

**SOĞUK PRES TEKNİĞİYLE ELDE EDİLEN  
HAĞHAĞ (*Papaver somniferum* L.) YAĞLARININ  
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Emine TÜRKA VCI

Danışman  
Prof. Dr. Harun DIRAMAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
Ocak 2021

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANSTEZİ**

**SOĞUK PRES TEKNİĞİYLE ELDE EDİLEN HAŞHAŞ (*Papaver  
somniferum* L.) YAĞLARININ FİZİKOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Emine TÜRKA VCI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Harun DIRAMAN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Ocak 2021**

## TEZ ONAY SAYFASI

Emine TÜRKA VCI tarafından hazırlanan “Soğuk Pres Tekniğ iyle Elde Edilen Haş haş (*Papaver somniferum* L.) Yağ larının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğ inin ilgili maddeleri uyarınca 25/01/2021 tarihinde ař ağıdaki jüri tarafından **oy birliğ i** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliğ i Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danış man** : Prof. Dr. Harun Dıraman

**Baş kan** : Prof. Dr. Harun Dıraman

Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fakültesi

İmza

**Üye** : Prof. Dr. Ümit Geçgel

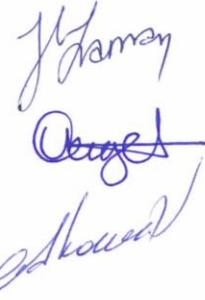
Namık Kemal Üni. Ziraat Fakültesi

İmza

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Akarca

Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fakültesi

İmza



Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../.....tarih ve  
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim EROL

Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

25 / 01 /2021

**Emine TÜRKAVCI**

**İmza**  


## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SOĞUK PRES TEKNİĞİYLE ELDE EDİLEN HAŞHAŞ (*papaver somniferum* L.) YAĞLARININ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Emine TÜRKA VCI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Harun DIRAMAN

Bu araştırmada, Sandıklı İlçesinde (Afyonkarahisar) beş farklı lokasyonda yetiştirilen iki farklı renkteki (beyaz ve mavi) ve yerel tohum sınıfındaki (TMO Kod: 8151 ve 8152) haşhaş tohumlarından soğuk pres yöntemi ile elde edilen yağların fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, haşhaş tohumlarının nem miktarı, yağ içeriği (% KM), kül miktarı (%KM) ve protein miktarı (% KM) sırasıyla (% 3,60 - 4,74), (% 37,18-43,32), (% 6,418-7,349) ve (% 34,49- % 39,44) arasında bir değişim göstermiştir. Mavi ve beyaz renkli haşhaş tohumlarından soğuk pres tekniği (vida hızı 27 rpm, vidadan çıkan haşhaş pelet çapı 10 mm, vidanın çalışma iç sıcaklığı 40± 5 °C, yağ sıcaklığı 20 ± 2 °C) ile laboratuvar ölçekli bir makinada oda sıcaklığında elde edilmiştir. Soğuk pres ile üretilen yağlarda yapılan analizlerin değişimleri; refraktif indeks değeri 1,4743-1,4758, serbest yağ asidi miktarı 1,37-3,17 (% oleik asit), peroksit sayısı 1,33-3,55 (meq O<sub>2</sub>/kg), indüksiyon zamanı (ransimat yöntemi) 1,93-3,47 (saat), toplam klorofil miktarı 0,05-1,50 (mg/kg yağ), toplam karetonoid miktarı 0,2-0,83 (mg/kg yağ); toplam fenolik madde miktarı 2,16-7,89 mg GAE / 100 g, antioksidan aktivite (DPPH) % 24,236-% 48,023 olarak belirlenmiştir. İncelenen soğuk pres yağlarda renk değerleri analizi (Lovibond) 0,00-4,55 (Kırmızı) ve 39,00 (sadece tek örnek)-70,00 (yedi örnek) (Sarı) olarak bulunmuştur. Haşhaş tohum yağlarında linoleik asit miktarı ( $\omega$ -6 esansiyel yağ asidi) majör düzeyde olup, % 73,71-75,52 (PUFA % 74,18-76,05) arasında değişim göstermiştir. Diğer majör yağ asitleri %12,84-14,34 oleik (MUFA 13,27-14,51) , % 8,80-9,32 palmitik (SFA %10,87-11,42) ve % 1,82-1,99

stearik asittir. Yağ asidi verilerine göre hesaplanan parametrelerin değişimleri iyot sayısı (IS) 148,11-150,10, Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) 3378,53-3464,82, TOSİ (Teorik Oksidatif Stabilite İndisi) 1,43 – 1,81 saat ve Cox (Oksitlenebilirlik) 7,84-8,02 olmuştur. Majör TAG bileşenlerinin değişimleri sırasıyla LLL % 40,01-43,56 (baskın TAG bileşeni), PLL % 19,06–20,14, OLL % 17,21-18,61, PLO % 8,41-10,19 ve LOO % 3,10-6,87 olarak tespit edilmiştir. Antioksidan özelliklere sahip alfa tokoferol değişimi 101,04 ile 43,52 (mg/kg yağ) arasındadır. İncelenen tüm fizikokimyasal özellikler göz önünde bulundurulduğunda haşhaş yağı, besin değeri yüksek bir gıda kaynağı olup, gıda sanayisinde kullanıma uygun özelliklere sahiptir.

**2021, xi + 69 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Haşhaş tohumu, Soğuk pres, Yağ, Fizikokimyasal Özellikler, Yağ Asidi Profili, Triaçil gliserol

## ABSTRACT

M.Sc. Thesis

### DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF POPPY (*Papaver somniferum* L.) OILS OBTAINED BY COLD PRESS TECHNIQUE

Emine TÜRKA VCI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Harun DIRAMAN

In this study, the physicochemical properties of oils obtained by cold press method from poppy seeds having two different colors (white and blue) and local seeds in the local seed classification (TMO Code: 8151 ve 8152) grown in five different locations of Sandıklı District (Afyonkarahisar) were investigated. According to the findings of the research, moisture content, oil content (in DM %), ash content (in DM %) and protein content (in DM %) for poppy seeds were in the ranges (% 3,60-4,74 %), (37,18-43,32 %), (6,418-7,349 %) and (34,49-% 39,44 %). The oils were obtained by cold pressing method from blue and white poppy seeds at room temperature with a laboratory scale expeller-pressing machine (screw speed 27 rpm, exit die 10 mm for pellet, the inner temperature of the expeller-pressing machine  $40 \pm 5$  °C). The refractive indices, free fatty acid contents, peroxide numbers, induction time (Rancimat method) total carotenoids, chlorophylls, phenols, and antioxidant activity (DPPH) of poppy oils ranged between 1,4743-1,4758, 1,37-3,17 (oleic asit %), 1,33-3,55 (meq O<sub>2</sub>/kg), 1,93-3,47 (hours), 0,05- 1,50 (mg/kg oil), 0,2-0,83 (mg/kg oil), 16-7,89 mg GAE / 100 g oil and % 24,236-% 48,023, respectively. The colour-values (Lovibond method) were 0.0-4.55 R / 39 (only one sample)-70 Y for the all examined cold pres poppy oils, The most abundant fatty acid in poppy seed oils was linoleic acid (73,71-75,52 % and PUFA 74,18-76,05 %), essential fatty acid as known  $\omega -6$ , followed by oleic acid (12,84-14,34 % and MUFA 13,27-14,51 %), palmitic acid (% 8,80-9,32 and SFA 10,87 -11,42 %), and stearic acid (% 1,82-1,99). The changes of the parameters calculated based on

fatty acid data were the iodine value (IV) 148,11-150,10, oxidative Oxidative susceptibility (Ox Succ) 3378,53-3464,82, Theoretical Oxidative Stability Indice (TOSI) (Teorik Oksidatif Stabilite İndisi) 1,43 – 1,81 hours and Oxidizability (Cox) 7,84-8,02, respectively. The major TAG's changes of all oil samples were LLL (40,01-43,56 %) (trilinolein the most important dominant TAG component), PLL (19,06 – 20,14 %) , OLL (17,21-18,61 %) , PLO (8,41-10,19 %) and LOO (3,10-6,87 %) respectively. Changes of alphanaphthols having antioxidant properties were determined at the level of 101,04-43,52 (mg/kg oil). Considering all the physico-chemical properties examined, poppy oil is a food source with high nutritional value and has suitable features for use in the food industry.

**2021, xi + 69 pages**

**Keywords:** Poppyseed, Cold Pressing, Oil, Physico-chemical properties, fatty acid profile, Triacyl Glycerol.



## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Harun DIRAMAN' a, tez düzenleme aşamasında yönlendirmeler yapan Sayın Prof. Dr. Ümit Geçgel ve Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Akarca' ya, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER'e, Sayın Teslime EKİZ ÜNSAL' a, laboratuvar analizleri sürecinde desteğini ve bilgisini esirgemeyen Sayın Dr. Ayşegül TÜRKDAYDIR' a, tez yazım ve analizler sürecinde yardımcı olan Öğr. Gör. Dr. İlker ATİK'e özellikle yağ elde etme aşamasında ve analizlerde yardımcı olan Sayın İsmail KAÇAR ve Zerrin ÖZDEMİR' e, haşhaşların toplandığı köylerin ve coğrafi koordinatların haritalandırılması işleminde yardımcı olan Ziraat Yüksek Mühendisi Metin Aydoğdu (Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü- Ankara) her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca Bornova Zeytincilik Araştırma Merkezi Müdürlüğü (Gıda Teknolojisi Bölümü) persoleli Dr. Didar Sevim ve Şenay Yaman'a teşekkür ederim.

Araştırma başlangıcında haşhaş topladığım çiftçiler olan Süleyman ALTINKAYNAK, Mehmet BAYER, Hatice TOPBAŞ, Hasan AKINCI, Halil TOPÇU ve Sadettin ARSLANTÜRK'e teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her daim beni destekleyen ve yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Emine TÜRKAVCI  
Afyonkarahisar 2021

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
RESİMLER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	5
2.1 Haşhaş Bitkisi ve Haşhaş Yağı Üzerine Genel Bilgiler .....	5
2.2 Haşhaş Yağı Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	6
2.3 Soğuk Presleme ve Diğer Yöntemlerle Elde Edilen Bazı Bitkisel Yağlarda Yapılan Çalışmalar .....	13
3. MATERYAL ve METOT .....	18
3.1 Materyal .....	18
3.2 Metot .....	19
3.2.1 Mavi ve Beyaz Renkli Haşhaş Tohumlarından Yağların Elde Edilmesi ...	19
3.2.2 Mavi ve Beyaz Renkli Haşhaşlarda Yapılan Analizler .....	20
3.2.2.1 Nem Tayini .....	20
3.2.2.2 Ham Yağ Verimi Tayini veya Kurumaddede Yağ Miktarı Tayini ....	20
3.2.2.3 Toplam Protein Tayini .....	21
3.2.2.4 Kül Tayini .....	21
3.2.3 Haşhaş Tohumlarından Elde Edilen Soğuk Sıkım Yağ Örneklerinde Yapılan Analizler .....	21
3.2.3.1 Refraktif İndeks (Rİ) ve Renk Tayini .....	21
3.2.3.2 Serbest Yağ Asitliği Miktarı Tayini .....	22
3.2.3.3 Peroksit Sayısı Tayini .....	22
3.2.3.4 Haşhaş Yağlarında Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini .....	23
3.2.3.5 Haşhaş Yağlarında Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH Yöntemi) .....	24

3.2.3.6	Haşhaş Yağlarında Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarının Belirlenmesi.....	24
3.2.3.7	Haşhaş Yağlarında Oksidatif Stabilite (Ransimat Yöntemi ).....	25
3.2.3.8	Haşhaş Yağlarında Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi.....	25
3.2.3.9	Trigliserit (Triaçilgliserol) Profili Analizi.....	27
3.2.3.10	Alfa Tokoferol Analizi.....	27
3.2.3.11	İstatiksel Analizler.....	28
4.	BULGULAR.....	29
4.1	Haşhaş Tohumlarında Yapılan Nem, Yağ, Kül ve Protein Tayini Analizlerine İlişkin Sonuçlar.....	29
4.2	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Refraktif İndeks(RI), Serbest Yağ Asit Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS) ve Oksidatif Stabilite (İndüksiyon Periyodu [IP]) Bulguları.....	29
4.3	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Klorofil ve Toplam Karotenoid Analizlerine İlişkin Sonuçlar.....	30
4.4	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivite (AA-DPPH) Değerleri.....	30
4.5	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Lovibond Analiz Sonuçları.....	31
4.6	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Majör ve Minör Yağ Asidi Kompozisyonu Bulguları.....	31
4.7	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler.....	34
4.8	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Minör ve Majör Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular.....	35
4.9	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Triaçilgliserol Profiline Göre Hesaplanan Değerler.....	38
4.10	Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Alfatokoferol Analizine İlişkin Sonuçlar....	40
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ.....	41
5.1	Haşhaş Tohum ve Yağlarına İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	41
5.1.1	Haşhaş Tohumlarında Yapılan Nem, Yağ, Kül ve Protein Tayini Analizlerine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi.....	41

5.1.2 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Refraktif İndeks(RI), Serbest Yağ Asit Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS) ve Oksidatif Stabilitate (İndüksiyon Periyodu [IP]) Bulgularının Değerlendirilmesi.....	43
5.1.3 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Klorofil ve Toplam Karatenoid Analizlerine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi.....	47
5.1.4 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivite (AA-DPPH) Değerlerinin Değerlendirilmesi.....	48
5.1.5 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Lovibond Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	50
5.1.6 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Majör ve Minör Yağ Asidi Kompozisyonu Bulgularının Değerlendirilmesi .....	50
5.1.7 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler.....	54
5.1.8 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Minör ve Majör Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular.....	57
5.1.9 Soğuk Pres Haşhaş yağlarında Triaçilgliserol Profiline Göre Hesaplanan Değerler.....	58
5.1.10 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Tokoferol Analizine İlişkin Sonuçlar .	58
5.1.11 Soğuk Pres Yönteminin Haşhaş Yağları İçin Değerlendirilmesi.....	59
5.2 Sonuçlar .....	61
6. KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	69

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

---

Kg	Kilogram
G	Gram
mL	Mililitre
L	Litre
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
ω 3	Omega 3
ω 6	Omega 6
%	Yüzde
Σ	Toplam
dk	Dakika
°C	Santigrat Derece

### Kısaltmalar

---

AA	Antioksidan Aktivite
AOCS	Amerikan Yağ Kimyacıları Topluluğu
BM	Birleşmiş Milletler
BSYD	Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği
BKM	Bektaş köyünden alınan mavi haşhaş örneği
DPPH	1,1- diphenyl- 2- picrylhydrazyl
ECN	Eşdeğer karbon sayısı
GC	Gaz kromatografisi
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HPLC	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
IUPAC	Uluslar Arası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği
KGB	Kargın köyünden alınan beyaz haşhaş örneği
KM	Kuru madde
KZB	Kızık köyünden alınan beyaz haşhaş örneği
KZM	Kızık köyünden alınan mavi haşhaş örneği
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA	Doymuş Yağ Asitleri
SRB	Sorkun köyünden alınan beyaz haşhaş örneği
SRM	Sorkun köyünden alınan mavi haşhaş örneği
TAG	Triaçilgliserol
TED	Tespri edilemeyen düzey
TMO	Toprak Mahsülleri Ofisi
TGK	Türk Gıda Kodeksi
UFA	Doymamış Yağ Asitleri
UV	Ultraviyole Işın

---

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 1.1</b> Önde gelen haşhaş tohumu üreticisi ülkelerin 2017 yılı üretim miktarları. 1	
<b>Çizelge 2.1</b> Kanola ve Kolza yağlarının renk değerlerinin karşılaştırılması. .... 15	
<b>Çizelge 4.1</b> Sandıklı İlçesinin (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlarından toplanan haşhaş tohumlarına ait nem, yağ, kül ve protein miktarları (%). .... 29	
<b>Çizelge 4.2</b> Haşhaş yağlarına ait RI, SYA, peroksit değeri ve İndüksiyon Periyodu(IP) analiz sonuçları. .... 30	
<b>Çizelge 4.3</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait klorofil ve karetonoid sonuçları. .... 30	
<b>Çizelge 4.4</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait TFM ve AA (% DPPH) sonuçları. .... 31	
<b>Çizelge 4.5</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait Lovibond analiz sonuçları. .... 31	
<b>Çizelge 4.6</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağ örneklerine ait majör ve minör yağ asidi kompozisyonu dağılımı. .... 33	
<b>Çizelge 4.7</b> Haşhaş yağlarına ait yağ asitleri profiline göre hesaplanan değerlere ilişkin sonuçlar. .... 35	
<b>Çizelge 4.8</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait majör ve minör TAG bileşenleri ve bunlara ilişkin parametre bulguları. .... 37	
<b>Çizelge 4.9</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait TAG Bileşenlerine dayalı olarak hesaplanan parametre bulguları. .... 39	
<b>Çizelge 4.10</b> Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait alfa tokoferol sonuçları. .... 40	

## RESİMLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 3.1</b> Sorkun Köyünden alınan beyaz ve mavi haşhaş örneği. ....	18
<b>Resim 3.2</b> Haşhaş örneklerinin alındığı lokasyonlar ve coğrafi konumları. ....	19

## 1. GİRİŞ

Haşhaş, ülkemizde ve dünyada yüzyıllardır topraklarımızda ekilen bir bitki olup, ilaç sanayisinde kullanım olanakları ve besin değeri açısından önem arz etmektedir. Antik dönemden beri yetiştirildiği için de Türkiye tarımında haşhaşın özel bir yeri vardır. Haşhaş üretimi Birleşmiş Milletler (BM) denetiminde belirli ülkelere verilen yasal izinle gerçekleştirilir. Bu ülkeler Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya, Macaristan'dır. Bu ülkelerden Türkiye ve Hindistan geleneksel üretici, diğer ülkeler ise ticari üretici olarak kabul edilmektedir. Ülkemize verilen haşhaş ekim alanı limiti 700.000 dekar alandır. Türkiye en fazla haşhaş hasadı yapılan ikinci ülkedir. 2018 yılında bu alan 45.123 ha olup 26.991 ton haşhaş tohumu üretilmiştir (FAOSTAT 2020).

