundurmaktadır (Ramadan ve Mörsel 2004; Ramadan 2007; Ramadan ve ark., 2012; Kiralan ve ark., 2014). Çörekotu tohumları vitamin ve mineral yönünden zengindir: 100 g çörekotu tohumunda 1.529 mg B1 (tiamin), 0.1 mg B2 (riboflavin), 0.5 mg B6 (pridoksin), 5.7 mg PP (niasin), 0.061 mg B9 (folik asit), 10.5 mg Fe, 1.8 mg Cu, 185.9 mg Ca, 6 mg Zn, 526.5 mg P ve 1.7 mg Se, 9.02 mg α -tokoferol, 54.2 mg γ -tokoferol, 2.7 mg all-trans retinol bulunmaktadır. Ayrıca tohumlar kalsiyum, demir ve potasyum kaynağıdır (Al-Saleh ve ark., 2006).

Çizelge 2.1. *Nigella sativa* 'nın Kimyasal Bileşimi (Shah ve Kasturi, 2003).

Çörekotu Bileşenleri	Bileşenlerin
(%)	Konsantrasyonları (%)
Protein	23
Yağ	39
Karbonhidrat	15
Su	7
Lif	21.4
Kül	4.3

Çörekotu tohumlarında %30-40 civarında ham yağ bulunmaktadır. Bu yağın %50-60'ını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. %0.01-0.1 alkaloit (nigellin), saponin (melantin) ihtiva ettiği bildirilmektedir. Çörekotu yağındaki yağ asit kompozisyonu, kültür ve çeşitliliğe, çevresel koşullara, yağ işleme tekniğine, tohum kalitesine (olgunluk, hasar ve saklama koşulları), analiz yöntemlerine ve tespit kesinliğine bağlı olabilmektedir (CheikhRouhou ve ark., 2007).

Çörekotu tohum yağlarında baskın uçucu bileşen olarak timokinonun yanısıra yapısında %0.5-1.6 oranında karvon, d-limonen, karven ve α -pinen uçucu bileşenleri içermektedir (Gharby ve ark., 2015). Ayrıca çörekotu tohum yağlarında %55 linoleik

asit, %12 palmitik asit, %24 oleik asit ve %1 eikosadienoik asit gibi yağ asitleri bulunmaktadır. Terpenoidler, alifatik alkoller ve doymamış hidroksi ketonlar bakımından zengindir (Ramadan ve Mörsel, 2004; Ramadan, 2007; Ramadan ve ark., 2012; Kiralan ve ark., 2014).

Çizelge 2.2. Çörekotu uçucu yağının kimyasal bileşimi (Muhammad ve ark., 2009).

Çörekotu Uçucu Yağ Bileşenleri (%)	Bileşenlerin Konsantrasyonları (%)
<i>α</i> -Pinen	1.48
<i>trans</i> -anethol	2.10
<i>β</i> -Pinen	1.72
Minör Bileşenler	23.81
Timokinon	23.25
Dihidrotimokinon	3.84
<i>p</i> -Simen	32.02
Karvakrol	10.8
<i>α</i> -Thujen	2.4
Timol	2.32

Çizelge 2.3. Çörekotu yağının yağ asitleri bileşimi (El-Tahir ve Bakeet, 2006).

Yağ asitleri	Karbon sayıları	(%)
Linoleik asit	C18:2	44.7-56
Oleik asit	C18:1	20.7-24.6
Linolenik asit	C18:3	0.6-1.8
Araşidik asit	C20:0	2-3
Palmitoleik asit	C16:1	3
Eikosadienoik asit	C20:1	2-2.5
Palmitik asit	C16:0	12-14.3
Stearik asit	C18:0	2.7-3
Miristik asit	C14:0	0.16
Steroller		0.5

Randhawa ve Al-Ghamdi (2002) ve Baytop (1984)'e göre çörekotu uçucu yağının yapısında nigellon, karvakrol, *p*-simen, *d*-limonen, *α* ve *β*-pinen'in yanı sıra farmakolojik olarak aktif temel bileşenlerden başlıca timokinon, ditimokinon, timohidrokinon ve timol yer almaktadır. Soğuk sıkım çörekotu yağlarındaki düşük ditimokinon seviyesi, soğuk

preslenmiş olmaları ve analize kadar karanlıkta azot altında depolanmaları nedeniyle olabilmektedir.

Yapılan bir çalışmada soğuk preslenmiş çörekotu yağında, 58.8-61.2 g/100 g düzeyinde linoleik asit ve 22.6-24.5 g/100 g oleik asit ve 13.0-13.3 g/100 g palmitik asit bulunduğu bildirilmiştir (Lutterodt ve ark., 2010). Çörekotu yağında bulunan yağ asitleri arasında en yüksek miktar linoleik asittir. Araşidik, behenik ve lignoserik asitler gibi doymuş yağ asitleri nispeten düşük seviyelerde olduğu ve ayrıca tekli doymamış yağ asitleri olarak palmitoleik ve erusik asitler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, eser miktarda da eikosenoik asit rapor edilmiştir (Atta, 2003).

Timokinon , çörekotu yağındaki tohumların yaklaşık %30'unu oluşturan ana aktif bileşiktir (Aboutabl ve ark., 1986). Timokinonun antiinflamatuvar ve hipoglisemik gibi birçok farmakolojik etkisi bildirilmiştir (Hawasawi ve ark., 2001; Ragheb ve ark., 2009). Badary ve ark. (2003), timokinonun bir antioksidan olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Aynı zamanda timokinonun bağışıklık uyarıcısı ve antikanser gibi diğer birçok tıbbi ve farmakolojik kullanımından da bahsedilmektedir (El Gazzar, 2007; Woo ve ark., 2011). Timokinon içeriği, yağ kaynağına ve çıkarma yöntemine göre değişmektedir. Timokinon, *N. sativa* yağı için bir biyobelirteç olarak kullanılabilmektedir, ancak ticari ürünlerdeki içeriği nadiren rapor edilmektedir (Alkhatib ve ark., 2020).

Çörekotu yağındaki timokinon hakkında sadece birkaç klinik çalışma yapılmıştır (Paarakh, 2010). *N. sativa* ile ilgili araştırmaların çoğu, hayvan modellerinde veya kültürlenmiş hücrelerde saflaştırılmış timokinon üzerinde yürütülmüştür. Çörekotu yağındaki timokinon miktarı ticari çörekotu yağlarında düzenlenmemiştir (Qidwai ve ark., 2009; Doolaanea ve ark., 2014). Çörekotu yağındaki timokinon miktarı; yağın elde edildiği tohum, tohum kalitesi, elde etme yöntemi, yağ elde edilirken çok yüksek ısıya maruz kalması, kullanılan soğuk pres makinasının kalitesi, yağın uzun süre açıkta bekleme ya da depolanması gibi koşullara bağlı olarak değişmektedir.

2.2. Çörekotu Yağının Sağlığa Etkileri

Nigella sativa'nın bileşimindeki maddelerin çok çeşitli olması ve her birinin terapötik etkinliklerinin farklı olması nedeniyle *Nigella sativa* pek çok farklı farmakolojik etki göstermektedir. *Nigella sativa* uçucu yağı, antifungal, antibakteriyel ve antioksidan potansiyeller dâhil olmak üzere farklı biyolojik aktiviteler sergilemektedir. (Ali ve Blunden, 2003). Yapılan bir çalışmada *Nigella sativa* esansiyel yağı, *Penicillium citrinum*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* dâhil olmak üzere farklı gram-negatif ve gram-pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etki göstermiştir (Rakhshandeh, 2005).