**Çizelge 1.1** Önde gelen haşhaş tohumu üreticisi ülkelerin 2017 yılı üretim miktarları.

Ülke	Üretim (ton)
Çekya	20.048
Türkiye	15.244
İspanya	11.900
Fransa	5204
Almanya	3104
Macaristan	3000
Hırvatistan	2681
Slovakya	1958
Romanya	1849
Avusturya	1799

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nden (2019) kabul edilmiştir. FAOSTAT

Çizelge 1.1 incelendiğinde Türkiye' de haşhaş üretimi dünyadaki haşhaş üretiminin büyük kısmını kapsamaktadır. Haşhaşın ekonomik değeri ve sağlık açısından önemi göz önüne alındığında ülkemize ekonomik ve tıbbi olarak büyük katkı sağlayabilecek bir ürün olduğu görülmektedir.

Haşhaş bitkisi neolitik çağlardan beri bilinmekte ve özellikle de Akdeniz havzası civarında yaygın yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül, 2020 b). Haşhaş bitkisinin Türkiye'de ve birçok ülkede asırlardır yetiştirildiği bilinmektedir. Milattan önce 3000 yıllarında Sümerlerin kullandıkları dillerde afyona ait bazı kelimelere rastlanmıştır. Binlerce kültür bitkisinin gen kaynağı olan Türkiye'de haşhaş



bitkisi özel bir öneme sahiptir. Haşhaş üretiminin antik çağlardan beri Afyonkarahisar İlinde yaygın bir şekilde yapıldığı bilinmektedir. Bununla ilgili olarak en sağlam arkeolojik kanıt Afyon Şehir Müzesinde “Synnada” (Şuhut İlçesi) antik kentinde basılmış ve Roma dönemine ait bir bronz sikkedir. Bu Roma dönemine ait antik metal parada şehir isiminin yanında bugün bile yörede yaygın yetiştiriciliği yapılan haşhaş kapsülü resmi de bulunmaktadır (İnt. Kyn. 1).

Haşhaş bitkisi, kapsül ve tohumlar olarak iki önemli ürüne sahiptir. Haşhaş tohumları farklı renklere sahiptir. Bu tohum renklerinden iç ve dış piyasada en çok beyaz ve mavi renkli tohumlar ticarete konu olmaktadır. Türkiye’de üretilen haşhaş tohumu üreticiler tarafından serbest piyasa koşullarında yıllara göre değişmekle birlikte yıllık ortalama 20 bin tonu -- özellikle bunun büyük bir kısmı Hindistana beyaz tohumlu olanları ve diğerleri AB ülkelerine-ihraç edilmektedir. Ancak yapılan araştırmalara göre yıllık 40 bin ton ihracat potansiyelinin olduğu ifade edilmektedir. Haşhaş tohum rengi birden fazla olduğundan ithalat ve ihracatta ülkelerin talep ettikleri tohum rengi değişmektedir. İhraç edilen mavi ve beyaz haşhaş tohumları ise kozmetik sanayi ve pastacılıkta kullanılmaktadır. Haşhaş tohumları yağı işlenmeden de kullanılmaktadır. Tohumların kavrulup ezilmesiyle elde edilen ezme (sürtülmüş haşhaş) büyük şehirlerin marketlerinde rastlanır olmuştur. Tohumlar tabii haliyle çörek, ekme ve lokum çeşitlerinin süslenmesinde ülkemizde olduğu gibi Avrupa ve Amerika’da da kullanılmaktadır (Özgen vd. 2017, Anonim 2019 a).

Haşhaş tohumu (*Papaver somniferum spp. L*) tohumu % 40-55 oranında yağ, % 18-27 protein, %5-9 oranında kül içermektedir (Arslan, 2009; İpek ve Aslan 2012). Ülkemiz tarımında en önemli problemlerden birisi de ham yağ ve yağlı tohum üretiminin yetersiz seviyede olmasıdır. Bitkisel yağ yetersizliği yüzünden her yıl önemli miktarlarda yağlı tohum ve ham yağ ithalatı yapılmaktadır. Bu durum ülke ekonomisi için döviz kaybına neden olmakla birlikte, ülkemizi yağlı tohum ve ham yağ yönünden dışa bağımlı hale getirmektedir. Türkiye’de ekonomik olarak önem taşıyan farklı yağlı tohum bitkisinin (ayçiçeği, çığıt, susam, soya fasulyesi, kolza) tarımı yapılmaktadır. Bunların yanında yöresel anlamda önem taşıyan bir yan ürün olarak haşhaş, keten, kenevir ve son yıllarda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından üretimi teşvik edilen aspir de bulunmaktadır

(BYSD 2015, Kolsarıcı vd. 2015). Bütün bu hususlar dikkate alındığında haşhaş tohumu yağının ülke yağ açığının kapatılmasında yöresel bir kaynak olmasının yanında sahip olduğu dikkate değer üstün yemeklik beslenme niteliklerinden dolayı ele alınmasının ülke yağ ekonomisine ekonomik katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tüketicilerin güvenli gıda arzusu nedeniyle içerisinde solvent kullanılmadan sadece mekanik ekstraksiyon ile üretilmiş, rafine edilmemiş soğuk preslenmiş bitkisel yağlara dünya çapında ilgi günden güne artmaya başlamıştır Soğuk presleme tekniği, oldukça düşük sıcaklık derecelerinde ( $40^{\circ}\text{C}$ <) hidrolik veya vidalı presler kullanılarak yağlı tohumlara basınç uygulama suretiyle yağ elde edilen bir yöntemdir. Soğuk presleme yönteminde geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinde olduğu gibi önemli kalite özelliklerinden birisi olan ve bitkisel yağın gıda özelliklerini (biyoaktif bileşenleri) bozan ya da azaltan herhangi bir ısı ve çözügen ekstraksiyonu içeren bir kimyasal işlem uygulanmamaktadır. Yöntemin uygulanması basit ve kolaydır. Enerji kullanımı düşüktür. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında soğuk presleme yönteminde standart kalitede ürün elde edilmesi ve elde edilen yağ miktarının az olmasına rağmen; bu tür yağlar biyoaktif bileşenler (fenolik bileşenler ve tokoferol gibi) açısından son derece zengindirler (Teh ve Birch 2013, Gecgel vd. 2016).

2017 yılı TÜİK verilerine göre Afyonkarahisar ili Türkiye haşhaş üretiminde 1.sırada yer almıştır. Afyonkarahisar ili Sandıklı ilçesinde en çok beyaz ve mavi haşhaş çeşitleri yetiştirilmektedir. Bu çalışmada Sandıklı ilçesinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen geleneksel kökenli mavi ve beyaz haşhaş tohumları (% nem, % yağ verimi, % protein ve % kül) ve bunlara ait vidalı soğuk pres tekniği ile üretilmiş yağlarının bazı fizikokimyasal karakteristikleri (refraktif indeks, renk analizi [lovibond], % serbest yağ asitlik miktarı [SYA], peroksit sayısı [PS], toplam fenolik madde miktarı, toplam klorofil ve karoten miktarları, antioksidan aktiviteleri [DPPH], oksidatif stabilite-ransimat değeri[indüksiyon periyodu]-, yağ asidi [FAME] ve Triaçil gliserol [TAG] profili ve bunlara bağlı hesap ile belirlenen bazı parametreler, alf – tokoferol miktarı) incelenmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü Gıda Kodeksi Hazırlama Komitesi (UN/FAO – CAC) Standartlarında ve Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar tebliğinde haşhaş yağının yer almadığı görülmüştür. Yapılacak bu çalışma ile

Afyonkarahisar'ın sembol bitkisinin ekonomik anlamda değerli yan ürünü olduğu bilinen, antik çağlardan beri insanoğlunun önemli bitkisel yağ kaynaklarından biri olduğu bilinen doğal ve rafineasyona maruz bırakılmadan tüketilebilen bir yağ olan haşhaş yağının kalite özelliklerine ilişkin adına doğru sağlam veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu verilerin FAO-CAC (Geleneksel – Yerel Yağları İçeren) Yağ Kodeks komisyonunda ve ülkemize ait (Türk Gıda Kodeksi Bitkisel Yağlar Tebliği içinde de) adına doğru sağlanacak sonuçları uluslararası kodekste kullanılmak üzere yağ sektörüne sunmakta hedeflenmiştir. Haşhaş yağının fizikokimyasal özelliklerinin ortaya konulması muhtemel yağlara ilişkin muhtemel hile ve tağşişlerin de tespiti konusunda sektör için faydalı bilgiler sağlayacağı kuşkusuzdur. Haşhaş yağının diğer yemeklik bitkisel yağlara (ülkemizde günlük diyetle sıklıkla yer alan ayçiçeği yağı, mısır yağı, vd.) göre değişen özelliklerinin karşılaştırılması da literatür ve resmi normlara göre yapılmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 Haşhaş Bitkisi ve Haşhaş Yağı Üzerine Genel Bilgiler

Haşhaş kışlık olarak Ekim ayında, yazlık olarak ise Mart sonunda ekilmektedir. Orta derecede ağır, organik maddece zengin toprak haşhaş için daha uygundur, toprak tavında ise bitki çıkışı 8-10 günde gerçekleşir. Haşhaş toprağı yormaz, yarı nadas yerine geçer. Tarlayı erken terk ettiği için yerine hububat ekilebilir. Haşhaşın su tüketimi kışlıklarda 752 mm, yazlıklarda 425 mm olarak ölçülmüştür. Tohumlar çimlenme kabiliyetini 3 yıl koruduğı için, ekilen tohumların tek renk (karışmamış) olmasına dikkat edilmelidir. En önemli ve yaygın hastalığı haşhaş mildiyosu olup, önlemek için hastalıklı tarladan tohum alınmamalıdır. Çimlenme döneminde soğuktan (- 5 °C) büyük zarar görür. Papaver cinsi içeriğinde bulunan alkaloidler açısından büyük önem taşımaktadır. Üretimi yapılan tüketilebilen ve ilaç sanayinde kullanılabilen haşhaşın taksonomi bilimine göre sınıflandırılması şu şekildedir:

Takım: Rhodales

Familya: Papaveraceae

Cinsi: Papaver

Tür: Papaver somniferum

Günümüzde büyük bir alanda üretimi yapılmaktadır. Haşhaş bitkisi için anavatan olarak değerlendirilen yer Doğu Akdeniz'dir. Papaveraceae familyasına ait 28 cins ve 250 kadar tür bulunmaktadır. Türkiye'de ise bu familyaya ait 7 cins bulunmaktadır. Haşhaş'ın birçok kullanım alanı vardır. Kabuğunda bulunan alkaloidlerden (Morfin, Tebain, Kodein vs.) ilaç sanayisinde, tohumundan yağ çıkarma işleminde (%44-54), ezmesinden sofralık tüketimde ve küspesinden hayvan yemi olarak yararlanılmaktadır. Haşhaş küspesi %36 ham protein, %12 oranında ham yağ içermektedir. Haşhaş bitkisi hekimlikte kullanımı bakımından ikamesi olmayan bir üründür. Afyon alkaloidleri acı dindirici, uyuşturucu, kan durdurucu (pıhtılaştırıcı) gibi özelliklere sahiptir (Anonim 2019 a).

Haşhaş yağının kalite özellikleri ve besleyici değeri lipit içeriği ve çoklu doymamış yağ asitlerine bağlıdır. Sofralık yağın % 50' si haşhaş yağından elde edilmektedir. Ayrıca haşhaş yağı, diyet ürünler üretiminde ayçiçeği yağına alternatif olarak haşhaş yağı kullanılmaktadır. Yağlı tohumlar yalnızca yağ içeriği açısından değil, yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe içerisinde protein, karbonhidrat ve fenolik bileşikler içermektedir. Bu sebeple yem sanayisinde kullanmak için değerli bir hammaddedir (Abudak 2014).

## 2.2 Haşhaş Yağı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Haşhaş tohumu yağının fiziksel, fizikokimyasal ve kimyasal özellikleri üzerine yurt içi ve yurt dışı literatürde bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak yapılmış bazı çalışmalar kronolojik olarak kısaca aşağıda verilmiştir.

Wagner vd. (2003) haşhaş tohumu örneğinde analitik değerleri yağ asitleri için % 11,6 palmitik; % 1,4 stearik; %13,6 (oleik asit  $\omega -9 + \omega 7$ ); % 72,6 linoleik ve % 0,8 linolenik % 13 SFA, %13,6 MUFA ve % 73,4 PUFA ile 5,6 PUFA/SFA olarak belirlenmiştir. Diğer veriler ise alfa tokoferol 2,1 mg /100g, iyot sayısı 130 ve asit değeri 3,2 olmuştur. Bu çalışmada araştırmacılar haşhaş tohumlarındaki zedelenmenin yağın oksidatif stabilitesi üzerine etkisini de araştırmışlardır. Özellikle % 10 – 50 arasındaki hasarlanmanın yüksek düzeyde PUFA içermesinden dolayı haşhaş yağların oksidatif stabilitesini (asitlik sayısı, anisidin değeri vs) azaltan/ düşüren şekilde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Afyon ilinden alınmış üç farklı tipteki (sarı, mavi ve beyaz) haşhaş tohumunun bazı fiziksel, kimyasal özellikleri Azcan vd. (2004) tarafından ele alınmıştır. Örneklerin nem içeriği % 6,4 bulunmuş olup, toplam protein miktarı % 21,8 (sarı), 21,9 (Beyaz) ve % 22,7 (mavi) , kül miktarı % 5,7 (sarı) olarak tespit edilmiştir. Protein içerikleri renge bağlı olarak küçük bir varyasyon göstermekte olup, mavi tohumlu haşhaşlarda daha fazla protein (% 22,7) tespit edilmiştir. Çözgen ekstraksiyonu ile yağ verimleri sarı, beyaz ve mavi haşhaş tohumları için sırasıyla 49,2 %, 36,8 % ve 33,6 % olarak bulunmuştur. Renge bağlı olarak haşhaş tohumlarının yağ oranlarında belirgin fark

görülmüş olup, sarı tohumlularda yağ miktarı, beyaz ve mavi renkli tohumlara oranla belirgin derecede yüksektir. Mavi tohumlularda en düşük yağ oranı gözlenmiştir. Yağ oranı yüksek olan sarı tohumlara ayrıca presyon da uygulanarak % 32,3 oranında yağ elde edilmiştir. Pres ile yağı alınmış sarı haşhaş kekinde solvent ile elde edilmiş yağ miktarı % 17,6 olmuştur. Afyon ilinde en çok ekiminin yapıldığı bildirilen sarı haşhaş tohumu yağlarında refraktif indeks 1,4709, iyot sayısı 139,6 ve peroksit sayısı 39 meqO<sub>2</sub>/ kg yağ olarak tespit edilmiştir. Tüm tohum örneği yağlarda yağ asidi değişimi (GC-MS) palmitik % 10-13, stearik % 2.50-3.20, oleik % 16,1-24,7, linoleik % 56.40-69,2, linolenik % 0,4-0,6 olarak belirlenmiştir. En yüksek majör yağ asidi olan linoleik asit miktarı beyaz haşhaş (% 69,2) örneğinde belirlenmiş olup bunun sarı ve mavi (% 56,4) izlemiştir. Beyaz tohumlulardan elde edilen haşhaş yağında, doymamış yağ asitleri (UFA) oranı (% 85,9) en yüksektir (Azcan vd. 2004).