Çörekotu tohum yağının ve onun aktif bileşenlerinin alerji ve inflamasyonun oluşumu üzerinde inhibitör etkisi olduğu bildirilmiştir (El-Dakhakhny ve ark, 2002). Çörekotu tohumu ve bileşenlerinin, deneysel ensefalomyelit, kolit gibi inflamatuvar hastalıklarda etkisi olduğu da bildirilmiştir (Salem, 2005). Kanserin tedavisinde kemoterapinin yanında tamamlayıcı olarak ve alternatif tıpta kullanılabileceği rapor edilmiştir (Khader, 2014; Güzelsoy ve ark., 2018).

Yapılan bir klinik çalışmada, *Nigella sativa* yağının alerjik rinit, bronşiyal astım, atopik astım gibi alerjik hastalıklarda alerjik hastalıkların tedavisinde kullanımının olumlu etkileri olabileceği ileri sürülmüştür (Salem, 2005).

Fare ve sıçanlarda yapılan çalışmada çörekotu tohumlarından hazırlanan sulu ekstrenin analjezik, antienflamatuvar ve antipiretik özellikleri olduğu bildirilmiştir (AlGhamdi, 2001). Yapılan bir çalışmada, 152 alerji hastasına (alerjik rinit, bronşiyal astım, atopik egzema) 40-80 mg/kg/gün dozda *N. sativa* yağı kapsül içinde verilmiştir. Daha sonra hastalar, önceden tanımlanmış ölçeğe uygun olarak, hedef semptomların yoğunluğuna göre değerlendirilmiştir. Sonuçta çörekotu tohum yağının alerjik hastalıkların tedavisinde etkili bir yardımcı ajan olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Kalus ve ark., 2003).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmaya konu olan soğuk pres çörekotu yağları yurtiçi piyasadan temin edilmiştir. Bir örnek ise çörekotundan soğuk pres uygulanarak kendi laboratuvar koşullarımızda yağ elde edilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Çalışmaya konu olan soğuk pres çörekotu yağlarının ismi.

Örnekler	Temin şekli
A	Piyasadan temin edilmiştir.
B	Piyasadan temin edilmiştir.
C	Piyasadan temin edilmiştir.
D	Piyasadan temin edilmiştir.
E	Konya merkezde bulunan aktardan soğuk sıkım yapılarak temin edilmiştir.
F	Piyasadan temin edilmiştir.
G	Piyasadan temin edilmiştir.
H	Piyasadan temin edilmiştir.
I	Piyasadan temin edilmiştir.
K	Piyasadan temin edilmiştir.
M	Konya’da faaliyet gösteren Baharat firmasından çörekotu alınarak laboratuvar koşullarında soğuk pres uygulanarak yağı elde edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Peroksit değeri

Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarı olup, yağın 1 kg'ında bulunan peroksit oksijeninin miliekivalen gram (meq O₂/kg) olarak miktarıdır (EEC, 1991). Yağlar depolanmaları sırasında; ı ışık, sıcaklık, metal iyonları ve oksijen varlığında bozulmaya uğrarlar. Oksijen etkisi ayrıca yağ asitlerini parçalayıp daha küçük molekül yapısındaki yağ asitlerinin miktarının artmasına da neden olur. Bu nedenle depolanan yağlarda, peroksit sayısı analizi yapılarak oksidasyon derecesi karanlık ortamda potasyum iyodür çözeltisi ile reaksiyona girmesi temeline dayanır.

Peroksit değeri, AOCS Official Method Cd8-53 (Anonymous, 2006)'e göre belirlenmiştir. Yağ örneğinden 2-5 g tartılarak erlene tartılarak üzerine 10 ml kloroform ve 15 ml asetik asit çözeltisi eklenmiştir. Sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisinden eklenerek ağzı kapatılıp, 1 dakika çalkalandıktan sonra, 5 dakika süreyle karanlık bir yerde bekletilmiştir. Daha sonra çözeltinin üzerine 75 ml saf su ve 4-5 damla nişasta çözeltisi eklenerek ayarlı 0.002 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renk kaybolana kadar titre edilmiştir (AOCS 1990). Peroksit değeri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

$$peroksit\ değeri = \left(\frac{v}{m}\right) \times 2,8$$

v: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

m: Tartılan örnek miktarı (g)

3.2.2. Serbest yağ asiti değeri

Serbest yağ asitliği (SYA), trigliserit yapıya bağlı olmayıp, serbest halde bulunan yağ asitlerini ifade eder. Bu tür yağ asitleri ham yağlarda fazla oranda bulunurlar ancak

yağların rafine edilmeleriyle belirli bir düzeye indirgenirler. Serbest yağ asitliği; 1 g yağın nötralleşmesi için gerekli potasyum hidroksit (KOH) mg olarak ağırlığı şeklinde ifade edilir. Serbest yağ asidi değeri, yağ için önemli kalite parametrelerinden biridir.

Bu çalışmada serbest yağ asidi analizi, Anonymous 1989 (AOCS Official Method Ca5a- 40)'a göre yapılmıştır. Yağ örnekleri yaklaşık 2 g olarak erlenlere tartılmış ve 75 ml %95'lik etil alkol-dietil eter karışımında (1:1 v/v) çözülmüştür. 3-4 damla fenolfitalein indikatörü (belirteç) damlatılarak 0.1 N etanollü KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar (30 saniye bu renk kalmalı) titre edilmiştir.

Örneklerin mg KOH cinsinden yağ asitliği şu formül kullanılarak hesaplanmıştır;
 $SYA = (V/M) \times 5.6 \text{ mg KOH/g yağ}$

V: Titrasyonda harcanan KOH çözeltisinin ml'si, M: Tartılan örnek ağırlığı (g).

3.2.3. İndüksiyon periyodu

İndüksiyon periyodu, AOCS Cd 12b-92'e göre yapılmıştır. Belirli sıcaklık ve hava akışında yağların oksidasyonu sonucu oluşan uçucu bileşenlerin artışına paralel, belirli bir kırılma noktasının belirlendiği bir değerdir. İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülür. İndüksiyon periyodu ne kadar uzun ise yağın oksidatif stabilitesi o denli yüksektir. Bu yöntemde örnekler 110°C'de 20 L/saat hızla akışı verilerek, Ransimat 892 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır ve indüksiyon periyodu sonuçları saat olarak verilmiştir (Anonymous, 2006).

3.2.4. Fırın Testi (Schaal Oven Testi)

Oksidasyonu hızlandırarak yağ örneklerinin raf ömrünü belirlemede kullanılan yöntemlerden biri fırın testidir (Schaal Oven testi) (Fennema, 1976). Fırın testi ile yağlar 65°C sıcaklıkta tutularak belirli zaman periyotlarında örnekler alınarak oksidasyonun ilerleyişi takip edilmiştir. Örneklerin 5., 10., 15., 20., 25. ve 30. günlerde oksidasyon reaksiyonlarındaki gelişmeler peroksit değeri izlenerek belirlenmiştir.

3.2.5. Yağ asitleri kompozisyonu (GS-MS)

Yağ asitleri kompozisyonu için 5 ml'lik vida kapaklı deney tüpüne 0.1 g yağ örneği tartılıp üzerine 0.2 ml, 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ve birkaç damla metiloranj çözeltisi ilave edildikten sonra PTFE-septumla birlikte tüpün kapağı kapatılmıştır. 30 saniye süreyle kuvvetlice çalkaladıktan sonra üst faz oluşuncaya kadar beklenmiştir (Parry ve ark., 2005). Yağ asitlerinin metil esterleri (1 µl) GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectroscopy) cihazında incelenmiştir.

GC-MS şartları:

GC kromatograf:	Agilent 7890A Serisi
Otomatik örnekleyici:	Agilent 7683 Enjektör ve örnek tablası
Kolon:	HP-88, 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm (p/n 112-88A7)
GC inlet:	260°C, split ratio 30:1
Taşıyıcı gaz:	Helyum, sabit akış, 20 cm/sn
Fırın sıcaklık programı:	140°C (5 dk)'den 240 °C (15 dk)'ye 4°C/dk artış hızı ile
Enjeksiyon hacmi:	1 µl
Kütle seçimli dedektör	5975C MSD
Transfer hattı	280°C
Çözücü piki çıkış zamanı	10,5 dk
Algılama modu:	Tarama (40-400 amu)

3.2.6. Timokinon analizi

Timokinon analizi için herbir çörekotu yağından 50 mg alınmıştır. Üzerine 5 µml metanol ilave edilmiştir. Daha sonra tüp 10 kez alt üst edilerek iyice karıştırıldıktan sonra metanol tabakasını ayırmak için 4000 rpm'de oda sıcaklığında 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen yağların üzerine 5 µml metanol daha eklenmiştir. Tekrardan

4000 rpm'de oda sıcaklığında 5 dakika santrifüj edilmiştir. Numunelerdeki üst metanol tabakası toplanmıştır ve 0.45 µm'lik bir şırınga filtresi kullanılarak süzölmüştür. 0.0001, 0.001, 0.1, 5, 15, 25, 50, 100, 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonların alanları kalibrasyon için kullanılmıştır. Çörekotu yağ örneklerinin kromatografik analizinden önce saflaştırmak için Ghosheh ve arkadaşları tarafından açıklanan yöntem izlenmiştir (Ghosheh ve ark., 1999).

Yağdan timokinon analizi için yağ örneklerine 10 ml metanol eklenerek santrifüj edilmiş ve üstte kalan faz alınmıştır.

Timokinon kromatografik analiz şartları:

Mobil faz bileşimi: %60 asetonitril %40 saf su

Akış hızı: 1 ml/dk

Enjeksiyon hacmi: 20 µL

Kolon: C18 (250 mm x 4.6 mm, 5 µm)

İzokratik fırın sıcaklığı: Oda sıcaklığı

Dedektör: Diyot array dedektör

Dedeksiyon dalga boyu: 254 nm

Standart/standart için çözgen: Standart ve internal standart metanolde çözölmüştür.

Timokinon içeriğı oda sıcaklığında 254 nm UV aralığında gözlemlenmiştir. Tanımlama, tutma süresinin standart bileşigindeki ile karşılaştırılması ve kantifikasyon, standardın doğrusal kalibrasyon eğrilerine göre gerçekleştirilmiştir.

3.2.7. İstatistikî analizler

Yağda yapılan oksidasyon analizlerinden elde edilen sonuçlar, tek yönlü varyans yöntemine göre analiz edilmiştir (Minitab 2000). Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analiz Sonuçları

Farklı çörekotu yağlarının peroksit değeri, serbest yağ asitliği ve indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.1.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı çörekotu yağı örneklerinin peroksit değeri serbest yağ asitliği ve indüksiyon zamanlarına ait varyans analiz tablosu.

Kaynak	SD	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)		Serbest yağ asitliği		İndüksiyon zamanı (saat)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnekler	10	17709.3	587.72**	3863.22	980.72**	642.584	476.46**
Hata	22	66.3		8.67		2.967	
Toplam	32	17775.6		3871.88		645.551	

**, Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir P <0.01

Çizelge 4.2. Farklı çörekotu yağı örneklerinin peroksit değeri,serbest yağ asitliği ve indüksiyon periyodu ait sonuçların ortalamaları

Muameleler		Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	Serbest yağ asitliği (mg KOH/g yağ)	İndüksiyon periyodu (saat)
Örnekler	N			
A	3	38.87±2.28 D	19.28±0.13 C	8.57± 0.13 D
B	3	13.70±1.38 G	9.42±0.16 E	3.99± 0.16 F
C	3	88.57±2.16 A	6.02±0.56 F	9.49± 0.56 D
D	3	69.96±2.04 B	12.25±0.38 D	4.80± 0.38 E F
E	3	20.35±2.12 C	25.81±0.03 B	2.85±0.03 G
F	3	51.32±1.07 C	0.00±0.28 G	15.82±0.28 A
G	3	42.71±1.58 D	8.27±0.13 E	11.00±0.13 C
H	3	9.84±0.75 G	1.32±0.55 G	5.14±0.55 E
I	3	53.45±0.90 C	5.14±0.60 F	14.33±0.60 B
K	3	24.57±2.42 F	37.06±0.31 A	1.76±0.30 H
M	3	29.85±1.36 E	4.57±0.37 F	9.22±0.37 D

**, Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir. **, P <0.01

Çalışmada kullanılan çörekotu yağı örneklerinin peroksit değerlerine ait sonuçların ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir. C örneği en yüksek peroksit değerine 88.57 meq O₂/kg sahip iken H örneğinde peroksit değeri 9.84 meq O₂/kg olarak ölçülmüştür. Laboratuvar koşullarında soğuk sıkım yapılarak elde edilen M örneği ise 29.85 meq O₂/kg peroksit değerine sahiptir. Çoğu örneğin M örneğine kıyasla daha yüksek peroksit değerine sahip olduğu bulunmuştur.

Üstün ve Gökyer (2016), Balıkesir yöresine ait *Nigella sativa*’dan soğuk sıkım yaparak yağ elde ettikten sonra peroksit değerini 25.9 meq O₂/kg olarak ölçtüklerini bildirmiştir. Kiralan ve ark. (2014), soğuk pres, soxhlet ekstraksiyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen çörekotu yağının peroksit değerlerini sırası ile 31.32 meq O₂/kg yağ, 25.23 meq O₂/kg yağ, 21.45 meq O₂/kg yağ olarak tespit etmişlerdir. Örneklerin peroksit değerleri oldukça değişiklik göstermektedir. Bunun nedeni kullanılan çörekotunun ekim farklılığı, depolanma süreci gibi birçok faktör olabilmektedir.

Farklı çörekotu yağı örneklerinin serbest yağ asitliği sonuçlarının ortalamaları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Örnekler incelendiğinde en yüksek serbest yağ asidi 37.06 mg KOH/g yağ ile K örneğinde en düşük serbest yağ asidi 0 ile F örneğinde tespit edilmiştir. Laboratuvar koşullarında soğuk pres yöntemiyle elde edilen M örneği ise 4.57 mg KOH/g yağ serbest yağ asidine sahip olduğu bulunmuştur.

Pakistan’da yetişen çörekotunun farklı cinsleri üzerine yapılan bir araştırmada, çörekotu yağının % FFA değerlerinin; %4.7 ile %20.5 arasında değiştiği bildirilmektedir (Sultan ve ark., 2009). Yapılan başka bir araştırmada, Tunus ve İran’da yetişen çörekotundan hekzan ile ekstrakte edilmiş yağın % FFA değerleri sırasıyla %22.7 ve %18.6 olarak saptanmıştır (Aftab ve ark., 2014).