Krist vd. (2005), farklı renkli haşhaş tohumlarının (gri, beyaz ve mavi) soğuk preslenmiş yağlarının, majör yağ asitleri olarak linoleik, oleik ve palmitik asitlerden oluşan tek tip TAG birimleri içerdiğini bildirmektedir. Araştırmacılar tarafından soğuk preslenmiş haşhaş tohumu yağlarında majör ve minör TAG profili olarak LLL (% 19,1–% 24,6), LLP (% 16,3–% 18,0), OLL (% 13,2–% 13,3), OOL (% 7,3–% 9,0), OLP (% 7,2–% 9,2), SOL (% 1,8 2,6 %), OOP (% 1,0 -% 2,1), LLnP (% 0,8), LLLn (% 0,6 -% 0,8), LnLnLn (% 0,3 -% 0,9), SOO (% 0,4 -% 0,5) ve POL (% 0,3 -% 0,4) tespit edilmiştir (Krist vd. 2005).

Özcan ve Atalay (2006) yapılan çalışmada, Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohuma ait yapılan fiziksel/ kimyasal analizlerde 1000 tane ağırlığı 0,29-0,429 g, nem % 3,39-4,76, ham protein % 11,94-13,58 ve ham kül % 4,92-6,25 arasında değişim göstermiştir. Ayrıca, haşhaş tohumu çeşitlerinde P, K, Ca, Mg, Na ve Fe içeriklerinin yüksek; Cd, Cr, Ni ve Pb içeriklerinin çok düşük oranda yer almaktadır. Potasyum içeriği tüm çeşitlerde yüksek oranda ve 6012,44 ppm-10535,73 ppm aralığında, Ca 8756,9 ppm-10702,44 ppm ve Mg 3406,7 ppm-3872,14 ppm aralığında değişmektedir. Yağ örneklerinin serbest yağ asidi miktarı % 1,015- % 3,194 ve iyot sayısı değeri 122-129,5 ve refraktif indeks ise 1,4772 – 1,4773 olmuştur. Örneklerin majör yağ asidi değişimi % 12,85-18,70 palmitik, % 2,40- 4,30 stearik, % 13,11-24,13 oleik, % 52.60-

71.50 linoleik ve % 0,16-0,50% linolenik asit olmuştur. Linoleik asit tüm haşhaş örnekleri için hakim PUFA olarak belirlenmiştir. Alfa tokoferol miktarı değişimi de 26,75 ppm – 37,23 ppm olmuştur. Haşhaş tohumu ve yağı sağlığa yararlı besleyici bileşenleri içermektedir. Linoleik asit bütün çeşitlerde hakim yağ asidi olarak belirlenmiştir. Haşhaş tohumları % 50'ye varabilen oranlarda yağ içerirler. Ham haşhaş yağı sarı, berrak, kaygan his veren, tüketilebilir hoş bir tada sahiptir.

Doğu Anadolu haşhaşı (*P.breotateum*) tohumların yağ asidi profili Şen vd. (2008) tarafından incelenmiş olup yapılan kapiler kolonlu gaz kromatografik analizlerle ilgili türün haşhaş yağında palmitik (%8,38) stearik (% 2,31), %10,02 oleik ( $\omega$  9), % 78,38 linoleik ve % 0,43 linolenik asit bulunduğu ve Doğu Anadolu haşhaşı yağının fiziksel yapısının iyot sayısının 135' in ve linoleik asit oranının % 65' in üzerinde olması nedeniyle kuruyan yağlar sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırmacılar Doğu Anadolu haşhaşı yağının yağ asitleri kompozisyonu ve iyot sayısı değerleri dikkate alındığında doğrudan kızartmalık ve yemeklik yağ olarak kullanmak yerine salata ve soslarda taze olarak veya çok fazla bekletilmeden tüketilebilecek küçük ambalajlarda kullanılmasının daha uygun olacağı da ifade edilmiştir (Şen vd. 2008).

Afyon ilinden toplanmış 8 haşhaş tohumu yağının majör yağ asidi değişimi % 68.76 – 73.92 linoleik, % 14,13 – 19,28 ve % 7,68 – 9,28 palmitik ,  $\alpha$ -tokoferol miktarlarının ise 21,99 – 45,83 mg kg-1 Aralığında değiştiği ve ortalama  $\alpha$ -tokoferol miktarının 33,03 mg kg-1 olduğu rapor edilmiştir Araştırmacılar haşhaş tohumu yağının yemeklik yağ olarak yüksek bir potansiyele sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Erinç vd. 2009).

Hlinková vd. (2012)'nin farklı yıllara ait ve farklı çeşitteki haşhaş tohumu yağı üzerine yaptığı araştırmada, toplam yağ içeriği %40,8 ile %50,1 arasında bulunmuştur. Haşhaş yağında ana yağ asitleri palmitik (C16:0), oleik (C18:1) ve linoleik (C18:2) asittir. Az miktarda tespit edilenler ise stearik asit (C18:0) ve  $\alpha$ -linolenik (C18:3) asittir. En fazla bulunan yağ asidi linoleik asit (C18:2)'tir. Palmitoleik asit (C16:1), miristik asit (C14:0),araşidik asit (C20:0) ve gadoleik asit (C20:1) iz miktarda (< %0,1) tespit edilen yağ asitleridir. Bu çalışmada farklı haşhaş tohumu çeşidine ait yağların linoleik asitçe zengin olduğu (ortalama % 65) tespit edilmiştir. Diğer ana yağ asitleri oleik ve palmitik

asittir. Az miktarda tespit edilen diğer yağ asitlerinin ise  $\alpha$ -linolenik, palmitoleik ve stearik asit olduğu tespit edilmiştir. Araşidik ve gadoleik asit seviyesi iz miktarda (< %0,1) bulunmuştur (Hlinková vd. 2012).

Cengiz vd. (2012), farklı renkte haşhaş tohumlarının (mavi, kahverengi ve beyaz) fizikokimyasal özellikleri (yağ içeriği, protein, nem, refraktif indeks değerleri) ve yağ asidi bileşimini incelenmiştir. Tohumların renk koordinatları ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri) bir kronometre ile ölçülmüştür. Tohumların yağ asidi bileşimi Gaz Kromatografi (GK) yardımıyla belirlenmiştir. Tohumlar arasında yağ (% 44.29 – 51.74) ve protein düzeyleri (% 24,83 – 26,64) açısından farklılık belirlenmemiştir. Buna karşın, tohumların nem (%5,33 – 5,91) ve ekstrakte edilen yağların refraktif indeks değerleri (1,4716 – 1,4722) istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Tohumlarda temel yağ asidi bileşenleri linoleik asit (71,25–72,16 g 100 g<sup>-1</sup>), oleik asit (14,29–16,08 g 100 g<sup>-1</sup>) ve palmitik asit (9,93–10,65 g 100 g<sup>-1</sup>) olarak belirlenmiştir. Renk değerlerine bağlı olarak tohumların linoleik ve oleik asit içerikleri önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir ( $P<0,01$ ). En yüksek ve en düşük linoleik asit sırasıyla kahve renkli ve mavi tohumunda bulunmuştur.

Üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş tohumu çeşidinin bazı genel fiziksel (% nem, % yağ içeriği, % kül, 1000 tane ağırlığı, renk analizi) ve bu tohumlara ait yağlarda kimyasal niteliklerin (toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, E vitamini ( $\alpha$ -tokoferol) ve renk değerleri, yağ asidi kompozisyonu ve iyot sayısı) tespit etmeye yönelik bir çalışma Abudak (2014) tarafından yapılmıştır. Haşhaş tohumlarında % nem içeriği değişiminin 4,21 – % 5,23, % yağ miktarının 40,35 –49,93 ve kuru maddede kül (%) miktarının da 6,528-% 7,229 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Haşhaş tohumuna ait bin tane ağırlığının 0,341- 0,404 arasında değiştiği bulunmuştur. Haşhaş tohumlarında ise  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırasıyla 27,92–70,46 ; 0,91-8,65 (kırmızı); -0,01 – 27,25 (Ofis 95) (sarı) aralığında değişmiştir. Haşhaş tohumu yağlarının hâkim yağ asitleri; linoleik asit (% 65,52 -% 74,97), oleik asit (% 13,26-% 21,43) ve palmitik asit (% 8,65-% 10,06) olarak belirlenmiştir. Haşhaş tohumu yağlarının toplam fenolik madde miktarlarının 2,617–2,916 (GAE mg/mL), antioksidan aktivite değerlerinin (DPPH) %



56,50-% 87,30 arasında ve E vitamini ( $\alpha$ -tokoferol) içeriğinin 29,4-54,0 (mg/kg yağ) aralığında olduğu tespit edilmiştir. Haşhaş tohumu yağlarının renk analizlerinde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri sırasıyla 62,57–67,03 (parlak); (-1,34) -3,24 (yeşil); 5,51–17,89 (sarı) aralığında değişim göstermiştir. Sarı renkli haşhaş tohumu yağlarında linoleik ve stearik asit, gri renkli haşhaş tohumu yağlarında ise oleik ve palmitik asit oranları daha yüksek bulunmuştur. Sarı renkli haşhaş tohumu yağlarında % yağ oranı ve toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$  PUFA) içeriğinin, beyaz renkli haşhaş tohum yağlarında ise toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitenin diğer renkteki haşhaş tohumu yağlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Haşhaş yağının kalite özellikleri ve besleyici değeri lipit içeriği ve çoklu doymamış yağ asitlerine bağlıdır. Sofralık yağın % 50' si haşhaş yağından elde edilmektedir. Ayrıca haşhaş yağı, diyet ürünler üretiminde ayçiçeği yağına alternatif olarak haşhaş yağı kullanılmaktadır. Yağlı tohumlar yalnızca yağ içeriği açısından değil, yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe içerisinde protein, karbonhidrat ve fenolik bileşikler içermektedir. Bu sebeple yem sanayisinde kullanmak için değerli bir hammaddedir (Abudak 2014).

Dündar Emir (2014) yapılan çalışmada; ülkemizde yaygın olarak ekimi yapılan, tescilli ofis 3, ofis 4 ve ofis 8 çeşitlerine ait haşhaş tohumlarının vidalı soğuk pres yağlarının çeşitli fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Farklı ön hazırlık işlemleri (kontrol, kavurma, enzim muamelesi) uygulanmasının ardından, soğuk pres yöntemi uygulanarak % 21-38 ortalama verim ile yağ ve küspe örnekleri elde edilmiştir. Soğuk sıkım ile üretilen 9 farklı haşhaş yağ örneğinin kırılma indisi (1,474-476) ve renk ( $L$  [52,08–54,69] ,  $a^*$  [0,09–3,31] ve  $b^*$  [1,75–4,87]) gibi fiziksel özellikleri analiz edilmiştir. Yağlarda yapılan kimyasal analizler ise; serbest asitlik miktarı (% 1,3-6,9 oleik asit) , peroksit sayısı (0,68 – 2,98 meq O<sub>2</sub>/kg) , iyot sayısı (133-141), toplam fenol içeriği (1.01-7.59 mg GA/ 100g), antioksidan kapasitesi (TEAC değeri olarak 20,26 – 43,90), alfa tokoferol (1,32–3,35 mg/100 g). Benzer şekilde örneklerde ana yağ asitleri olarak; palmitik (% 8,71–9,46 ) , stearik (% 2,21–2,57), oleik (% 13,61–14,73), linoleik (% 73,07–74,65) ve gama-linolenik(% 0,47 – 0,58) asit belirlenmiştir. Yağ asidi profili üzerine çeşit etkili bulunmuştur. Yağ asidi içerikleri linoleik> oleik> palmitik> stearik> gama-linolenik şeklinde sıralanmakta olup, haşhaş çeşitleri, bu yağ asitlerini hemen hemen aynı oranlarda içermektedir. Tohumlara uygulanan muamelelerin yağ asitlerinin

oranlarında önemli bir değişime neden olmadığı da ifade edilmektedir. GC/MS ile yağlarda toplam 87 adet uçucu bileşen belirlenmiş ve panel testi ile duyuşal tanımlamalar yapılmıştır.

Maden ve Yalçın (2017) tarafından, üç farklı haşhaş tohumu yağının (beyaz haşhaş [TMO1], sarı haşhaş [TMO2] ve gri haşhaş [Afyon-95]) serbest yağ asitlik miktarı (%), peroksit değeri (meq O<sub>2</sub>/kg), iyot sayısı ve L\*, a\*, b\* renk değeri üzerine 15-20 °C'de çeşitli sürelerde (0, 7, 15, 30, 45, 60 gün) depolamanın etkisi araştırılmıştır. Bu çeşitlerdeki yağ oranı sırasıyla %53,85, %49,85 ve %49,17 olarak bildirilmiştir. Çalışmada 3 farklı haşhaş yağının 15-20 °C'de uzun süre stabil olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada, depolama süresi arttıkça, beyaz ve gri haşhaş yağlarının L\* ve b\* renk değeri arttığı, a\* renk değeri azaldığı, sarı haşhaş yağının ise L\* ve a\* renk değeri arttığı, b\* renk değeri azaldığı belirlenmiştir (Maden ve Yalçın, 2017).

Abudak ve Kara (2017), 6 farklı haşhaş tohumu çeşidinin (Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) yağ asidi kompozisyonunu, antioksidan aktivitesini, toplam fenolik madde miktarını ve  $\alpha$ -tokoferol içeriğini araştırmıştır. Haşhaş tohumu yağlarında baskın yağ asitleri linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olarak belirlenmiştir. Bu örneklerin toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve  $\alpha$ -tokoferol miktarı, sırasıyla 2,617-2,916 mg GAE/ml yağ, %56,50-%87,30 ve 29,4-54,0 mg/kg yağ olarak bulunmuştur.

Beş farklı Türkiye menşeyli haşhaş tohumuna ait soğukta expeller ile preslenmiş doğal yağların bazı fizikokimyasal özellikleri Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020 a) tarafından incelenmiştir. Analitik değerler olarak yağ örneklerinde değişim Refraktif indisi 1,4758 – 1,4765, renk analizi (lovibond) kırmızı 1-3, sarı 3,90–36,90 ve mavi 0 - 2,90, SYA % 1,02–2,90, İyot sayısı 139–145, PS 1,99–5,96 meq O<sub>2</sub>/ kg yağ, klorofil miktarı 0,03–9,04 mg/kg, karotenoid miktarı 0,08 – 0,24 mg/kg, K<sub>232</sub> 0,12 – 0,41, Toplam fenol miktarı 3,41–8,57 mg/100g yağ ve DPPH (mM TE 100 g yağ) 5,60 – 7.3 arasında belirlenmiştir. Majör yağ asidi değişimi olarak yağ örnekleri linoleik asit (% 69,85-74,02), ardından oleik asit (% 13,98-16,99) ve palmitik asit (% 8,51-9,75)

içermiştir. Dengeli beslenme ve kardiovasküler sağlığın iyileştirilmesi için 0,40'ın üzerinde PUFA/SFA oranı önerilmektedir. Bu çalışmada kullanılan haşhaş tohumu yağlarının tümü oldukça yüksek PUFA/SFA oranlarına sahiptir. Ayrıca sonuçlara göre, linoleik asitten iki kat daha hızlı oksitlenen ve çok güçlü istenmeyen tatlara sahip kısa zincirli aldehitler oluşturan çok az miktarda linolenik asit (% 0,40-0,55) içerir (Aksoylu Özbek ve Günc Ergönül 2020 a).

Yücel Şengün vd. (2020) mavi (MHTY) ve beyaz haşhaş (BHTY) tohum yağlarında yağ asidi kompozisyonu, biyoaktif ve antimikrobiyal etkileri araştırmışlardır. MHTY ve BHTY' larında sırasıyla %69,2 ve 73,2 linoleik asit, %17,4 ve 13,5 oleik asit, %8,9 ve 8,8 palmitik asit, %2,3 stearik asit ve %1,1 ve 1,0 elaidik asit belirlenmiştir. MHTY'da bulunan toplam fenolik madde miktarı  $659,5 \pm 2,12$  mg GAE/kg iken beyaz BHTY'da bu değer  $275,5 \pm 2,12$  mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir DPPH ve ABTS+ yöntemlerine göre incelenmiş ve MHTY'ında antioksidan aktivite değeri her iki yonteme göre sırasıyla  $\%40,35 \pm 0,14$  ve  $\%41,09 \pm 0,58$ , BHTY'ında ise bu değer sırasıyla  $\%40,86 \pm 1,25$  ve  $\%41,95 \pm 1,46$  olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada haşhaş tohumu sabit yağlarının biyoaktif bileşenler açısından zengin kaynaklar olduğunu ve dolayısıyla antimikrobiyal ve antioksidan aktivite açısından önemli potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Dabrowski vd. (2020) tarafından yapılan haşhaş tohumu lipit ekstraksiyon yönteminin analiz edilmesi araştırmasında tokoferoller 122- 133 mg/ kg düzeyinde belirlemişlerdir. Test edilen kalite indeksleri arasında asit değeri ve indüksiyon süresi en çok ekstraksiyon yönteminden etkilenmiştir. Majör yağ asidi, yaklaşık % 71' lik bir payla linoleik asit olarak bulunmuş olup, bunu yaklaşık % 16 oleik asit ve yaklaşık % 10 palmitik asit eşlik etmektedir. Buna ek olarak, stearik ve linolenik asitler küçük bir paya sahiptir. Asit Sayısı değerini ise 2,40-6,93 mg KOH/ g olarak belirlediler. İndüksiyon süresinin ise 3,51-7,92 saat aralığında olduğunu belirttiler.

### 2.3 Soğuk Presleme ve Diğer Yöntemlerle Elde Edilen Bazı Bitkisel Yağlarda Yapılan Çalışmalar

Natürel zeytinyağlarına % 1–5 arasında farklı bitkisel yağlar ile yapılabilecek muhtemel taşıyıcı/ hileleri tespit etmek için yağ asidi ve TAG profili ve bunlara ilişkin bazı parametrelerin kullanılabilirliği konusu Christopoulou vd. (2005) tarafından detaylı olarak ele alınmıştır. Taşıyıcı ve hile işlemlerinde kullanılan bitkisel yağlar (tohum yağları) ayçiçeği, soya fasulyesi, pamuk tohumu, mısır yağı, kolza tohumu, aspir, kanola, hardal, susam, yer fıstığı ve meyve yağları) fındık, badem ve ceviz olarak yer almıştır. Yağ asidi profilinde linoleik asit ve TAG profilinde LLL, ECN 42-46 arası fraksiyonlar ve parametreler olarak LLL/ECN42 \*100, ECN46/LLL, ECN44 + ECN 46/LLL kullanılmıştır. Dikkat çekici bir yüksek düzeyde (% 44,2) LLL, (% 45,2) ECN42 içeren aspir yağı ile muhtemel taşıyıcı yağ asidi profilindeki değişimler ile değil, TAG profili/ parametreleri yardımıyla kolayca tespit edilmiştir (Christopoulou vd. 2005).

Dıraman (2007) tarafından yapılan bir çalışmada toplam 16 adet çeşitli bitkisel tohum yağ örneği (doğal susam, doğal çam fıstığı, rafine aspir, ham fındık, doğal keten tohumu, rafine ve ham kolza, rafine ve doğal haşhaş ticari üzüm çekirdeği, doğal özellikte olan kaysı çekirdeği, yerfıstığı ve kabak çekirdeği) yağ asitleri bakımından incelenmiştir. Yapılan kapiler kromatografik analizlerle haşhaş yağında palmitik ( % 9-15 10,95), stearik (%2,33-2,38), % 15,05–15,27-oleik (w9), %70,81–70,92 linoleik ve % 0,48-0,55 Linolenik asitten oluştuğu ve ayrıca çam fıstığı, aspir ve üzüm çekirdeği yağlarının da yüksek düzeyde linoleik asit veya PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) ihtiva ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, keten yağı ise çok yüksek miktarda (% 57,51) linolenik asit ile karakterize olmuştur. Susam ve kabak çekirdeği yağları oleik ve linoleik asit bakımından benzer bulunmuştur. Kolza yağında erüik asit ve yer fıstığı yağında ise yüksek düzeyde araşidik asit belirlenmiştir (Dıraman 2007).

Haşhaşı da içine alan bazı yağlı tohumlar ile birlikte tahıl ve baklagil tohumlarının tokoferol ve yağ asidi içeriği Ryn vd. (2007) tarafından ele alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre alfa tokoferol (mg/100g) için: haşhaş tohumu 0,9; keten 0,1,kabak

çekirdeği 0,9 ve susamda ise iz düzey belirlenmiştir. Yağ asidi içeriği ise haşhaş örneğinde majör yağ asidi profili olarak: % 12,20 palmitik; % 2,30 stearik, % 22,19 oleik, % 59,87 linoleik ve 1,30 linolenik (SFA% 13,7, MUFA % 22,9 ve PUFA %61.12). Susam yağının oleik ve linoleik asit düzeyi 1:1 olarak dengeli bulunmuş, keten tohumunda ise majör yağ asidinin 18:3 olduğu görülmüştür (Ryn vd. 2007).

Tuberoso vd. (2007) kabak çekirdeği yağının soğuk pres bitkisel yağların (ayçiçek, zeytin, üzüm çekirdeği, mısır, yarfıstığı, kanola, soya ve keten tohumu) arasında en koyu renkli yağa sahip olduğunu bildirmiştir. Ancak bu durum diğer yağlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmemektedir. İncelenen soğuk pres yağlardan yüksek olarak; kabak çekirdeği yağlarının klorofil miktarı 30,8 mg/kg;  $\beta$ -karoten miktarı ise 5,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada zeytinyağının klorofil miktarı 33,9 mg/ kg;  $\beta$ -karoten miktarı ise 6,9 mg/ kg olarak kabak çekirdeğine yakın sonuçlar bulunmuştur.

Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir’ de yetiştirilen keten, aspir ve haşhaş tohumun bazı özellikleri ve yağ asitleri bileşimi karşılaştırılmıştır. Eskişehir’den temin edilen haşhaş tohumlarının % 49,9 yağ, % 21,6 protein, %5,53 su, %5,59 kül içermiştir. Haşhaş tohumu yağının majör yağ asitlerinin Palmitik ( % 9,79), stearik (%1,93), %11,94 oleik (w9), %0,86 oleik (w7), %74,47 linoleik ve % 0,60 Linolenik asitten oluştuğu; aspir tohumu yağının da genel olarak haşhaş yağına benzer olduğu ifade edilmiştir. Keten tohumu yağında majör yağ asidinin linolenik asit (% 58,31) olduğu belirlenmiştir. Haşhaş yağının oksidatif stabilitesi (110° C ve 20 l/saat) örnekler içinde en yüksek değer olarak 5,56 saat olmuştur. Bunu sırasıyla en aza doğru aspir (2,87 saat) ve keten yağı (1,57 saat) izlemiştir. Yine bu çalışmada Eskişehir ve Konya (Orta Anadolu) yörelerine ait haşhaş tohumunun serbest ve esterleşmiş formdaki fenolik içeriği incelenmiş ve sırasıyla fenolik içeriği 229 mg/100g tohum ve 701mg/100g tohum olduğu bulunmuştur. Toplam serbest ve esterleşmiş fenolik içeriğinin 930 mg/ 100g tohum olduğu tespit edilmiştir. Fenolik bileşiklerin yağların antioksidan kapasitesine katkısı çok iyi bilinmesine karşın, tohumların toplam fenolik içeriği ve yağların oksidatif stabilitesi arasında korelasyon bulunamamıştır.

Renk belirleme işleminde birçok yöntem olup, daha pratik olması sebebiyle yağ işletmelerinde daha çok Lovibond tintometrik yöntem kullanılmaktadır. Yağlarda renk değerleri sadece içerdiği pigmentlerden değil, yağlarda oluşabilecek bozulma tepkimelerinden de kaynaklanabilir. Ham yağlara uygulanan işlemlerde soğuk pres yönteminin önemi azımsanmayacak derecededir. Güler (2009) tarafından yapılan çalışmada kolza ve kanola yağlarının farklı yöntemlerle elde edilmesi sonrası yapılan analiz sonuçlarına göre kırmızı değer değişimi tabloda görülmektedir. Kırmızılık değeri tohum kalitesine bağlı olduğu kadar yağın elde edilmiş biçimine göre de değişiklik göstermektedir.

**Çizelge 2.1** Kanola ve Kolza yağlarının renk değerlerinin karşılaştırılması (Güler 2009).

Üretimler	Soğuk pres yağ		Rafine yağ	
	Kırmızı	Sarı	Kırmızı	Sarı
1. Üretim	7,3	70	1,6	13
2. Üretim	7,0	70	1,3	12
Ortalama	7,2	70	1,5	13

Asit değeri, yağda serbest yağ asitlerinin varlığını kanıtlamaktadır, bu da trigliseritlerin hidrolizinden ve / veya tohumlarda eksik lipit sentezinden kaynaklanır. Czapliski vd. (2011) tarafından yapılan araştırmada ceviz yağı için 0.80 mg KOH / g'dan haşhaş tohumu yağı için 4,82 mg KOH / g'a kadar geniş bir asit değeri aralığı belirlemiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre incelenen oksidasyon derecesi ve linoleik-oleik asit oranına göre linoleik asit oksidasyon hızı oleinik aside göre 10-40 kat, linolenik asit oksidasyon hızı ise linoleik aside göre 2-4 kat daha yüksektir (Czapliski vd. 2011)

Geçgel vd. (2015) farklı bitkisel kaynakların (üzüm çekirdeği, nar çekirdeği, hurma çekirdeği, keten tohumu, aspir tohumu ve altın çilek) tohumlarından soğuk presleme yöntemi ile elde ettikleri yağların fizikokimyasal özelliklerini incelemiştir. Refraktif İndis (40 ° C) 1,4586 [Hurma Çekirdeği Yağı] – 1,5110 [Nar Çekirdeği yağı], iyot değeri (g I<sub>2</sub> / 100g) 51,27 [Hurma Çekirdeği Yağı] – 236,42 [Nar Çekirdeği yağı], SYA 0,15 [Hurma yağı] – 1,24 [Cevizyağı] % oleik asit, PS (meqO<sub>2</sub>/kg) 0,3 [Hurma çekirdeği] – 7,5 [Üzüm çekirdeği], yağ rengi Lovibond Tintometrede 2,0–6,3 R / 16-70 Y olarak tespit edilmiştir. Argan yağı en düşük kırmızı değeri vermiş olup, soğuk pres yağların yağ asidi profilinde bitkisel orijinlerine göre dikkate değer önemli farklılıklar

belirlenmiştir. Soğuk preslenmiş argan (oleik % 53,41) , altın çilek (linoleik % 74,92), keten tohumu (linolenik % 56,25) ve nar çekirdeği (konjuge linolenik asit % 85,89) yağlarının majör yağ asitleri olarak bulunmuş, nar, argan ve ceviz soğuk pres yağları antimikrobiyal etkiye sahip yağlar olarak belirlenmiştir (Geçgel vd. 2015).

Makedonya (İştup) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (Ayçiçeği, Keten tohumu, Kenevir, Kayısı çekirdeği, Susam, Kabak, Çörek otu, Kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı+ kenevir + keten yağı) soğuk pres yağ örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri Veličkovska vd. (2015) tarafından incelenmiştir. İncelenen örneklerin majör ve minör yağ asidi bileşimleri bitkisel orijinlerine göre önemli ve dikkate değer düzeyde farklılık göstermiştir. Kayısı (% 70,9) ve Kolza (% 59,2) yağı en yüksek düzeyde oleik asit; keten tohumu (% 55,1) en yüksek linolenik, kenevir tohumu (% 57,4) ve çörek otu (% 58,17) en yüksek miktarda linoleik asit içermiştir. Susam yağı yaklaşık 1:1 oranında oleik ve linoleik asit düzeyine sahip olmuştur. Soğuk pres yağ örneklerinde ransimat (oksidatif stabilite 120 °C) değerleri değişimi 1,4 (Keten) – 10,9 saat (susam); PS (meqO<sub>2</sub>/kg) 0,7 [susam] – 705 [çörekotu] ; SYA 0,10 [keten] – 1,25 [kolza] % oleik asit; K232 1,86 (Kolza) – 3,84 (kabak çekirdeği karışım); K270 0.11 (Kolza) – 1,25 (kabak çekirdeği karışım); DPPH 231,8 Ayçiçek) – 616,77 (Keten) mg/L a-tokoferol eşdeğeri olarak; toplam fenolik madde miktarı 37,95 ( Kayısı) – 295,8 ( Çörekotu) ; alfa tokoferol 0, 1 (Çörekotu) – 20,7 mg/kg (ayçiçeği) olarak tespit edilmiştir (Veličkovska vd. 2015).

Geçgel vd. (2017) yapılan çalışmada soğuk pres yöntemiyle elde edilen ceviz yağının bazı fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Ceviz yağının iyot sayısı (139,57), serbest asitlik (% 0.38 oleik asit), peroksit sayısı (5,24 meqO<sub>2</sub>/kg) değerleri olarak tespit edilmiştir. Ceviz yağının yağ asitleri bileşimi değerlendirildiğinde; palmitik asit %7;10; stearik asit %4,58; oleik asit %26;50, linoleik asit %50,77; linolenik asit %11,05 olarak belirlenmiştir (Geçgel vd. 2017).

Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri, kimyasal özellikleri, antioksidan aktivitesi ve oksidatif stabilitesi (OS) üzerindeki etkileri

araştırılmıştır. Natürel Zeytinyağı örneklerinde serbest asitlik miktarı % 0,30 – 0,66 (% oleik asit), peroksit sayısı 10,37 – 25,40 (meq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> yağ) ve UV spektrofotometrik indeksler (K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub>) sırasıyla 1,82 – 2,95 ve 0,12 – 0,19 arasında bir değişim göstermiştir. Diğer parametrelerin değişimi oksidatif stabilite (120 °C) 2,91 – 5,11 saat; Alfa tokoferol analizi 243,85 – 371,90 mg /kg yağ, toplam fenolik içerik (TPC) 8,50 – 127,00 mg CAE kg<sup>-1</sup> oil, toplam klorofil (1,46 – 4,22 mg/kg) ve karotenoid (0,94 – 1,84 mg/kg) miktarı, -difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH •) radikal süpürücü aktivite (RSA) 7,95 – 42,76 µmol Trolox 100 g<sup>-1</sup> yağ arasında bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada araştırmacılar, majör yağ asileri ile buna ilişkin bazı parametrelerin değişimini % 63,78 – 69,13 oleik; %11, 17 – 13,55 linoleik; %13,74 – 16,13 palmitik% 0,71 – 0,95 linolenik; MUFA /PUFA 4,54 – 5,92 ve PUFA / SFA 0,17 – 0,22 arasında belirlemiştir. Zeytinyağı örneklerinin majör TAG profili ve buna ilişkin parametreler ise LLL % 0,19-0,37 (muhtemel yağışlerin belirlenmesinde ana indikatör TAG); OOO % 26,12 – 32,99; POO 23,02 – 24,78; LOO % 13,95 – 15,76; PLO % 8,18 – 10,86; ECN 42 0,61 – 0,99; LOO/PLO 6,49 – 16,46 ve OOO/POO 1,07 – 1,40 arasında bir değişim göstermiştir. Filtrasyon işlemimin TPC miktarı üzerine önemli (P <0,05) düzeyde etkisi olduğunu ancak yağ asitleri ve TAG profili üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Köseoğlu vd. 2019).



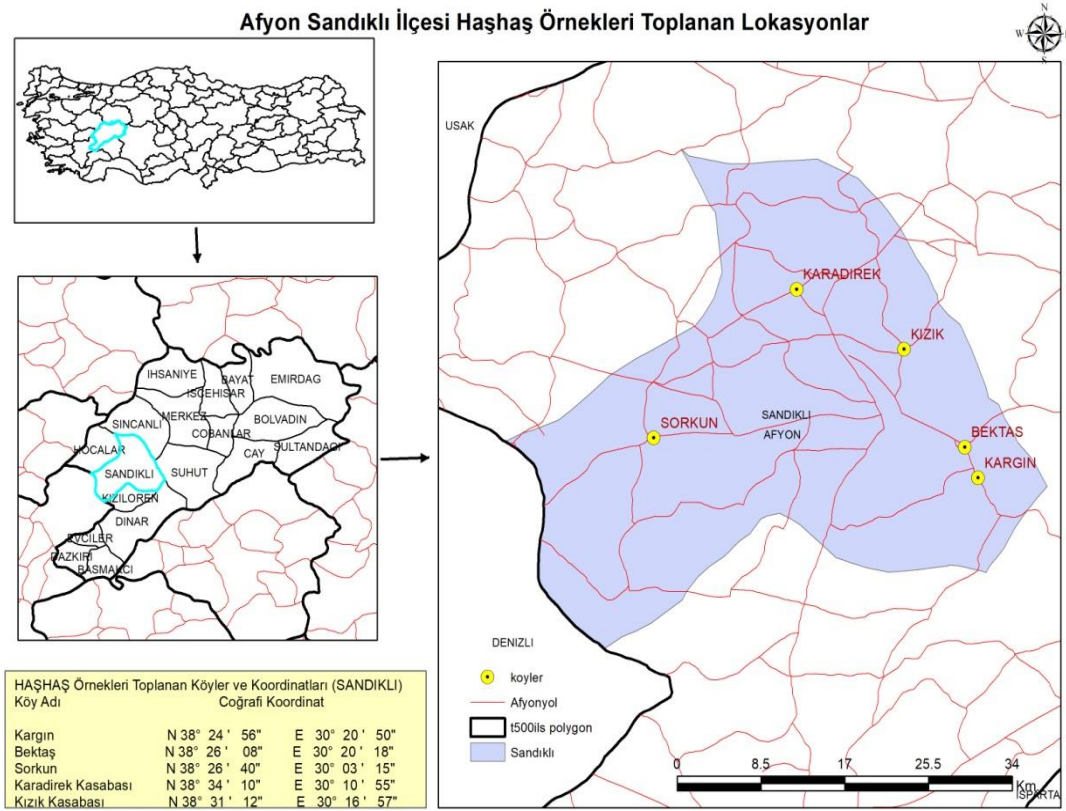
### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1 Materyal

Araştırmada analiz edilen mavi ve beyaz renkli haşaş tohumları (takriben 4-5 kg) Sandıklı ilçesinde bulunan 5 farklı lokasyondaki (n = 5 lokasyon X 2 çeşit haşaş), yetiştiricilerden 2018 yılı Haziran ayında hasatı yapılmış olan haşaş tohumları 20.09.2018- 25.08.2018 tarihleri arasında temin edilmiştir. Sandıklı ilçesindeki beş farklı lokasyondan alınan mavi ve beyaz renkli haşaş örnekleri yerel tohumlar olup, TMO alım kataloglarında bu tip haşaş tohumları ana grup kodu olarak 8150 sınıfında verilmektedir. TMO kataloğunda yerel beyaz haşaş tohumları 8151 kod no ve mavi haşaş tohumları da 8152 kod no olarak yer almaktadır. Tohum örneklerin alındığı lokasyonlar ve onların kodları: Kargın Köyü (KG), Bekteş Köyü (BK), Sorkun Köyü (SR), Karadirek Kasabası (KD), Kızık Kasabası (KZ) olarak verilmiştir. Alınan örneklerin loksasyonları ve coğrafı konumları Resim 3.2'de gösterilmiştir. Resim 3.1'de Sorkun (SR) lokasyonuna ait beyaz ve mavi renkli haşaş tohumu örnekleri verilmiştir.