Kiralan ve ark.’nın (2014), çörekotu yağının soğuk pres, soxhlet ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla eldesi üzerinde yaptığı araştırmaya göre, % FFA değerleri sırasıyla; %7.5, %9.28 ve %9.51 arasında tespit edilmiştir. Mohammed ve ark.’nın

(2016), yaptığı çalışmaya göre ise soğuk pres ekstraksiyonla elde edilen çörekotu yağında % FFA değeri %6.15 bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan çörekotu yağı örneklerinin indüksiyon zamanlarına ait sonuçların ortalamaları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. İndüksiyon periyotları değerlendirildiğinde F örneği 15.82 saat, K örneği ise en düşük 1.76 saat indüksiyon periyodu göstermiştir. Diğer örneklerle bakıldığında laboratuvar koşullarında soğuk sıkım yapılan M örneğiyle C örneği benzerlik göstermektedir.

Kıralan ve ark. (2014), yaptıkları bir çalışmada Soxhlet ve mikrodalga destekli ekstrakte edilmiş çörekotu yağı sırasıyla en yüksek indüksiyon süresine (19.6-18.4 saat) sahipken, soğuk preslenmiş çörekotu yağı en düşük seviyeye (3.48 saat) sahip olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeni, soğuk pres yağına kıyasla, çözücü ile ekstrakte edilen ve mikrodalgadan ekstrakte edilen yağdaki daha yüksek miktarda antioksidan bileşik olması olabilir. Lutterodt ve ark. (2010), altı farklı markaya ait soğuk preslenmiş çörekotu yağının indüksiyon periyotlarının 80°C'de 76 ile 157 saat arasında belirlendiğini bildirmiştir.

Farklı çörekotu yağı örneklerinin timokinon varyans analiz tablosu Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Denemede kullanılan çörekotu yağ örneklerinin timokinon, yağ asidi ve depolama analizleri istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) çıkmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı çörekotu yağı örneklerinin timokinon (mg/gr yağ) içeriklerine ait varyans analiz tablosu.

Varyans kaynağı	SD	Timokinon (mg/gr yağ)	
		Kareler Ortalaması	Faktör
Örnekler	10	1632.21	4601.97**
Hata	22	0.78	
Toplam	32	1632.99	

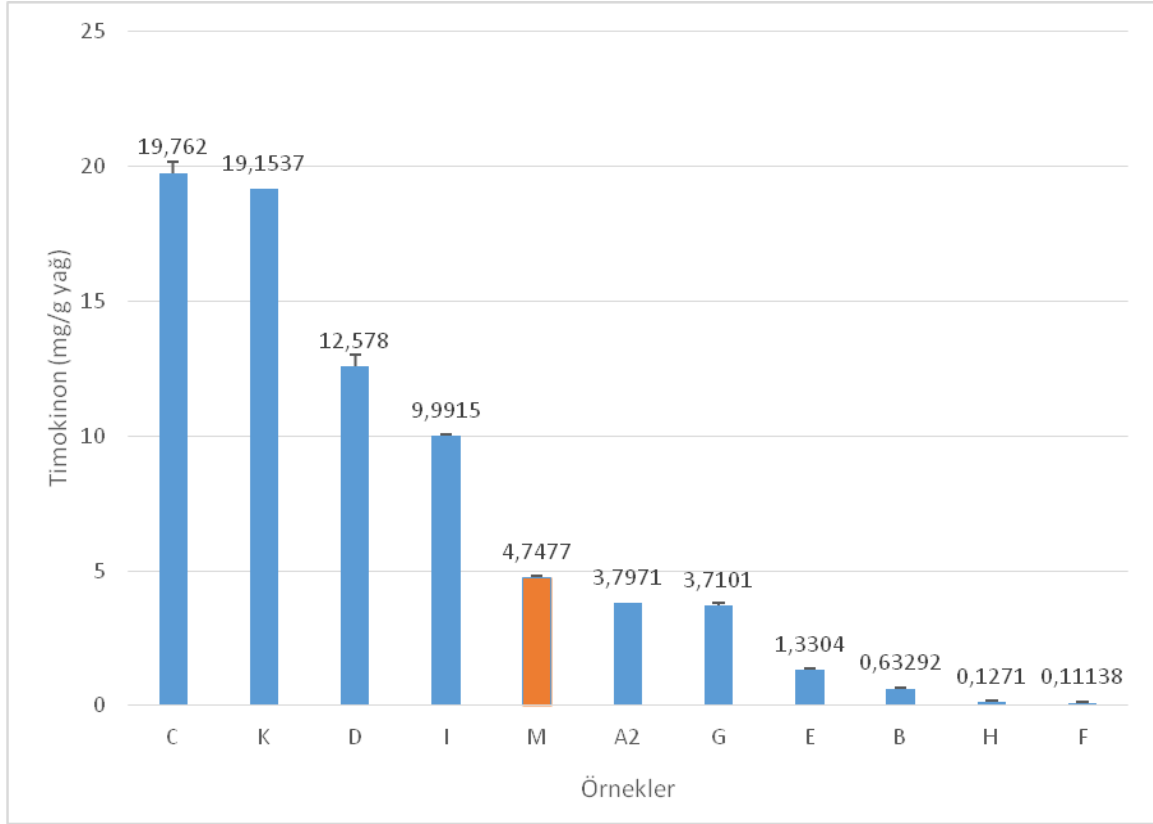
**, $P < 0.01$

Çizelge 4.4. Farklı çörekotu yağı örneklerinin timokinon konsantrasyonuna ait sonuçların ortalamaları.

Örnekler	N	Timokinon (mg/gr yağ) inhibisyonu
A	3	3.79±0.03 F
B	3	0.63±0.01 H
C	3	19.76±0.42 A
D	3	12.58±0.43 C
E	3	1.33±0.06 G
F	3	0.11±0.01 H
G	3	3.71±0.08 F
H	3	0.13±0.06 H
I	3	9.99±0.08 D
K	3	19.15±0.02 B
M	3	4.75±0.07 E

**, Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir. **, P <0.01

Örneklerin timokinon içeriği birbirinden farklılık göstermiştir. K ve C örneklerinin birbirlerine yakın sonuç verdiği görülmüştür. En düşük timokinon miktarı 0.11 mg/gr yağ ile F örneğinde, en yüksek timokinon miktarı 19.76 mg/gr yağ ile K örneğinde gözlemlenmiştir. Laboratuvar koşullarında soğuk sıkım yapılan M örneğinde ise 4.75 mg/gr yağ timokinon konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında örneklerin timokinon konsantrasyonun çörekotu tohumunun cinsine göre de değiştiği düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Farklı çörekotu yağ örneklerinin timokinin içerikleri

Kıralan ve ark., (2014), tarafından yapılan bir çalışmada soğuk preslenmiş çörekotu yağının, en yüksek seviyede timokinin ($14.4 \mu\text{g/g}$) içerdiği bildirilmiştir. Soxhlet ekstraksiyonu yapılarak elde edilen yağda ($6.20 \mu\text{g/g}$) ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yapılarak elde edilen yağda ise ($5.65 \mu\text{g/g}$) timokinin seviyeleri ölçülmüştür. Alkhatib ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada ticari çörekotu yağ ürünlerindeki timokinin yüzdesinin niceliğini, ağırlık/ağırlık olarak %0.07-%1.88 aralığında bulmuşlardır. Kapsül formlarında ise %0.07 ile %1.86 arasında değiştiği bildirilmiştir. En yüksek timokinin konsantrasyonuna sahip ürün, en düşük timokinin konsantrasyonuna sahip üründen yaklaşık 27 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Alkhatib ve ark., 2020). Örneklerdeki timokinin içeriğinin farklılığı, tohumların kaynağına, yağın ekstraksiyon yöntemine, depolama koşullarına ve yağların yaşına bağlı olabilmektedir (Şekil 4.1.).