**Resim 3.1** Sorkun Köyünden alınan beyaz ve mavi haşaş örneği.



**Resim 3.2** Haşhaş örneklerinin alındığı lokasyonlar ve coğrafi konumları.

## 3.2 Metot

### 3.2.1 Mavi ve Beyaz Renkli Haşhaş Tohumlarından Yağların Elde Edilmesi

Temizlenmiş beyaz ve mavi renkli haşhaş tohumu örnekleri iki kısma ayrılmıştır. Küçük kısım (250 g) örnek grubu laboratuvarında tohumda yapılan bazı analizler (nem, protein, sokshelette yağ tayini ve kül değerleri için) için kullanılmıştır. Bu yağların elde edilmesinde kullanılmıştır. Büyük kısım (3-4 kg) kısmı oluşturan beyaz ve mavi renkli haşhaş tohumu örneklerinden bir vidalı soğuk pres (Dikmaksan, Antalya) yardımıyla yağ ekstrakte edilmiştir (Geçgel vd. 2017; Aksoylu Zeybek 2020 a). Haşhaş yağı ekstrasyonunda kullanılan vidalı presin özellikleri (DMS 500 model, 500-600 kg/24 saat, 2HP, 0,6 Kw ısıtma gücü) ve soğuk sıkım şartları (vida hızı 27 rpm, vidadan çıkan haşhaş pelet çapı 10 mm, vidanın çalışma iç sıcaklığı  $40 \pm 5$  °C, yağ sıcaklığı  $20 \pm 2$  °C) olarak verilmiştir. Vidalı soğuk presten elde edilen bu yağlar soğuk sıkım yağ kategorisinde olup, elde edilen yağ örnekleri oda sıcaklığında, karanlıkta ve ağzı kapalı

şişeler içinde tortusundan ayrılması için (doğal dekantasyon) bir gün bekletilmiş olup, analiz için kullanılan yağ örnekleri tortu içermeyen üst fazdan alınmıştır. Vidalı pres kullanımı (Dikmaksan, Antalya DMS 500 Model) ile elde edilen soğuk sıkım haşhaş yağı örnekleri, hava boşluğu kalmayacak şekilde koyu renkli cam şişelere (200 ml) doldurulup, kalite ile ilgili fiziksel, fiziko kimyasal ve kimyasal analizleri yapıncaya kadar + 4 °C sıcaklıkta buzdolabında ışığa maruz kalmaksızın saklanmıştır.

### **3.2.2 Mavi ve Beyaz Renkli Haşhaşlarda Yapılan Analizler**

#### **3.2.2.1 Nem Tayini**

Yabancı maddelerden arındırılmış haşhaş tohumu örneklerinin nem tayini TS.1632 ve IUPAC 1.121’de belirtildiği gibi gravimetrik esaslı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar % olarak belirtilmiştir. Nem analizi 105 ° C ( $\pm 3$  °C) sıcaklıkta etüvde 3-4 saatte tamamlanmıştır.

#### **3.2.2.2 Ham Yağ Verimi Tayini veya Kurumaddede Yağ Miktarı Tayini**

Çelik bir blanderde öğütülmüş haşhaş örneklerinde, çözgen ekstraksiyon yöntemi ile hızlı Soxhelet düzeneği kullanılarak AOAC 948.22’ye göre yağ ayrımı yapılmıştır (AOAC, 2012). Çözgen olarak petrol eteri (40–60 °C) kullanılmış olup, analizler yaklaşık 40 dk’da tamamlanmıştır. Metal yağ haznesi içindeki fazla çözgen (petrol eteri) uçurulmak ve hazne sabit tarıma gelmesi için -yarım saat-kadar etüvde (100 °C) tutulmak suretiyle tartım sonucu numunenin ham yağ miktarı bulunmuş olup, tüm örnekler için yağ miktarı sonuçları gravimetrik olarak % kurumadde üzerinden hesaplanmıştır. (Anonim 2012). Presleme ile elde edilen tüm haşhaş yağı örnekleri, hava boşluğu kalmayacak şekilde koyu renkli cam şişelere doldurulup, kalite ile ilgili fiziksel ve fizikokimyasal analizleri yapıncaya kadar (4 °C sıcaklıkta) buzdolabında ışığa maruz kalmaksızın saklanmıştır.

### **3.2.2.3 Toplam Protein Tayini**

Haşhaş tohumu örneklerinde toplam azot tayini Dumas yöntemine göre (Anonim 2014), FP-528 Protein/ Nitrogen Determinator cihazında uygulama el kitabına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Numuneye ait toplam azot değeri 6,25 faktörü ile çarpılıp örneğin toplam ham protein miktarı bulunmuştur. Toplam protein sonuçları % kurumadde üzerinden ifade edilmiştir.

### **3.2.2.4 Kül Tayini**

Haşhaş tohumlarında bulunan toplam mineral miktarını belirlemek amacıyla gravimetrik esaslı kül tayini (AOAC 923.03-1923) yapılmıştır (AOAC, 2012). Çelik bir blanderde öğütülmüş haşhaş örnekleri (5 g) etüvde kurutulmuş porselen krozeler içerisine tartılıp konulmuştur. Kül fırınında esas yakma işlemine geçmeden önce 300-350 °C' de ön yakma işlemi uygulanmış olup, daha sonra fırın sıcaklığı 500-550°C'ye yükseltilerek yakma işlemi 7-8 saat süresince gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda porselen krozeler desikatöre alınıp oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Krozelerin tartım yapılarak % ham kül miktarı gravimetrik bulunur. Haşhaş örneklerine ait toplam kül sonuçları % kuru madde üzerinden verilmiştir (Yetim ve Kesmen 2015).

## **3.2.3 Haşhaş Tohumlarından Elde Edilen Soğuk Sıkım Yağ Örneklerinde Yapılan Analizler**

### **3.2.3.1 Refraktif İndeks (Rİ) ve Renk Tayini**

Yağlarda saflık derecesini ve doymamışlık oranını belirlemek amacıyla refraktometre kullanılarak (IUPAC 2.102) refraktif indeks (Rİ) ölçümü yapılmıştır. Bu yöntemde ölçüm, ışığın kırılma indisine bağlıdır. Bir sıvı yağın doymamışlık derecesi arttıkça kırılma indisi de artmaktadır (Yetim ve Kesmen 2015). Haşhaş yağı örneklerinin Rİ değerlerinin ölçümü 20 (± 3) °C'de (Atago RX-5000α, Japonya) tayin edilmiştir.

Ham haşaş yağına ait örneklerin renk değerleri bitkisel yağ endüstrisinde renk tayininde yaygın olarak kullanılan Lovibond Tintometresi (Lovibond PPX880Salisbury, İngiltere) yardımıyla yapılmıştır (Fengxia vd. 2001). Cihazda renkler belirlenirken 1 inch (2,54 cm) lik ölçüm hücresi kullanılmış ve cihazın içine yerleştirildikten sonra numunelerin renk değerleri tespit edilmiştir. Lovibond tintometresinde, üç farklı renk (temel renkler kırmızı, sarı ve mavi) tespit edilmektedir. Cihazdan renk değerleri okunur. En düşük okunan değer matlık değer olarak kabul edilmekte ve diğer değerlerden düşülerek numunenin rengi belirlenmektedir.

### **3.2.3.2 Serbest Yağ Asitliği Miktarı Tayini**

Serbest yağ asitliği (SYA) miktarı yağ için önemli bir kalite indeksidir: yağın tazelik ve raf ömrü belirmek amacıyla da kullanılmaktadır. SYA miktarının yüksek bulunması yağın oksidasyona uğradığının ve acılaşmaya başladığının göstergesidir. Sandıklı İlçesinin farklı lokasyonların alınan haşaş tohumlarından elde edilen yağ örneklerin SYA belirlenmesinde sayılı titrimetrik esaslı metot (IUPAC 2.201) uygulanmış olup sonuçlar % oleik asit olarak belirtilmiştir.

Haşaş yağı örneğinden 5 gr 0,01 duyarlılıkta 250 ml lik erlene tartılmış, 50 ml 1/1 (hacim/hacim) oranındaki etanol-dietil eter karışımı ile üzülmesi sağlanmıştır. Birkaç damla %1 lik fenolftalein zltisi damlatılarak çalkalanmıştır İndikatör olarak Fenolftalein eşliğinde en az 15 saniye kalıcı pembe renk verinceye kadar yağ rneği 0,1 N etanollü potasyum hidroksit (KOH) zltisi ile titre edilmiş olup, KOH sarfiyatı kaydedilmiştir. Kullanılan zlti, indikatör ve titrasyon zltisinin kimyasal özelliklerinden yola çıkılarak matematiksel işlemler sonucu serbest yağ asitliği hesaplanmıştır.(Anonim 1987).

### **3.2.3.3 Peroksit Sayısı Tayini**

Peroksit sayısı (PS) tayini, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının göstergesidir. Yağın depolaması esnasında oksidasyon derecesini ve rafinasyonda deodorizasyon işleminin etkili bir şekilde yapılıp yapılmadığını gösteren bir parametredir. Yağdaki

peroksit sayısı yağın bozulma derecesi ve daha ne kadar saklanabileceği hakkında fikir verir. Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin milieşdeğer gram olarak miktarıdır. Peroksit sayısı ile yağlarda otoksidasyonun birincil ürünü olan hidroperoksit ve epi-peroksitler tespit edilmektedir. Çalışmada kullanılan haşhaş yağı örneklerinin peroksit sayısının belirlenmesinde titrimetrik esaslı metot (IUPAC 2.501) uygulanmıştır.

Haşhaş yağı örneğinden 5 gr cam kapsül veya şilifli balon içerisine 0,001gr duyarlıkta tartılmış olup, numune üzerine 10 ml kloroform ilave edilerek, hızlı bir şekilde karıştırılarak yağın çözünmesi sağlanmıştır. Üzerine 15 ml asetik asit sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilmiş ve şilifli balonun kapağı hemen kapatılmıştır. Bir dakika çalkalanıp, 15-25° C aralığında ışık almayan bir yerde tam beş dakika bekletilmiştir. Bu bekletme ile, karanlıkta ve oda sıcaklığında reaksiyona bırakılıp ilave edilen peroksit oksijenine eşdeğer miktarda iyotun serbest hale geçmesi sağlanmaktadır. Beş dakika sonunda çözelti üzerine hemen yaklaşık 75 ml saf su ilave edilip, indikatör olarak 1 ml nişasta çözeltisi (% 10'luk) kullanılmıştır. Serbest hale geçen iyot, 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile hızlı bir şekilde karıştırılarak titre edilmiştir. Haşhaş numune yağlarının PS sonuçları meq O<sub>2</sub>/ kg olarak verilmiştir (Anonim 1987).

#### **3.2.3.4 Haşhaş Yağlarında Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini**

Fenolik bileşenler bitkilerin kendine has koku ve özelliklerinin belirlenmesinde rol alırlar. Limondaki ekşilik, greyfurttaki keskin koku, fenolik maddeler etkisiyledir. Asıl amaçları bitkiyi korumaktır. Fenolik maddelerin en önemli etkisi antioksidan aktiviteye sahip olmalarıdır. Soğuk presleme ile elde edilmiş haşhaş yağı örneklerinde TFM Gutfinger (1981) tarafından verilen spektrofotometrik yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. 2,5 gr haşhaş yağı 5 ml heksanda çözülmüş ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu 5 ml metanol/su (60:40 -hacim/hacim) ilavesi ile iki dakika ağzı kapalı olarak çalkalanarak yapılmıştır. Hekzan ve metanol/su fazları birbirlerinden dakikada 3500 devirde 10 dakikada santrifüjleme ile ayrılmıştır. Metanollü fazdan 0,2 ml bir tüpün içine alınarak saf su ile 5 ml ye tamamlanmış ve daha sonra 0,5 ml folin-ciocalteu çözeltisi ilave edilmiş olup, üç dakika sonra 1 ml sodyum karbonat çözeltisi (% 35-ağırlık/hacim) ilave

edilerek, karışım saf su ile 10 ml'ye seyreltilmiştir. Çözeltinin absorbansı iki saat sonra kör çözeltiliye karşı 725 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülmüştür. Standart çözeltili için 0,05-0,5 mg/ml arasında hazırlanan gallik) asit çözeltisi kullanılmıştır. Gallik asit standart grafiği ve denklemi kullanılarak hesaplama yapılmış olup toplam fenolik madde miktarı mg/kg olarak verilmiştir (Gutfinger 1981).

### **3.2.3.5 Haşhaş Yağlarında Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH Yöntemi)**

Antioksidan aktivite, oksijenin sebep olduğu bozulmaları önleyici maddeler anlamına gelir. Antioksidan aktiviteyi belirlemek amacıyla DPPH (difenil-1-pikrihidrazil Radikal Söndürücü Kapasite Yöntemi) kullanılır. Bu yöntemde temel olarak antioksidan tarafından DPPH serbest radikaline proton transferi sonucu spektrofotometrede absorbansın azalmasına sebep olur. Bu süreç görünür alanda absorbansın takip edilmesine dayanmaktadır. Yağ örneklerinin antioksidan kapasitesi güçlü bir serbest radikal olan DPPH\*'nın (Aldrich Chemical Co Milwaukee, WI) (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazil) nötürleştirilmesi işleminin spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile uygulanmaktadır. Soğuk presleme yöntemi ile elde edilmiş haşhaş yağı örneklerinde DPPH\*radikal süpürücü aktivitesi tayini için 1 g örnek tartılmış, 5 ml metanol ilavesi ile 1 saat elektronik çalkalayıcıda karıştırılıp, 3500 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin metanollü kısımda analizler yapılmış olup, 100 µM DPPH\*radikali metanol ile hazırlanacaktır. 5 ml örnek üzerine 1,9 ml DPPH\*solüsyonu eklenmiş ve 15 dk karanlıkta bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasitesi troloks standardından elde edilen kalibrasyon grafikleri troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Lavelli 2002).

### **3.2.3.6 Haşhaş Yağlarında Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarının Belirlenmesi**

Soğuk pres haşhaş yağ örneklerinde pigment miktarı (klorofil ve karotenoid olarak) Minguez-Mosquera vd. (1991) tarafından verilen spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Soğuk preslenmiş haşhaş yağı örneği (7,5g) 25 ml sikloheksan ile 25 ml'ye

ölçülü balonda tamamlanır. Doğrudan kuvars küvetlere doldurularak spektrofotometrede Cyclohexana karşı absorbans 670 (1) ve 470 nm (2) de ölçülmüştür. Klorofil ve karotenoid miktarının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Klorofil (mg/kg),  $(A_{670} \times 106)/(613 \times 100 \times L)$  (1)

Karotenoid (mg/kg),  $(A_{470} \times 106)/(2000 \times 100 \times L)$  (2)

A: Yağ örneğinin soğurma dalga boyu.