Farklı çörekotu yağlarının depolama sürecindeki peroksit değeri varyans analiz tablosu Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı çörekotu yağ örneklerinin Fırın testi peroksit değeri varyans analiz tablosu

Kaynak	SD	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)	
		KO	F
Örnekler (A)	10	33455	1919.69**
Depol. Süresi (B)	6	29373	2809.09**
AXB	60	79547	760.75**
Hata	154	268	
Toplam	230	142643	

**, Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir. P <0.01

Farklı çörekotu yağı örneklerinin fırın testi varyans analiz tablosu Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Denemede kullanılan çörekotu yağ örneklerinin peroksit değeri (meq O₂/kg) analizleri istatistiksel olarak önemli (p<0.01) çıkmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı çörekotu yağı örneklerinin peroksit değeri x depolama süresi interaksyonu.

Örnek x Süre (Gün) İnteraksyonu		Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)
A	A ilk gün	38.866 AB AC AD
	A 5. Gün	39.216 AB AC AD
	A 10. Gün	47.842 T-Y
	A 15. Gün	38.005 AC AD
	A 20. Gün	50.272 R-V
	A 25. Gün	53.085 O-S
	A 30. Gün	84.11 E
B	B ilk gün	13.696 AO AP
	B 5. Gün	28.712 AF AG AH
	B 10. Gün	43.268 AA AB Y Z
	B 15. Gün	56.466 N-P
	B 20. Gün	64.633 J K
	B 25. Gün	72.058 G H
	B 30. Gün	95.093 C
C	C ilk gün	88.575 D E
	C 5. Gün	66.822 I J
	C 10. Gün	61.844 K L
	C 15. Gün	48.773 S-X
	C 20. Gün	26.893
	C 25. Gün	44.707
	C 30. Gün	101.028 B
D	D ilk gün	69.964 H I
	D 5. Gün	35.006 AD AE
	D 10. Gün	27.011 AF AG AH AI
	D 15. Gün	30.507 AE AF
	D 20. Gün	52.095 P-T
	D 25. Gün	78.051 F
	D 30. Gün	98.520 B C
E	E ilk gün	20.345 AK AL AM AN
	E 5. Gün	20.875 AK AL AM
	E 10. Gün	20.637 AK AL AM AN
	E 15. Gün	19.321 AL AM AN
	E 20. Gün	25.684 AG AH AI AJ
	E 25. Gün	45.472 W-Z
	E 30. Gün	57.912 L-N
F	F ilk gün	51.315 Q-U
	F 5. Gün	50.867 Q-U
	F 10. Gün	52.014 P-T
	F 15. Gün	40.719 AA AB AC
	F 20. Gün	21.699 AJ AK AL AM
	F 25. Gün	17.682 AM AN AO
	F 30. Gün	18.012 AM AN AO

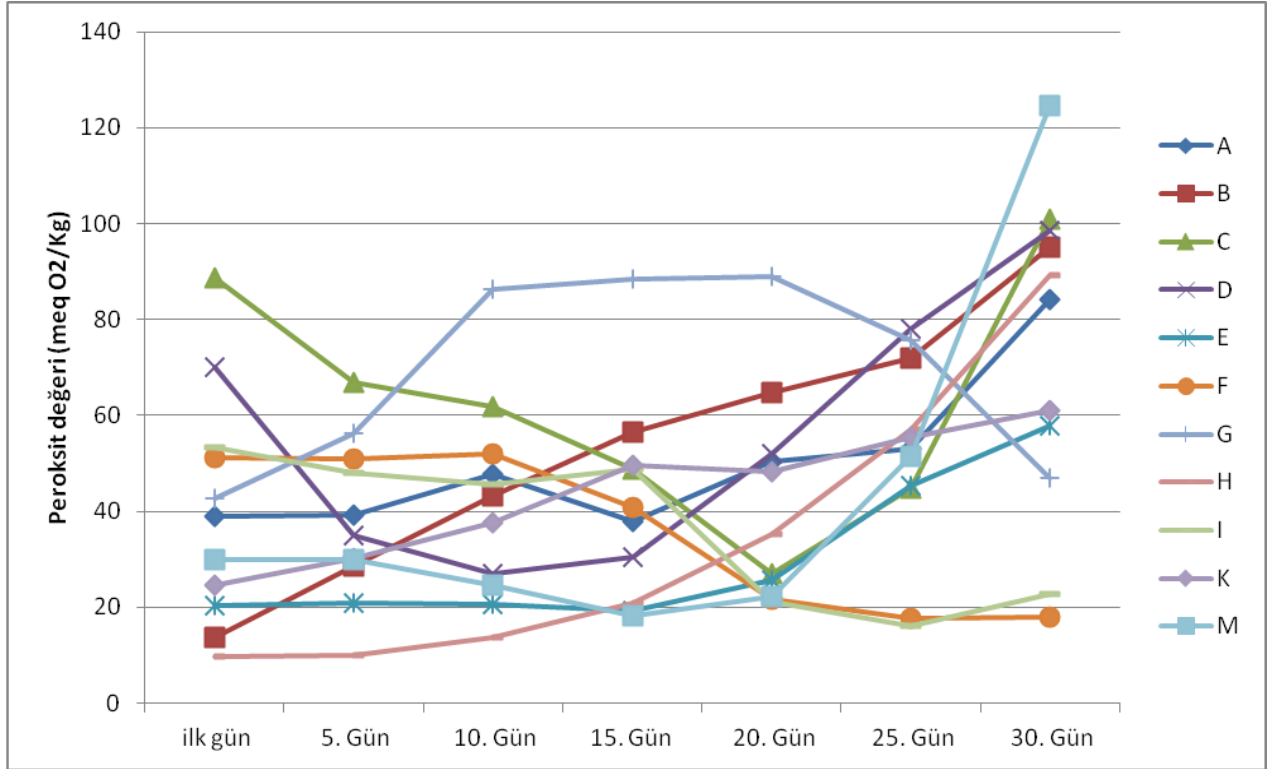
Çizelge 4.6. devamı

G	G ilk gün	42.708 Z AA BB
	G 5. Gün	56.259 N-P
	G 10. Gün	86.276 D E
	G 15. Gün	88.464 D E
	G 20. Gün	89.083 D
	G 25.Gün	75.699 F G
	G 30.Gün	46.830 U-Z
H	H ilk gün	9.837 AP
	H 5. Gün	10.021 AP
	H 10. Gün	13.729 AO AP
	H 15. Gün	20.979 AK AL AM
	H 20. Gün	35.272 AD
	H 25.Gün	57.073 M-O
	H 30.Gün	89.241 D
I	I ilk gün	53.450 N-R
	I 5. Gün	48.107 T-X
	I 10. Gün	45.696 V-Z
	I 15. Gün	48.704 S-X
	I 20. Gün	21.156 AJ AK AL AM
	I 25.Gün	16.125 AN AO
	I 30.Gün	22.650 AI AJ AK AL
K	K ilk gün	24.574 AH AI AJ AK
	K 5. Gün	30.157 AF AG
	K 10. Gün	37.706 AC AD
	K 15. Gün	49.604 R-W
	K 20. Gün	48.268 T-X
	K 25.Gün	55.340 N-Q
	K 30.Gün	61.127 K-M
M	M ilk gün	29.846 AF AG
	M 5. Gün	29.959 AF AG
	M 10. Gün	24.469 AH AI AJ AK
	M 15. Gün	18.231 AL AM AN AO
	M 20. Gün	22.112 AJ AK AL AM
	M 25.Gün	51.524 Q-T
	M 30.Gün	124.539 A

**, Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir. **, P <0.01

Çizelge 4.6. incelendiğinde fırın testi sürecinde peroksit değişiminin en düşük 9.837 meqO₂/kg ve en yüksek ise 124.539 meqO₂/kg olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sürecinde örneklerde düzenli yükseliş yada inişler gözlemlenmemiştir. Bazı örneklerin peroksit değeri düşüş gösterirken bazılarının ki ise yükseliş göstermiştir. Bu

da her örneğin oksidasyon aşamasının farklı bir süreinde olduğu ile ilgili bir algı oluşturmaktadır.



Şekil 4.2. Analiz edilen çörekotu yağlarının peroksit değerleri üzerine etkili ‘hammadde farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu.

Şekil 4.2.’de peroksitlik üzerine etkili edilen çörekotu yağlarının peroksit değerleri üzerine etkili ‘hammadde farklılığı x depolama süresi’ interaksyonu görülmektedir. Depolama sürecinde genel olarak peroksit değerinin artışı açıkça görülmektedir. A, E, M, H, B ve K örnek çörekotu yağları peroksit değerleri gittikçe artan bir eğilim göstermektedir. M örnek çörekotu yağında 15. ve 20. günde peroksit değerinde düşme görüldükten sonra 30. günde peroksit değeri 124.539 (meq O₂/kg) olmuştur. G örneği çörekotu yağının peroksit değeri 10. gün ve 20. gün arası yükselme göstermiş daha sonra aniden düşme eğilimi göstermiştir.

F ve I örneklerinde benzer olarak 15.güne kadar peroksit değeri genel olarak sabit kalmış 15. günden sonra peroksit değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.D örneği çörekotu yağında ise 10. günde peroksit değeri en düşük seviyesine indikten sonra 30. güne kadar

devamlı bir artış olmaktadır.

C örneği çörekotu yağında peroksit değeri 20. güne kadar düşen bir eğilime sahipken 20. günden sonra peroksit değerinde artış meydana gelmiştir. Örneklerin çoğunda 30. günde peroksit değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Kıralan ve ark. (2014), yaptıkları bir çalışmada altı gün boyunca 60°C'de depolanan soğuk sıkım çörekotu yağının peroksit değeri değişmeden kaldığı, ancak depolama süresi on iki güne uzatıldığında, peroksit değeri yaklaşık %20 arttığını bildirilmiştir.

Tohum yağları üzerine yapılan bir çalışmada başlangıç peroksit değeri en yüksek 26.05 meq O₂/kg ile çörekotu tohum yağında, en düşük peroksit değeri ise 0.25 meq O₂/kg değeri ile keten tohumunda tespit edilmiştir. Farklı sıcaklık derecelerinde 12 ay depolama sonucunda en fazla peroksit ve özgül soğurma değerlerindeki artışın çörekotu tohum yağında olduğu saptandığı bildirilmiştir (Ekici ve ark., 2018).

Çalışmada kullanılan farklı çörekotu yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonu varyans analiz tablosu Çizelge 4.7.'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı çörekotu yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonu varyans analiz tablosu.

Kaynak	SD	C16:0		C18:0		C18:1		C18:2	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Örnekler	10	101.560	290.00**	38.5444	110.72**	598.073	525.23**	239.754	459.78**
Hata	22	0.770		0.7659		2.505		1.147	
Toplam	32	102.331		39.3103		600.578		240.901	

Çizelge 4.7. devamı

Kaynak	SD	C18:3		C20:0		C20:1		C20:2		C22:1	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Örnekler	10	366.058	1770786.99**	1.49947	42.00**	0.979089	49024.18**	51.2466	195.94**	6.59243	5783.20**
Hata	22	0.000		0.07855		0.000044		0.5754		0.00251	
Toplam	32	366.058		1.57802		0.979133		51.8220		6.59494	

**, P <0.01 Farklı harfler istatistiksel olarak farklılığın ifadesidir.

Çizelge 4.8. Farklı çörekotu yağı örneklerinin yağ asidi kompozisyon sonuçları (%).

Yağ asitleri	N	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	M
Palmitik asit (C 16:0)	3	10.37	7.20	10.60	10.02	9.94	10.52	10.54	7.68	10.63	5.32	10.91
Stearik asit (C 18:0)	3	3.81	4.27	3.24	3.68	3.86	3.55	3.66	3.80	3.49	3.55	0.03
Oleik asit (C 18:1)	3	27.99	25.69	27.59	29.55	28.43	26.57	27.35	30.39	27.50	42.10	28.04
Linoleik asit (C 18:2)	3	54.96	50.09	52.89	53.22	54.52	55.48	54.84	57.24	54.96	48.30	57.85
Linolenik asit (C 18:3)	3	T.E	11.62	0.53	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E
Araşidik asit (C 20:0)	3	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	0.74	T.E
Eikosenoik asit (C 20:1)	3	T.E	T.E	T.E	0.60	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E
Eikosadienoik asit (C 20:2)	3	2.88	1.13	3.60	2.93	3.26	3.88	3.62	0.90	3.41	T.E	3.17
Behenik asit (C 22:0)	3	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	0.74	T.E
Dokosenoik asit (C 22:1)	3	T.E	T.E	1.55	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E	T.E

T.E.: Tespit edilememiştir.

Çörekotu yağları incelendiğinde A, C, D, F, G, I ve M örneklerinde palmitik asitin (C 16:0) benzer miktarda olduğu görülmektedir. Diğer örneklerle kıyaslandığında K çörekotu yağının en düşük palmitik asit yüzdesine sahip olduğu gözlemlenmektedir.

Örneklerde % stearik asit içeriği 3.24-4.27 arasında değiştiği gözlenirken, M örneğinde % 0,03 olarak bulunmuştur. Ürünlerin oleik asit içeriği ise % 25.69-42.10 değerlerinin arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek oleik asit (C 18:1) içeriği (% 42.10) olarak K örneğinde bulunmuştur. Linoleik asit (C 18:2) yüzdesi ise en yüksek M

örneğinde (%57.85) görülmüştür. Analiz edilen çörekotu yağlarında linoleik asit miktarı birbirleriyle benzerlik göstermektedir. Linolenik asit (C 18:3) sadece B (%11.62) ve C (% 0.53) örneğinde bulunmuştur. Diğer örneklerde tespit edilememiştir.

Eikosenoik asit (C 20:1) D örneğinde %0.63 olarak bulunmuş diğer örneklerde tespit edilememiştir. Eikosadienoik asit (C 20:2) F örneğinde %3.88 bulunurken, H örneğinde %0.90 olarak tespit edilmiştir. Diğer örneklerde eikosadienoik asitin benzer miktarlarda olduğu görülmektedir. Behenik asit K örneğinde %0.74 olarak belirlenmiştir. Diğer ürünlerde tespit edilememiştir. Dokosenoik asit (C 22:1) C örneğinde %1.55 belirlenirken, diğer örneklerde tespit edilememiştir.