L: küvetin uzunluğu (10 mm)

### **3.2.3.7 Haşhaş Yağlarında Oksidatif Stabilite (Ransimat Yöntemi )**

Mavi ve beyaz renkli haşhaş örneklerinden soğuk presleme ile elde edilen yağların oksidatif stabilitesi, Laubli ve Bruttel (1986) tarafından açıklanan ve AOCS (Cd -12-57) 'de detayları verilen yöntem ile Methorm 743 Ransimat cihazı (Metrhom Ltd, Herisau, İsviçre) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Yağ örneklerine analiz süresince 110 °C sıcaklıkta ve 20L/ h sürekli hava verilerek indüksiyon periyodu izlenmiştir. İki paralel olarak elde edilen sonuçlar, kürvenin kırılma noktasını indüksiyon zamanı şeklinde gösteren grafiklerle saat (hours) olarak kaydedilmiştir.

### **3.2.3.8 Haşhaş Yağlarında Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi**

#### **Haşhaş Yağı Örneklerinin Metilasyonu**

Haşhaş yağı örneklerinin esterleşmesinde soğuk metilasyon yöntemi (IUPAC Metod 2.301) uygulanmıştır. 0,2 gr haşhaş yağı örneği vial içinde tartılıp üzerine 10 ml kromatografik saflıkta hekzan eklenerek çalkalanmıştır. Daha sonra üzerine 2N metanollü KOH çözeltisinden 0,5 ml ilave edilerek çözelti karıştırılmış olup, üstteki berrak fazdan gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmek üzere 1,0 µl alınmıştır.



## Gaz Kromatografisinde Haşhaş Yağ Örneklerinin Analizi

Metil esterlerine dönüştürülen örneklerin yağ asitleri analizleri IUPAC 2.302 metodu temelinde Shimadzu 2025 model Gaz Kromatografisi (GC) cihazında alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve kapiler kolon (DB --23, Bonded % 50 cyanopropyl, 60 m x 0,25 mm i.d x 0,250 µm; Agilent Santa Clara, CA, USA) kullanılarak yapılmıştır. GC şartları FID sıcaklığı 260 °C, enjeksiyon blok sıcaklık 265 °C, Helyum: 10 ml/dk, Hidrojen 40 ml/dk ve Kuru hava 400 ml/dk, enjeksiyon 1,0 µl, split 1:100 olup, kontrollü fırın programı 180–240 °C arası programlı yöntem (10°C/dk artış) ile analizler gerçekleştirilmiştir. Metillendirilmiş haşhaşyağı örneklerinin yağ asidi bileşenlerinin kalitatif tespitinde bütirik asit (C4:0 ) den başlayıp, nervonik asit (C 24:1)' e kadar 37 adet yağ asiti metil esteri karışımını içeren standart (Sigma Aldrich Chemicals 189-19) kullanılmıştır. Haşhaş yağı örneklerinden elde edilen pikler ile standart karışımdaki yağ asiti metil esterleri piklerinin alınma zamanları karşılaştırılarak örneklerin yağ asit profili % olarak teşhis edilmiştir.

Elde edilen kromatogramlardan bazı majör/ minör (Oleik, Linoleik, Palmitik, Linolenik) yağ asitleri ve skualen; bunlara ilişkin hesaplanan önemli değerler (SFA [Doymuş Yağ asitleri], MUFA [Tekli Doymamış Yağ asitleri], PUFA [Çoklu Doymamış Yağ asitleri], oleik/linoleik), formül ile belirlenen bazı parametreler İyot sayısı (Maestri vd. 1998), Teorik Oksidatif stabilite [TOSİ] (Chu ve Kung, 1998), Oksitlenebilirlik [Cox] (Kharazi vd. 2012) ve Oksidatif Duyarlılık [Ox Succ] (Cert vd. 1996) incelenmiştir. Yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanan bazı parametrelere ilişkin formüller sırası ile verilmiştir:

İyot sayısı (İS)= (% Palmitoleik x 1,001) + (% Oleik x 0,899) + (% Linoleik x1,814) + (% Liolenik x 2,737)

TOSİ (saat) =7,5125 + % Palmitik x (0,2733) + % Stearik x (0,0797) + % Oleik x (0,0159) + % Linoleik x (-0,1141)+ % Linolenik x (-0,3962).

$$\text{Oksitlenebilirlik (Cox)} = \frac{1x(\% \text{ Oleik}) + 10.3 x(\% \text{ Linoleik}) + 21.6 x(\% \text{ Linolenik})}{100}$$

Oksidatif Duyarlılık (Ox Suc)= MUFA + (45 × Linoleik) + (100 × Linolenik).

### 3.2.3.9 Trigliserit (Triaçilgliserol) Profili Analizi

Mavi ve beyaz haşhaş tohumlarına ait soğuk pres yağların Triaçil glyserol (TAG ) profilinin belirlenmesi önerilen ilgili uluslararası standarda (IUPAC 2.324 ve 2.325) göre HPLC cihazı ile yapılmıştır. Çalışmada Agilent 1100 model HPLC cihazında Refraktif İndeks Detektörü (RID) ile Superspher 100 RP-18 kolon (Almanya) (244 mm x 4 mm i.d. x 4 µm), 35 °C sıcaklıkta, maksimum 200 bara sahip bir nebulizatör basıncı altında ve 1.200 dk/ml mobil faz akışı hızında TAG analizleri yapılmıştır. Mobil faz % 63,6 Aseton + % 36,4 Asetonitril olup, enjeksiyon hacmi: 0,5 µL dir. Sonuçlar toplam TAG yüzdesi (%) olarak ifade edilmiştir. Ayrıca bu analiz sonucunda Mavi ve Beyaz haşhaş çeşidinden elde edilen yağlarda bazı parametreler (ECN değerleri, LLL/ECN42, ECN48/ECN46, LOO/PLO, PLO/OOO ve OOO/POO) de hesaplanmıştır. Bu çalışmada analiz edilen örneklerde (ECN 42 –ECN 50 arasındaki) diğer trigliserit fraksiyonları ise içerdikleri eşdeğer karbon sayılarına (ECN) göre sırasıyla verilmiştir. 1.LLL (trilionolein), 2.LOLn+POLL, 3.PLLn, (ECN 42); 4.OLL,5.OLnO, 6.PLL, 7.POLn, (ECN 44); 8. LOO +PLnP, 9.PoOO, 10.PLO + SLL, 11.PoOP, 12.PLP (ECN 46); 13.OOO, 14-15.SLO + POO, 16.POP,17. PPP (ECN 48); 18.SOO, 19.POS (ECN 50) .

### 3.2.3.10 Alfa Tokoferol Analizi

Haşhaş yağının alfa-tokoferol içeriği Carpenter (1979) ve IUPAC, (Standart yöntem 2432 1987) tarafından verilen yöntemler ile tespit edilmiştir. Haşhaş yağı örneği (1 g), 10 mL'lik bir balon joje içinde ve hekzan ile hacme tamamlanmış olup, analizler HPLC (HPLC-Agilent 1100, Almanya) gerçekleştirilmiştir. HPLC kromatografik şartları, Mobil faz: hekzan: 2-propanol (99: 1), akış hızı: 1ml (dk, kolon: µ-porasil column (250 mm × 4,6mm × 5 µm) (Waters, İrlanda),kolon sıcaklığı 25 °C, enjeksiyon hacmi 20

$\mu$ L.Örneklerin alfa tokoferol miktar için, Standardın hesaplama kalibrasyon eğrisi ( $R^2 = 0,99$ ) kullanılmış olup, sonuçlar mg/ kg yağ olarak verilmiştir.

### **3.2.3.11 İstatiksel Analizler**

Analiz sonuçları Tukey's Studentized range test yöntemine göre HSD programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar paralel olarak yapılan analizlerin ortalama  $\pm$  standart sapması olarak gösterilmiştir. Sonuçlar arasındaki önemli farklılıklar belirlenmiş ve farklılıkların ( $p < 0,05$ ) değerinde önemli olduğu gözlenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Haşhaş Tohumlarında Yapılan Nem, Yağ, Kül ve Protein Tayini Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Sandıklı İlçesindeki (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarının % nem, % yağ, % kül, analizlerinin sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Nem içeriğinin % 3,60 (KGB) ile % 4,74 (KZM) aralığında, yağ içeriğinin % 37,18 (SRB) ile % 43,32 (KGB) aralığında ve kuru maddede kül oranının % 6,418 (KDB) ile 7,349 (KZB) aralığında değiştiği görülmüştür. Protein oranının ise % 34,49 (BKM) ile % 39,44 (KDB) aralığında değiştiği analiz sonuçlarında görülmüştür.

**Çizelge 4.1** Sandıklı İlçesinin (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlarından toplanan haşhaş tohumlarına ait nem, yağ, kül ve protein miktarları (%).

	<b>Kuru madde (%)</b>	<b>Nem (%)</b>	<b>Yağ (%)</b>	<b>Kül (%)</b>	<b>Protein (%)</b>
<b>BKM</b>	95,38 <sup>C</sup> ±0,20	4,62 <sup>A</sup> ±0,21	38,40 <sup>C</sup> ±2,57	7,21 <sup>A</sup> ±0,02	34,49 <sup>D</sup> ±0,20
<b>KDB</b>	96,65 <sup>A</sup> ±0,13	3,35 <sup>B</sup> ±0,13	41,23 <sup>B</sup> ±2,32	6,55 <sup>C</sup> ±0,20	39,44 <sup>A</sup> ±0,10
<b>KDM</b>	95,86 <sup>B</sup> ±0,14	4,14 <sup>C</sup> ±0,14	38,10 <sup>C</sup> ±1,48	7,13 <sup>B</sup> ±0,01	36,51 <sup>C</sup> ±0,15
<b>KGB</b>	96,40 <sup>A</sup> ±0,28	3,60 <sup>C</sup> ±0,28	43,32 <sup>A</sup> ±0,85	7,02 <sup>B</sup> ±0,02	36,84 <sup>C</sup> ±0,05
<b>KZB</b>	95,91 <sup>B</sup> ±0,28	4,09 <sup>B</sup> ±0,28	41,57 <sup>B</sup> ±1,33	7,80 <sup>A</sup> ±0,85	37,71 <sup>B</sup> ±0,10
<b>KZM</b>	95,28 <sup>C</sup> ±0,62	4,73 <sup>B</sup> ±0,62	42,79 <sup>A</sup> ±0,39	6,86 <sup>C</sup> ±0,00	34,87 <sup>D</sup> ±0,10
<b>SRB</b>	96,33 <sup>B</sup> ±0,16	3,67 <sup>A</sup> ±0,16	37,18 <sup>C</sup> ±0,32	7,23 <sup>A</sup> ±0,03	36,60 <sup>C</sup> ±0,10
<b>SRM</b>	95,37 <sup>C</sup> ±0,14	4,63 <sup>C</sup> ±0,14	43,18 <sup>A</sup> ±0,94	7,18 <sup>B</sup> ±0,09	33,70 <sup>E</sup> ±0,05

\*Değerler iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır. A,B,C Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

### 4.2 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Refraktif İndeks (RI), Serbest Yağ Asit Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS) ve Oksidatif Stabilite (İndüksiyon Periyodu [IP]) Bulguları

Afyonkarahisar İlinin Sandıklı İlçesindeki farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarından soğuk presleme tekniği ile üretilen yağların refraktif indeks, serbest yağ asitliği ve peroksit tayinine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Refraktif indeks değeri 1,4743 (KGB) ile 1,4758 (KDB) aralığında bulunup, serbest yağ asitliği

1,37 (KDB) ile 3,17 (KGB) % oleik asit aralığında, peroksit değeri ise 1,33 (BKM) ile 3,55 (SRB) (meq O<sub>2</sub>/kg) aralığında, oksidatif stabilite (IP- Ransimat Yöntemi) ise 1,93 saat (SRB) ile 3,47 saat (BKM) aralığında tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2** Haşhaş yağlarına ait RI, SYA, peroksit değeri ve İndüksiyon Periyodu(IP) analiz sonuçları.

	<b>RI</b>	<b>SYA</b>	<b>PS</b>	<b>IP</b>
BKM	1,4750 <sup>A</sup> ±0,00	1,49 <sup>A</sup> ±0,04	1,33 <sup>A</sup> ±0,18	3,47
KDB	1,4752 <sup>A</sup> ±0,00	1,37 <sup>A</sup> ±0,23	2,68 <sup>A</sup> ±2,01	2,89
KDM	1,4748 <sup>A</sup> ±0,00	1,44 <sup>A</sup> ±0,01	1,38 <sup>A</sup> ±0,16	2,53
KGB	1,4751 <sup>A</sup> ±0,00	3,17 <sup>A</sup> ±2,27	1,98 <sup>A</sup> ±2,14	3,45
KZB	1,4750 <sup>A</sup> ±0,00	1,64 <sup>A</sup> ±0,17	1,78 <sup>A</sup> ±0,64	2,21
KZM	1,4749 <sup>A</sup> ±0,00	1,95 <sup>A</sup> ±0,38	2,68 <sup>A</sup> ±2,07	3,28
SRB	1,4752 <sup>A</sup> ±0,00	1,57 <sup>A</sup> ±0,12	3,55 <sup>A</sup> ±1,41	1,93
SRM	1,4749 <sup>A</sup> ±0,00	1,50 <sup>A</sup> ±0,27	1,51 <sup>A</sup> ±0,06	2,84

SYA ( % oleik asit), PS (meq O<sub>2</sub>/kg), IP (110 °C sıcaklıkta ve 20L/h , saat)

\*Değerler iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır. A,B,C Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

#### **4.3 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Klorofil ve Toplam Karotenoid Analizlerine İlişkin Sonuçlar**

Sandıklı İlçesindeki (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarından soğuk presleme tekniği ile elde edilen yağlarda bulunan toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarı Çizelge 4.3' te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toplam klorofil sonuçları 0,05 mg/kg (SRM) ile 1,50 mg/kg (KZM) aralığında, toplam karotenoid miktarı sonuçları ise 0,2 mg/kg (SRM) ile 0,83 mg/kg (KZM) aralığında tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait klorofil ve karotenoid sonuçları.

	<b>BKM</b>	<b>KDB</b>	<b>KDM</b>	<b>KGB</b>	<b>KZB</b>	<b>KZM</b>	<b>SRB</b>	<b>SRM</b>
<b>Klorofil</b>	0,49	0,69	0,27	1,27	0,53	1,25	0,75	0,41
<b>Karotenoid</b>	0,81	0,73	0,24	2,22	1,66	2,52	0,85	0,38

#### **4.4 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivite (AA-DPPH) Değerleri**

Sandıklı İlçesindeki (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarından soğuk presleme tekniği ile elde edilen yağlarda gerçekleştirilen toplam

fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan aktivitesi (AA, DPPH) bulguları Çizelge 4.4 'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre TFM 2,16 (BKM) ile 7,89 mg GAE / 100 g (KDB) aralığında, antioksidan aktivite (AA, DPPH %) ise % 24,236 (KZM) ile % 48,023 (KZB) aralığında tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait TFM ve AA (% DPPH) sonuçları.

	<b>BKM</b>	<b>KDB</b>	<b>KDM</b>	<b>KGB</b>	<b>KZB</b>	<b>KZM</b>	<b>SRB</b>	<b>SRM</b>
<b>TFM</b>	2,16	7,89	8,61	2,66	3,51	7,28	2,95	3,11
<b>% AA</b>	30,701	39,067	31,957	39,418	48,023	24,236	45,052	24,300

TFM (89 mg GAE / 100 g (KDB) DPPH (%))

#### 4.5 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Lovibond Analiz Sonuçları

Sandıklı İlçesindeki (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarından soğuk presleme tekniği ile üretilen yağlara ait renk analizi sonuçlarına göre kırmızılık değeri 0,00 (BKM) ile 4,55 (SRB) aralığında, sarılık değeri ise SRB çeşit haşhaşta 39,00 olup diğer çeşitlerin tümünde 70,00 bulunmuştur (Çizelge 4.5). Ayrıca mavi değerleri tüm çeşitlerde 0,00 bulunmuştur. Kırmızılık ve sarılık değerleri için önemli bir tohum çeşitliliği etkisi olmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Çizelge 4.5** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait Lovibond analiz sonuçları.