Sonuç olarak farklı çörekotu yağı örneklerinde doymamış yağ asitleri linoleik asit (%48.30-57.85) ve oleik asit (%25.69-42.10) ana doymamış yağ asidi ise palmitik asit (%5.32-10.91) olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada soğuk preslenmiş çörekotu yağında, 58.8-61.2 g/100 g düzeyinde linoleik asit ve 22.6-24.5 g/100 g oleik asit ve 13.0-13.3 g/100 g palmitik asit bulunduğu bildirilmiştir (Lutterodt ve ark., 2010). Sonuçlarımız bu çalışmaya benzerlik göstermektedir.

Tunus ve İran menşeli iki çörekotu çeşidinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada Tunus ve İran çeşitli tohumların başlıca doymamış yağ asitleri linoleik asit (%49.2-50.3) ve oleik asit (%25.0-23.7) iken, ana doymuş yağ asidi palmitik asit (%17.2-18.4) olduğu bildirilmiştir. Miristik, miristoleik, palmitoleik, margarik, margaroleik, stearik, linolenik, araşidik, eikosenoik, behenik ve lignoserik asitler de bulunmaktadır (Cheikh Rouhou ve ark., 2007).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yapılan çalışma kapsamında piyasada bulunan çörekotu yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada 10 adet farklı markaya ait çörekotu yağının ayrıca laboratuvar koşullarında soğuk presle elde ettiğimiz çörekotu yağının önemli kalite özelliklerinden % FFA ve peroksit değerleri (PV); önemli karakteristik özelliklerinden ise yağ asitleri kompozisyonları ve timokinon konsantrasyonu incelenmiştir. Aynı zamanda oksidasyon belirteci olarak indüksiyon periyodu ve fırın testi analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre en yüksek peroksit değeri C örneği (88.57 meq O₂/kg) çörekotu yağında bulunmuştur. K örneği ise %37.06 mg KOH/g yağ ile diğer örneklerle kıyaslandığında, en yüksek % FFA değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Çörekotu yağ örneklerinin başlangıç peroksit değerinin yüksek olmasının nedeni elde edilen hammadde özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fırın testi analizlerinde 65°C’de 30 gün süresince depolanan örneklerin oksidatif stabiliteleri incelendiğinde, çoğu örnekte peroksit değerinde artış gözlenirken, bazı örneklerde dalgalanmalar tespit edilmiştir. Bazı yağlarda peroksit değerinin belirli bir oksidasyon düzeyinden sonra azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun peroksitlerin ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşümünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çörekotu yağı örneklerinin timokinon konsantrasyonu elde edilen bulgulara göre oldukça farklılık göstermektedir. En yüksek timokinon konsantrasyonu C örneğinde (19.76 mg/gr yağ) bulunmuştur. En düşük timokinon içeriği ise F örneğinde (0.11 mg/gr yağ) tespit edilmiştir. Aynı bitki türünden elde edilen yağların timokinon içeriğinin yaklaşık 190 kat farklılık göstermesi dikkat çekmektedir. Bu çerçevede yağların timokinon içeriklerinin farklılıkları yağlara taşıyıp yapılmadıkları veya üretim yöntemlerinin timokinonun yağa geçişinde etkin olmadığı ihtimalleri düşünülmektedir.

Analiz edilen çörekotu yağ örneklerinde doymamış yağ asitleri olarak en yüksek linoleik asit (%48.30-57.85) ve oleik asit (%25.69-42.10) olduğu, ana doymamış yağ

asidi olarak ise palmitik asitin (%5.32-10.91) bulunduğu belirlenmiştir. Sonuçlardaki bu farklılıkların; bitkilerin türü, bitkilerin toplanma zamanı, toplanma yöntemi, kurutma, yağ üretimi aşamasında yapılan hatalardan, yağların uygun olmayan nem ve sıcaklıkta beklemiş ve kalitelerinin değışmiş olabileceğinden, ticari yağlara karıştırma yapılmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

5.2. Öneriler

Çalışmamızda incelenen yağların sonuçlarından da göröldüğü gibi bu ürünlerin hem kalite, hem de karakteristik özellikleri oldukça değışkenlik göstermektedir. Özellikle kalite özelliklerinden yağ asidi ve peroksit değerleri değışkenlikleri bu yağların piyasada belirli bir aralıkta olmadığını ve bakanlığın bu açıdan kalite sınırlamalarını belirlemesi gerektiğı ortaya çıkmaktadır. Bu değerlendirme örekotuna bitkisel yağ olarak bakılması açısındanadır.

Eğer örekotu yağına gıda takviyesi gözü ile bakacak olursak; piyasada satışa sunulan çörekotu yağlarının söz konusu ürün standartlarının belirlenmesinin oldukça önemli olduğu düşünölmektedir. Tüketicilerin etken maddesi timokinon olan bu ürünü tüketimleri açısından konu değerlendirildiğinde ise; piyasadaki ürünler arasında 190 kat farklı timokinon içeriğı olması bakanlığın aynı zamanda faydalı bileşenleri de göz önüne alması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aboutabl, E., ve El-Azzouny, A., 1986, Hammerschmidt F, editors. Prog Essent Oil Res. Proceedings of the International Symposium on Essential Oils. Berlin, Germany: De Gruyter;. Aroma volatiles of *Nigella sativa* L. seeds.
- Aftab, A. K., Mahesa, S. A., Khaskheli, A. R., Sherazi, S. T. H., Sofia, Q. ve Zakia, K., 2014, Gas chromatographic coupled mass spectroscopic study of fatty acids composition of *Nigella sativa* L. (Kalonji) oil commercially available in Pakistan, *International Food Research Journal* 21(4), 1535-1537.
- Akgül A., 1993, Baharat Bilimi ve Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:15, Ankara, sayfa: 72-74.
- Al-Saleh, I., Billedo, G. ve El-Doush, I. I., 2006, Levels of selenium, DL- α -tocopherol, DL- γ -tocopherol, all-trans-retinol, thymoquinone and thymol in different brands of *Nigella sativa* seeds, *J Food Compost Anal.*, 19, 167–175.
- Anonymous, 1989, AOCS Official Method Ca5a- 40.
- Anonymous, 1990, Official Methods of Analysis, 15th Ed., AOAC, Arlington, VA, sec. 965, 33.
- Anonymous, 2006, Official methods and recommended practices of the American. American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd8-53, Ch5-91 and Cd 12b, 92.
- Argon, Z. ve Gokyer, A., 2016, Determination of physicochemical properties of *Nigella sativa* seed oil from Balıkesir region, Turkey. *Chemical and Process Engineering Research*, 41, 43-46.
- Atta, M. B., 2003, Some Characteristics of *Nigella* (*Nigella Sativa* L.) Seed Cultivated in Egypt and Its Lipid Profile. *Food Chem*, 83(1), 63–68.
- Badary, O.A., Taha, R.A., Gamal el-Din, A.M. ve Abdel-Wahab, M.H., 2003, Thymoquinone is a potent superoxide anion scavenger, *Drug Chem Toxicol.*;26:87–98.
- Barkoudah, Y., 1998, Black cumin. A neglected food and a medicinal plant, *Cwana Newsletter*; 17:5.

- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C. ve Atti, H., 2007, *Nigella sativa* L.: chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chem.*, 101, 673–681.
- Das, A.K., Sadhu, M.K., ve Som, M.G., 1991, Effect of N and P levels on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.), *Horticultura journal*, 4(1),41-47.
- El Gazzar, M.A., 2007, Thymoquinone suppresses in vitro production of IL-5 and IL-13 by mast cells in response to lipopolysaccharide stimulation, *Inflamm Res.*, 56:345–51.
- El-Tahir, K.E.D.H. ve Bakeet, D.M., 2006, The black seed *Nigella sativa* L-. A Mine for multi-cures: A plea for urgent clinical evaluation of its volatile oil, *J.T.U. Med. Sci.*, 1, 1-19.
- Enayatfard, L., Mohebbati, R., Niazmand, S., Hosseini, M. ve Shafei, MN., 2018, The standardized extract of *Nigella sativa* and its major ingredient, thymoquinone, ameliorates angiotensin II-induced hypertension in rats. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 30:51–8.
- Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M., Ahmad, M., Sultana S., Hadda, T.B., Chafchaoui-Moussaoui, I. ve Charrouf, Z., 2015, Chemical investigation of *Nigella sativa* L. Seed oil produced in Morocco. *Journal of Saudi Society of Agricultural Sciences*, 14: 172-177.
- Ghosheh, O. A., Houdi, A. A. ve Crooks, P. A., 1999, High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.), *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 19(5), 757-762.
- Gecgel, U., Demirci, A.S., Dulger, G.C., Gecgel, U., Tasan, M., Arici, M. ve Ay, O., 2016, Some physicochemical properties, fatty acid composition and antimicrobial characteristics of different cold-pressed oils, *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 92 (3): 187–200.
- Güler, G., 2009, Soğuk Presyon ve Kimyasal Rafinasyon Yöntemleri ile Üretilen Kanola (kolza) Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması, Namık 88 Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 101 s.
- Hawsawi, ZA., Ali, BA. ve Bamosa, AO., 2001, Effect of *Nigella sativa* (black seed) and thymoquinone on blood glucose in Albino rats, *Ann Saudi Med.*, 21:242–4.
- İlisulu, K., 1992, İlaç ve Baharat Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1256, Ankara.

- Kalus, U., Pruss, A., Bystron, J., Jurecka, M., Smekalova, A., Lichius, JJ. ve Kieseewetter, H., 2003, Effect of *Nigella sativa* (Black Seed) on Subjective Feeling in Patients with Allergic Diseases, *Phytotherapy Research Phytother*, Res. 17, 1209–1214.
- Kiralan, M., 2014, Changes in volatile compounds of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oil during thermal oxidation, *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1482–1489.
- Khonche, A., Huseini, HF., Gholamian, M., Mohtashami, R., Nabati, F. ve Kianbakht, S., 2019, Standardized *Nigella sativa* seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in non-alcoholic fatty liver disease: a randomized, double-blind and placebo-controlled clinical trial, *J Ethnopharmacol*, 234:106–11.
- Kiralan, M., Özkan, G., Bayrak, A. ve Ramadan, M. F., 2014, Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods, *Industrial Crops and Products*, 57, 52-58.
- Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J., Gao, J.M. ve Yu, L.L., 2010, Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of coldpressed black cumin seed oils, *LWT-Food Science and Technology*, 43 (9): 1409– 1413.
- Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E. ve Yu, L.L., 2011, Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected coldpressed grape seed oils and flours, *Food Chemistry*, 128 (2): 391–399.
- Mohammed, N. K., Abd Manap, M. Y., Tan, C. P., Muhialdin, B. J., Alhelli, A. M. ve Meor Hussin, A. S., 2016, The Effects of Different Extraction Methods on Antioxidant Properties, Chemical Composition, and Thermal Behavior of Black Seed (*Nigella sativa* L.) Oil, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-10.
- Nederal, S., Škevin, D., Kraljić, K., Obranović, M., Papeša, S. ve Bataljaku, A., 2012, Chemical composition and oxidative stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89 (9): 1763–1770.
- Ozel, A., Demirbilek, T. ve Guler, İ., 2002, Effect of different sowing dates on yield and some agronomic characters of black cumin species under Harran plainarid conditions, *J. Agric. Fac.*, Harran Univ., 6(3- g4): 81-84.
- Qidwai, W., Hamza, HB., Qureshi, R. ve Gilani, A., 2009, Effectiveness, safety, and tolerability of powdered *Nigella sativa* (Kalonji) seed in capsules on serum lipid levels, blood sugar, blood pressure, and body weight in adults: results of a randomized, double-blind controlled trial, *J Altern Complement Med.*, 15:639–44.

- Paarakh, P.M., 2010, *Nigella sativa* L.—a comprehensive review. *Indian J Nat Prod Resource*, 1:409–29.
- Parker, T.D., Adams, D.A., Zhou, K., Harris, M. ve Yu, L., 2003, Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils, *Journal of Food Science*, 68 (4): 1240–1243.
- Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Yurawecz, M. P., Whittaker, P. ve Yu, L., 2005, Fatty Acid Composition and Antioxidant Properties of Cold-Pressed Marionberry, Boysenberry, Red Raspberry, and Blueberry Seed Oils, *J. Agric. Food. Chem.*, 53 (3), 566-573.
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M. ve Grajeta, H., 2014, The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91 (8): 1291–1301.
- Ragheb, A., Attia, A., Eldin, W.S, Elbarbry, F., Gazarin, S. ve Shoker, A., 2009, The protective effect of thymoquinone, an anti-oxidant and anti-inflammatory agent, against renal injury: a review. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 20:741–52.
- Ramadan, M. ve Mörsel, J. T., 2004, Oxidative Stability of Black Cumin (*Nigella Sativa* L.), Coriander (*Coriandrum Sativum* L.) And Niger (*Guizotia Abyssinica* Cass.) Crude Seed Oils upon Stripping, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 106(1), 35–43.
- Ramadan, M. F., 2007, Nutritional Value, Functional Properties and Nutraceutical Applications of Black Cumin (*Nigella Sativa* L.)- An Overview, *Int. J. Food Sci.Technol.*, 42(10), 1208–1218.
- Ramadan, M. F. ve Wahdan, 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 Chem.*, 132, 873–879.
- Salmani, J.M., Asghar, S., Lv, H. ve Zhou, J., 2014, Aqueous solubility and degradation kinetics of the phytochemical anticancer thymoquinone; probing the effects of solvents, pH and light, *Molecules*, 19:5925–39.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk. G., Bekat, L. ve Leblebici E., 2000, Tohumlu Bitkiler Sistematiği, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 116. İzmir.
- Sultan, M. T., Butt, M. S., Anjum, F. M., Jamir, A., Akhtar, S. ve Nasir, M. 2009, Nutritional profile of indigenous cultivar 10 of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil, *Pak. J.Bot.*, 41(3), 1321-1326.
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M. ve Lampart-Szczapa, E., 2008, The content and

antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils, *Journal of Food Lipids*, 15 (2): 137–149.

Tonçer, Ö., Kızıl, S., 2004, Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L., *International Journal of Agriculture & Biology* 6(3), 529–532.

Woo, CC., Loo, SY., Gee, V., Yap, CW., Sethi, G. ve Kumar, AP., 2011, Anticancer activity of thymoquinone in breast cancer cells: possible involvement of PPAR- γ pathway, *Biochem Pharmacol*, 82:464–75.

Yetim, H., Sagdic, O. ve Ozturk, I., 2008, Fatty acid compositions of cold press oils of seven edible plant seeds grown in Turkey, *Chemistry of Natural Compounds*, 44 (5): 634–636.