	<b>BKM</b>	<b>KDB</b>	<b>KDM</b>	<b>KGB</b>	<b>KZB</b>	<b>KZM</b>	<b>SRB</b>	<b>SRM</b>
<b>Kırmızı</b>	0,00 <sup>A</sup>	4,10 <sup>A</sup>	3,20 <sup>A</sup>	3,50 <sup>A</sup>	1,33 <sup>A</sup>	1,22 <sup>A</sup>	4,55 <sup>A</sup>	1,55 <sup>A</sup>
<b>Sarı</b>	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	39,00	70,00

\*Değerler iki tekerrürün ortalama  $\pm$  standart sapmasıdır. A,B,C,D Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. ( $p > 0,05$ )

#### 4.6 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Majör ve Minör Yağ Asidi Kompozisyonu Bulguları

Sandıklı İlçesindeki (Afyonkarahisar) farklı lokasyonlardan alınan haşhaş tohumlarından soğuk presleme tekniği ile üretilen yağların majör ve minör yağ asidi kompozisyonuna ait konsantrasyon (%) sonuçları Çizelge 4.6 de verilmiştir. Bu sonuçlara göre majör bileşenler çoklu doymamış yağ asidi olan linoleik asit (C18:2), palmitik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) tir. Diğer parametreler ise yağ asidi kompozisyonunda % 2'in altında kalan parametrelerdir. Bunlar stearik asit

(C18:0), miristik asit (C14:0), palmitoik asit (C16:1), heptadekonik asit (C17:0), cis-10-heptadekanoik asit (C17:0), linoleik asit (C18:3), araşidik asit (C20:0), gadaloik asit (C20:1), behenik asit (C22:0), lignoserik (C24:0) asittir. . Beslenme fizyolojisi açısından 3nem taşıyan  $\omega$ -6 (omega 6) esansiyel yağ asidi olarak da adlandırılan linoleik asit en y3ksek oranda olup % 73,707 (SRM) ile 75,518 (KDB) aralığındadır. Bunu 12,836 (KDB) ile 14,343 (BKM) oranlarında oleik asit, % 8,803 (KGB) ile % 9,320 (KDM) oranlarında palmitik asit, 1,816 (KDM) ile 1,991 (SRB) oranlarında stearik asit takip etmektedir. Haşhaş yağlarına ait asit oranları ortalama olarak linoleik asit (%74,466), oleik asit (% 13,643), palmitik asit (% 8,980) ve stearik asit (% 1,922) olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.6** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağ örneklerine ait majör ve minör yağ asidi kompozisyonu dağılımı.

Yağ Asitleri		<b>KGB</b>	<b>BKM</b>	<b>KZM</b>	<b>KZB</b>	<b>KDB</b>	<b>KDM</b>	<b>SRB</b>	<b>SRM</b>
<b>Miristik (M)</b>	C 14:0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
<b>Palmitik (PA)</b>	C 16:0	8,80	8,97	8,81	8,71	8,75	9,32	9,12	9,09
<b>Palmitoleik (PO)</b>	C 16:1	0,10	0,12	0,11	0,09	0,11	0,12	0,12	0,13
<b>Margarik (MG)</b>	C 17:0	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
<b>Margoleik (MGO)</b>	C 17:1	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
<b>Stearik (SA)</b>	C 18:0	1,95	1,88	1,98	1,92	1,89	1,82	1,99	1,96
<b>Oleik (OA)</b>	C 18:1	13,43	14,34	13,13	13,12	12,84	13,96	13,57	14,24
<b>Linoleik (LO)</b>	C 18:2	74,81	73,87	75,08	75,27	75,52	74,00	74,28	73,71
<b>Linolenik (LN)</b>	C 18:3	0,55	0,46	0,50	0,52	0,54	0,44	0,54	0,48
<b>Araşidik(A)</b>	C 20:0	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08
<b>Gadoleik(GA)</b>	C 20:1	0,06	0,05	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,05
<b>Beharik (B)</b>	C 22:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
<b>Lignoserik (LG)</b>	C 24:0	0,09	0,11	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11	0,15



#### **4.7 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler**

Afyonkarahisar İlinin Sandıklı İlçesinin farklı lokasyonlarından alınan haşhaş tohumlarının soğuk pres yağı örneklerinde yapılan GC- Kapiler kolon yağ asidi analiz bulgularına dayalı olarak hesaplanan parametrelere ilişkin bulgular Çizelge 4.7.1' da topluca verilmiştir. Araştırma yağ örneklerinde beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan parametreler olarak; SFA (Doymuş yağ Asitleri) % 10,87 (KDB) – 11,42 (SRM), MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri) % 13,01 (KDB) – 14,51 (BKM), PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) % 74,18 (SRM)–76,05 (KDB) ve UFA (Toplam Doymamış Yağ Asitleri) % 88,54 (SRB)–89,13 (KDB) arasında bir değişim göstermiştir. Oksidatif stabilite açısından önem taşıyan OA/LN oranı değişimi 0,17 (KDB, KZB, KZM)–0.19 (BKM, KDM, SRM); beslenme fizyolojisi bakımından önemli olan LO/LN oranı 136,52 (KGB)–168,17 (KDM) arasında değişmiştir (Çizelge 4.7)

Haşhaş yağında bulunan iyot sayısı, GC analizi sonuçları göz önüne alınarak Maestri vd. (1998) formülüne göre hesaplanmış ve Çizelge 13' te verilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre iyot sayısı (IS) değerleri 148,11 ( KDM) ile 150,10 (KDB) aralığında bulunmuştur. Diğer önemli parametreler im değişimleri Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) 3378,53 (SRM)-3464,82 (KDB), TOSİ (Teorik Oksidatif stabilite saat) 1,43 (KDB)–1,81 saat (KDM) , Cox (Oksitlenebilirlik) 7,84 (SRB)-8,02 (KDB) aralığındadır (Çizelge 4.7)

**Çizelge 4.7** Haşhaş yağlarına ait yağ asitleri profiline göre hesaplanan değerlere ilişkin sonuçlar.

	<b>BKM</b>	<b>KDB</b>	<b>KDM</b>	<b>KGB</b>	<b>KZB</b>	<b>KZM</b>	<b>SRB</b>	<b>SRM</b>
<b>SFA</b>	11,10	10,87	11,37	10,98	11,04	10,88	11,38	11,42
<b>MUFA</b>	14,51	13,01	14,13	13,59	13,30	13,27	13,74	14,42
<b>PUFA</b>	74,33	76,05	74,44	75,36	75,58	75,79	74,81	74,18
<b>UFA</b>	88,80	89,13	88,57	88,94	88,87	89,11	88,54	88,62
<b>OA/LO</b>	0,19	0,17	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19
<b>LO/LN</b>	160,58	141,16	168,17	136,52	149,56	144,75	138,84	155,83
<b>UFA/ SFA</b>	8,00	8,20	7,79	8,10	8,05	8,19	7,78	7,76
<b>IS</b>	148,26	150,10	148,11	149,39	149,49	149,86	148,52	147,93
<b>Ox Succ</b>	3384,52	3464,82	3387,90	3435,02	3442,15	3452,51	3409,75	3378,53
<b>TOSİ</b>	1,73	1,43	1,81	1,53	1,46	1,52	1,69	1,78
<b>Cox</b>	7,85	8,02	7,96	7,96	8,00	7,97	7,84	7,92

SFA (Doymuş Yağ Asitleri): Miristik (MA) [C14:0], Palmitik (PA) [C16:0], Margarik (MG) [C17:0], Stearik (SA) [C18:0], Araşidik (A) [C20:0], Behenik (B) [C20:0], Lignoserik (LG) [C24:0].

MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri): Palmitoleik (PO) [C16:1], Margarik (MGO) [C17:1], Oleik (OA)[C18:1], Gadoleik (G) [C20:1].

PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri): Linoleik (LO) [C18:2], Linolenik (LN) [C18:3]

UFA ( Toplam Doymamış Yağ asitleri): MUFA 4 PUFA

İS (İyot Sayısı); Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık), TOSİ (Teorik Oksidatif Stabilite saat), Cox (Oksitlenebilirlik)

#### **4.8 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Minör ve Majör Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular**

Afyonkarahisar İlinin Sandıklı İlçesinin farklı lokasyonlarından sağlanan haşhaş tohumlarının soğuk pres yağ örneklerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan majör ve minör triaçilgliserol (TAG) profili analizi sonuçları Çizelge 4.8’de topluca verilmiştir. TAG sonuçlarına göre trigliserid bileşenlerinin çoğunda linoleik asidin β pozisyonunda trigliserid içeriği yüksektir. Bu nedenle oda sıcaklığında sıvı halde bulunmaktadır.

Araştırma yağ örneklerinde majör TAG bileşenleri sırasıyla LLL (1,2,3-trilinoleylglycerol veya trilinolein), PLL (2,3-dilinoleyl-1-palmitoylglycerol), OLL

((1,2-dilinoleyl-3-oleylglycerol), PLO (palmitoyl-2-oleyl-3-linoleylglycerol ve LOO (1,2-dioleyl-3 linoleylglycerol) olduğu belirlenmiştir. Soğuk pres haşaş yağ örneklerindeki diğer önemli minör TAG bileşenleri OOO (1,2,3-trioleylglycerol veya triolein) ve POO (2,3-dioleyl-1-palmitoylglycerol) olarak yer almıştır (Çizelge 4.8.1). Çizelge 4.8’de görüldüğu gibi soğuk pres haşaş yağ örneklerine ait majör TAG bileşenlerinin değişimleri sırasıyla LLL % 40,01 (KZM)- 43,56 (KDB), PLL % 19,06 (KZM) – 20,14 (SRB), OLL değer % 17,21 (KDB)-18,61 (KZB), PLO değer ise % 8,41 (KGB)-10,19 (KZM) ve LOO değer % 3,10 (SRM)-6,87 (KZM) aralığında a bulunmuştur. Diğer önemli minör TAG bileşenleri ise sırasıyla POO değer % 1,53 (KGB )-2,40 (KZB) ve OOO değer 0,74 (SRB )-1,17 (KZB) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.8) bulunmuştur.

**Çizelge 4.8** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait majör ve minör TAG bileşenleri ve bunlara ilişkin parametre bulguları.

	<b>LLL</b>	<b>LOLn</b> <b>+POLL</b>	<b>OLL</b>	<b>PLL</b>	<b>LOO+</b> <b>PLnP</b>	<b>PLO + SLL</b>	<b>PLP</b>	<b>OOO</b>	<b>SLO +</b> <b>POO</b>	<b>POP</b>	<b>POS</b>
BKM	40,84 <sup>E</sup> ±0,17	0,44 <sup>C</sup> ±0,01	17,89 <sup>B</sup> ±0,19	19,50 <sup>D</sup> ±0,00	6,39 <sup>A</sup> ±0,00	10,13 <sup>A</sup> ±0,33	0,54 <sup>A</sup> ±0,12	1,06 <sup>A</sup> ±0,15	2,20 <sup>A</sup> ±0,08	0,56 <sup>A</sup> ±0,05	0,34 <sup>A</sup> ±0,03
KDB	43,56 <sup>A</sup> ±0,04	0,49 <sup>A</sup> ±0,00	17,21 <sup>E</sup> ±0,00	19,67 <sup>C</sup> ±0,03	5,43 <sup>B</sup> ±0,01	9,37 <sup>A</sup> ±0,01	0,47 <sup>A</sup> ±0,00	0,86 <sup>A</sup> ±0,06	1,91 <sup>A</sup> ±0,00	0,72 <sup>A</sup> ±0,04	0,25 <sup>A</sup> ±0,08
KDM	41,17 <sup>D</sup> ±0,00	0,46 <sup>B</sup> ±0,00	17,82 <sup>B</sup> ±0,01	20,03 <sup>B</sup> ±0,02	6,19 <sup>B</sup> ±0,01	10,00 <sup>A</sup> ±0,00	0,46 <sup>A</sup> ±0,01	0,90 <sup>A</sup> ±0,00	2,07 <sup>A</sup> ±0,01	0,57 <sup>A</sup> ±0,09	0,26 <sup>A</sup> ±0,07
KGB	42,77 <sup>B</sup> ±0,04	0,49 <sup>A</sup> ±0,00	17,58 <sup>D</sup> ±0,02	19,45 <sup>D</sup> ±0,01	5,82 <sup>B</sup> ±0,01	8,41 <sup>A</sup> ±2,48	0,64 <sup>A</sup> ±0,22	1,07 <sup>A</sup> ±0,35	1,53 <sup>B</sup> ±0,71	0,39 <sup>B</sup> ±0,21	0,27 <sup>A</sup> ±0,08
KZB	40,01 <sup>G</sup> ±0,05	0,47 <sup>B</sup> ±0,00	18,49 <sup>A</sup> ±0,01	18,93 <sup>F</sup> ±0,04	6,85 <sup>A</sup> ±0,00	10,15 <sup>A</sup> ±0,00	0,49 <sup>A</sup> ±0,01	1,17 <sup>A</sup> ±0,04	2,40 <sup>A</sup> ±0,03	0,57 <sup>A</sup> ±0,01	0,38 <sup>A</sup> ±0,01
KZM	40,26 <sup>F</sup> ±0,03	0,46 <sup>B</sup> ±0,00	18,61 <sup>A</sup> ±0,02	19,06 <sup>E</sup> ±0,01	6,87 <sup>A</sup> ±0,01	10,19 <sup>A</sup> ±0,01	0,47 <sup>A</sup> ±0,00	0,97 <sup>A</sup> ±0,07	2,21 <sup>A</sup> ±0,03	0,56 <sup>A</sup> ±0,06	0,25 <sup>A</sup> ±0,00
SRB	42,14 <sup>C</sup> ±0,18	0,50 <sup>A</sup> ±0,00	17,68 <sup>C</sup> ±0,12	20,14 <sup>A</sup> ±0,04	5,79 <sup>B</sup> ±0,09	9,89 <sup>A</sup> ±0,03	0,53 <sup>A</sup> ±0,007	0,74 <sup>C</sup> ±0,06	1,89 <sup>A</sup> ±0,25	0,43 <sup>B</sup> ±0,18	0,21 <sup>B</sup> ±0,02
SRM	41,02 <sup>E</sup> ±0,04	0,47 <sup>B</sup> ±0,00	17,86 <sup>B</sup> ±0,07	20,10 <sup>A</sup> ±0,08	3,10 <sup>B</sup> ±4,31	10,13 <sup>A</sup> ±0,01	0,47 <sup>A</sup> ±0,01	0,83 <sup>C</sup> ±0,01	2,09 <sup>A</sup> ±0,04	0,56 <sup>A</sup> ±0,04	0,27 <sup>A</sup> ±0,08

\*Değerler iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır. A,B,C,D,E,F,G Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

#### TAG Bileşenlerinin Açılımları

LLL (1,2,3-trilinoleylglycerol), LOLn (1-linoleoyl-2-oleoyl-3linolenoyl), POLL (1-dipalmitoyl-2-oleoyl-3-dilinoleoyl); OLL (1,2-dilinoleoyl-3-oleylglycerol), PLL (2,3-dilinoleoyl-1-palmitoylglycerol); LOO (1,2-diöleoyl-3-linoleylglycerol), PLnP (1,3-dipalmitoyl, 2-linolenoyl), PLO (palmitoyl-2-oleyl-3-linoleylglycerol), SLL (2,3-dilinoleoyl-1palmitoylglycerol), PLP 1,3-dipalmitoyl-2-linoleoyl; OOO (1,2,3-trioleylglycerol), SLO (1-stearoyl-2-linoleoyl-3-oleoyl), POO (2,3-diöleoyl-1-palmitoylglycerol), POP (1,2-dipalmitoyl-3-oleylglycerol) ; POS (1-stearoyl-2-palmitoyl-3-oleylglycerol)

#### **4.9 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Triaçilgliserol Profiline Göre Hesaplanan Değerler**

Afyonkarahisar İlinin Sandıklı İlçesinin farklı lokasyonlarından sağlanan haşhaş tohumlarının soğuk pres yağ örneklerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan majör ve minör triaçilgliserol (TAG) profiline göre hesaplanan parametreler Çizelge 4.9’de topluca verilmiştir.

Çizelge 4.9’de verildiği üzere, araştırmada analiz edilen soğuk pres haşhaş yağ örneklerinde Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 % 40,47 (KZB)- 44,05 (KDB), ECN 44 % 36,88 (KDB)- 37,82 (SRM), ECN 46 % 13,70 (SRM)-17,53 (KZM), ECN 48 % 2,98 (KGB)-4,14 (KZB) ve ECN 50 % 0,21 (SRB)-0,38 (KZB) arasında tespit edilmiştir. TAG bileşenlerine göre hesaplanan diğer parapetlerin değişimi ise PLO /OOO oranı 7,95 (KGB) – 13,51 (SRB); PLL/OLL oranı (1,02 (KZB ve KZM) – 1,14 (SRB ve KDB); ECN48/ECN44 oranı 0,31 (SRM) – 0,72 (KGB) ve OOO/ POO 0,39 (SRB) – 0,84 (KGB) arasında olmuştur.

**Çizelge 4.9** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait TAG Bileşenlerine dayalı olarak hesaplanan parametre bulguları.

	ECN 42	ECN 44	ECN 46	ECN 48	ECN 50	PLO/ OOO	PLL/ OLL	ECN48/ ECN46	LOO/ PLO	OOO/ POO
BKM	41,28 <sup>E</sup> ±0,16	37,39 <sup>C</sup> ±0,19	17,05 <sup>A</sup> ±0,45	3,81 <sup>A</sup> ±0,18	0,34 <sup>A</sup> ±0,03	9,72 <sup>E</sup> ±1,68	1,09 <sup>A</sup> ±0,01	0,22 <sup>A</sup> ±0,01	0,64 <sup>A</sup> ±0,02	0,48 <sup>A</sup> ±0,06
KDB	44,05 <sup>A</sup> ±0,04	36,88 <sup>D</sup> ±0,04	15,26 <sup>A</sup> ±0,00	3,48 <sup>B</sup> ±0,03	0,25 <sup>A</sup> ±0,08	10,99 <sup>B</sup> ±0,81	1,14 <sup>A</sup> ±0,00	0,23 <sup>A</sup> ±0,00	0,58 <sup>A</sup> ±0,00	0,45 <sup>A</sup> ±0,04
KDM	41,63 <sup>D</sup> ±0,00	37,85 <sup>A</sup> ±0,01	16,65 <sup>A</sup> ±0,02	3,54 <sup>A</sup> ±0,11	0,26 <sup>A</sup> ±0,08	11,10 <sup>E</sup> ±0,00	1,13 <sup>A</sup> ±0,01	0,22 <sup>A</sup> ±0,01	0,62 <sup>A</sup> ±0,00	0,44 <sup>A</sup> ±0,01
KGB	43,26 <sup>B</sup> ±0,04	37,03 <sup>D</sup> ±0,04	14,86 <sup>A</sup> ±2,72	2,98 <sup>C</sup> ±0,57	0,27 <sup>A</sup> ±0,08	7,94 <sup>B</sup> ±0,25	1,11 <sup>A</sup> ±0,00	0,21 <sup>A</sup> ±0,08	0,72 <sup>A</sup> ±0,21	0,84 <sup>A</sup> ±0,62
KZB	40,47 <sup>G</sup> ±0,04	37,41 <sup>C</sup> ±0,04	17,49 <sup>A</sup> ±0,01	4,14 <sup>A</sup> ±0,08	0,38 <sup>A</sup> ±0,01	8,68 <sup>E</sup> ±0,31	1,02 <sup>A</sup> ±0,00	0,24 <sup>A</sup> ±0,01	0,67 <sup>A</sup> ±0,00	0,49 <sup>A</sup> ±0,01
KZM	40,72 <sup>F</sup> ±0,03	37,60 <sup>B</sup> ±0,04	17,53 <sup>A</sup> ±0,03	3,74 <sup>A</sup> ±0,10	0,25 <sup>A</sup> ±0,00	10,54 <sup>B</sup> ±0,78	1,02 <sup>A</sup> ±0,00	0,22 <sup>A</sup> ±0,01	0,67 <sup>A</sup> ±0,00	0,44 <sup>A</sup> ±0,04
SRB	42,64 <sup>C</sup> ±0,18	37,82 <sup>A</sup> ±0,16	16,20 <sup>A</sup> ±0,13	3,05 <sup>C</sup> ±0,49	0,21 <sup>B</sup> ±0,02	13,51 <sup>A</sup> ±1,21	1,14 <sup>A</sup> ±0,00	0,19 <sup>A</sup> ±0,03	0,59 <sup>A</sup> ±0,01	0,39 <sup>A</sup> ±0,01
SRM	41,49 <sup>D</sup> ±0,04	37,96 <sup>A</sup> ±0,01	13,70 <sup>A</sup> ±4,31	3,47 <sup>B</sup> ±0,07	0,27 <sup>A</sup> ±0,08	12,28 <sup>A</sup> ±0,08	1,13 <sup>A</sup> ±0,01	0,27 <sup>A</sup> ±0,08	0,31 <sup>B</sup> ±0,43	0,40 <sup>A</sup> ±0,01

\*Değerler iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır. A,B,C,D,E,F,G Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

#### Eşdeğer Karbon sayısı (ECN) Değerlerini Oluşturan TAG Bileşenlerinin Dağılımı

1. LLL; 2. LOLn +POLL; 3. PLLn (ECN 42); 4. OLL; 5.PLL; 7. POLn (ECN 44); 8. LOO + PLnP; 9. PLO +SLL; 10. PLP (ECN 46); 11. OOO; 12.–13. SLO + POO; 14. POP (ECN 48); 15. POS (ECN 50).

#### 4.10 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Alfatokoferol Analizine İlişkin Sonuçlar

Afyonkarahisar İlinin Sandıklı İlçesinin farklı lokasyonlarından sağlanan haşhaş tohumlarının soğuk pres yağ örneklerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan sonuçları Çizelge 4.10 'de topluca verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre haşhaş çeşitlerine ait alfatokoferol sonuçları 101,04 (KZM) ile 43,52 (KDM) aralığında bulunmuştur

**Çizelge 4.10** Soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait alfa tokoferol sonuçları.

	<b>TOKOFEROL (mg/kg)</b>
BKM	55,10 <sup>E</sup> ±1,76
KDB	99,50 <sup>B</sup> ±1,69
KDM	43,52 <sup>G</sup> ±0,73
KGB	89,57 <sup>C</sup> ±0,59
KZB	104,28 <sup>A</sup> ±1,45
KZM	101,04 <sup>B</sup> ±2,06
SRB	61,32 <sup>D</sup> ±0,08
SRM	46,61 <sup>F</sup> ±0,98

\*Değerler iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır. A,B,C,D,E,F,G Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 5.1 Haşhaş Tohum ve Yağlarına İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

#### 5.1.1 Haşhaş Tohumlarında Yapılan Nem, Yağ, Kül ve Protein Tayini Analizlerine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi

Haşhaş tohumlarında nem içeriği % 3,6-4,7 aralığında bulunmuştur. Azcan vd. (2004) Afyon ilinden aldıkları üç farklı haşhaş örneğinde örneklerin nem içeriğini %6,4 bulmuştur. Abudak (2014) yapmış olduğu çalışmada haşhaş tohumları nem içeriğini % 4,21-5,23 arasında değiştiğini bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006) ise haşhaş tohumu nem içeriklerini % 3,39-4,76 arasında tespit etmiştir. Bulunan analiz sonuçları iki çalışma ile de uyumludur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde nem içeriğini % 6,4 bulmuştur. Bu çalışmada bulunan analiz sonuçları diğer çalışmalarla benzer ve uyumludur.

Yağ verimi analizine göre ise kuru maddede yağ içeriği % 37,18-43,32 aralığında bulunmuştur. Azcan vd. (2004) Afyon ilinden aldıkları haşhaş örneklerine yağ verimlerini sarı, beyaz ve mavi haşhaş tohumları için sırasıyla 49,2%, 36,8% ve 33,6% olarak bulmuşlardır. Özcan ve Atalay (2006) % 32,43-45,52 aralığında bulmuştur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde çözgen ekstraksiyonu ile yağ verimleri sarı, beyaz ve mavi haşhaş tohumları için sırasıyla % 49,2, % 36,8 ve %33,6 olarak bulunmuştur. Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir'den temin edilen keten, aspir ve haşhaş tohumlarında, haşhaş tohumlarının yağ içeriğini % 49,9 olarak bulmuştur. Cengiz vd. (2012) farklı renkte haşhaş tohumlarının (mavi, kahverengi ve beyaz) yağ oranını %44.29–51.74 aralığında bulmuştur. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Haşhaş yağından elde edilen yağ veriminde değişikliğe sebep olan faktörler tohum türü, yetiştirme koşulları, iklim bölgesi olduğu düşünülmektedir. Hlinková vd. (2012) farklı yıllara ait farklı haşhaş çeşitlerinde yaptıkları araştırmada toplam yağ içeriği % 40,8 ile % 50,1 arasında bulunmuştur. Abudak (2014) çalışmasında haşhaş tohumlarında yağ verim



oranını % 40,35- 49,93 aralında bulmuştur. Yağ oranında renge bağlı değişimin gözlemlendiği, sarı renkli haşhaş tohumlarında daha yüksek yağ içeriği mevcut olduğunu, mavi renki tohumlarda daha az yağ içeriği bulunduğunu bildirmiştir. Dündar Emir (2014) ülkemizde yaygın olarak ekimi yapılan haşhaş örneklerinde çeşitli ön işlemler (kavurma, enzim..) uygulanmasından sonra yağ verimini %21- 38 olarak bulmuştur. Maden ve Yalçın (2017) beyaz, sarı ve gri renkli üç farklı haşhaş tohumunda yağ oranını sırasıyla % 53,85, % 49,85 ve % 49,17 olarak bulmuştur. Maden ve Yalçın (2017) bulguları hariç çalışma sonuçlarımız literatür çalışmaları ile benzer ve uyumludur.

Haşhaş tohumu örneklerinin toplam mineral madde içeriğini gösteren kül analizine göre kuru maddede kül oranı % 6,418-7,349 aralığında bulunmuştur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde kül miktarını % 5,7 (sarı) olarak tespit etmiştir. Özcan ve Atalay (2006) çalışmasında kül oranlarını % 4,92-6,25 aralığında bulmuştur. Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir'den temin edilen haşhaş tohumlarında % 5,59 kül içeriği belirlenmiştir. Abudak (2014) çalışmasında kül oranlarını % 6,528-7,229 aralığında tespit etmiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar Azcan vd. (2004) çalışmasının, Özcan ve Atalay (2006) çalışmasının, Bozan ve Temelli (2008) çalışmasının üzerinde ancak Abudak (2014) çalışması ile uyumlu bulunmuştur.

Haşhaş yağı örneklerinde protein tayini analiz sonuçları % 34,49-39,44 (kuru maddede) aralığında bulunmuştur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde toplam protein miktarını % 21,8 (sarı), 21,9 (Beyaz) ve % 22,7 (mavi) bulmuştur. Ayrıca protein içeriklerinin renge bağlı olarak küçük bir varyasyon gösterdiğini, mavi renkli haşhaşların daha fazla protein içerdiğini söylemiştir. Özcan ve Atalay (2006) Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohumuna ait yapılan çalışmada ham protein oranını % 11,94-13,58 bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006) Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohumunda yaptığı analizlerde haşhaş tohumunda bulunan ham protein oranını % 11,94- 13,58 olarak bulmuştur. Bozan ve Temelli (2008) çalışmasında % 21,6 protein Arslan (2009) ise % 18-27 oranında, bulmuştur. Cengiz vd. (2012), farklı renkte haşhaş tohumlarının (mavi, kahverengi ve

beyaz) protein düzeylerini % 24,83–26,64 aralığında bulmuştur. Araştırmada kullanılan haşhaş tohumu örneklerine ait protein bulguları literatür sonuçlarından dikkate değer düzeyde yüksek bulunmuştur.

### **5.1.2 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Refraktif İndeks(RI), Serbest Yağ Asit Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS) ve Oksidatif Stabilité (İndüksiyon Periyodu [IP]) Bulgularının Değerlendirilmesi**

Soğuk pres haşhaş yağı örneklerine ait refraktif indeks değeri yağların saflık dereceleri ve doymamışlık dereceleri tespit edilebilmekte olup soğuk pres haşhaş yağ örneklerinin RI değerleri 1,4743 ile 1,4758 aralığında bulunmuştur. Dündar Emir vd. (2015) çalışmalarında refraktif indeks değerini 1,474-1,476 aralığında, Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde refraktif indeks 1,4709 bulmuş, Özcan ve Atalay (2006) ise refraktif indeks değerini 1,4773 bulmuştur. Cengiz vd. (2012), farklı renkte haşhaş tohumlarının (mavi, kahverengi ve beyaz) refraktif indeks değerleri 1,4716–1,4722 aralığında bulunmuştur. Dündar Emir (2014) ülkemizde yaygın olarak ekimi yapılan tescilli haşhaş tohumu çeşitlerinde kırılma indisini 1,474-1,476 aralığında bulunmuştur. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020 a) ise 1,4758-1,4765 aralığında bulunmuştur. Bulunan sonuçlar bu değerlere çok yakındır. Geçgel vd. (2015) farklı bitkisel kaynakların (üzüm çekirdeği, nar çekirdeği, hurma çekirdeği, keten tohumu, aspir tohumu ve altın çilek) tohumlarından soğuk pres ile elde ettikleri yağlarda refraktif indeks değerlerini 1,4586 (hurma çekirdeği yağı)- 1,5110 (nar çekirdeği yağı) aralığında bulmuşlardır. Haşhaş yağına ilişkin RI değerleri Geçgel vd. (2015) bulgularından oldukça farklıdır. Araştırma bulguları literatür sonuçları ile benzer ve uyumludur. Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Anonim 2012) ve CAC FAO/WHO kodeksinde (Anonim 2019 b) haşhaş yağına ait refraktif indeks değeri yer almamaktadır.

Haşhaş yağlarında yapılan serbest asidi miktarı (SYA) sonuçlarına göre serbest yağ asit miktarı 1,37- 3,17 (% oleik asit) aralığında bulunmuştur. SYA değeri en yüksek KGB bulunurken en düşük KDB olarak tespit edilmiştir. Bulunan değerler TGK Bitki Adı ile Anılan Yağlar tebliğinde (Anonim 2012) belirtilen maksimum sınırı (asit sayısı

cinsinden hesaplanan % 4 oleik asit değeri) aşmamaktadır. Wagner vd. (2003) haşhaş tohumlarında yaptıkları çalışmada asit değerini 3,2 olarak bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006) yapılan çalışmalarında, Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohuma ait yapılan çalışmada yağ örneklerinin serbest yağ asidi miktarı % 1,015-3,194 aralığında bulmuşlardır. Czaplicki vd. (2011) tarafından yapılan asitlik analizine göre asit değeri ceviz yağı için 0,80 mg KOH/ g, haşhaş tohumu yağı için ise 4,82 mg KOH/ g olarak belirlenmiştir. Dünder Emir (2014) asit sayısını 1,30-6,9 (% linoleik asit) aralığında bulmuşlardır. Köseoğlu vd. (2019) çalışmalarında natürel zeytinyağında serbest yağ asitliğini 0,30-0,64 (% oleik asit) aralığında bulmuştur. Dobrowski vd.(2020) asit sayısı değerini soğuk preslenmiş haşhaş yağı örneklerde 2,40-6,93 mg KOH/ g ve Czaplicki vd. (2011) asit sayısını haşhaş yağında 4,82 mg KOH/ g olarak tespit etmiştir. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020 a) preslemeyle elde edilen haşhaş yağlarında serbest yağ asitliğini % 1,02-2,90 aralığında bulmuşlardır. Bu çalışmada bulunan asitlik değeri literatürle uyumludur. Geçgel vd. (2015) farklı bitkisel kaynakların (üzüm çekirdeği, nar çekirdeği, hurma çekirdeği, keten tohumu, aspir tohumu ve altın çilek) tohumlarında SYA miktarını % oleik asit cinsinden 0,15 (hurma yağı)-1,24 (ceviz yağı) aralığında bulmuşlardır. Veličkovska vd (2015) tarafından Makedonya (İştıp) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (ayçiçeği, keten tohumu, kenevir, kayısı çekirdeği, susam, kabak, çörek otu, kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı+ kenevir + keten yağı) soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarında SYA değeri 0,10 [keten] – 1,25 [kolza] aralığında bulunmuştur. Geçgel vd. (2017) yapılan çalışmada , soğuk pres yöntemiyle elde edilen ceviz yağlarında serbest asitlik (% oleik asit cinsinden) 0,38 olarak bulunmuştur. Soğuk pres haşhaş yağı örneklerin ait SYA miktarı sonuçları haşhaş yağına ilişkin literatür bulguları ile uyumlu bulunmuştur. Natürel zeytinyağı bulguları ile diğer soğuk pres bitkisel yağlara ilişkin sonuçlara göre ise araştırma bulguları düşük bulunmuştur. Serbest yağ asidi miktarı veya Asit sayısı değeri, yağlardaki serbest yağ asitlerinin varlığının bir göstergesi olup, bu durum tohum veya meyvedeki trigliseritlerin hidrolizinden ve/veya eksik lipit sentezinden kaynaklanmaktadır. Yapılan bir araştırmada incelenen yağ örnekleri için ceviz yağı için 0,80 mg KOH / g'dan haşhaş tohumu yağı için 4,82 mg KOH / g'ye kadar geniş bir asit sayısı değeri aralığı belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre incelenen oksidasyon derecesi ve yağların linoleik-oleik asit oranına göre linoleik asit oksidasyon hızı oleik aside göre

10-40 kat, linolenik asit oksidasyon hızı ise linoleik aside göre 2-4 kat daha yüksektir (Czaplicki vd. 2011). SYA miktarının % 3'u geçtiği durumda yağda ekşi ve yakıcı lezzetler duyuşsal olarak kolaylıkla algılanabilir hale geldiği için, yüksek SYA içeren yağlar tüketiciler açısından artık kabul edilemez bir ürün haline gelmektedir. Yağlarda serbest asitlik miktarının yüksekliği durumunda, en azından nötralizasyon işleminin uygulanması gerekecektir. Halbuki bitkisel tohum ve meyvelerden soğuk pres yağı üretmenin esas amacı hiçbir rafinasyon işlemi yapılmaksızın doğrudan tüketilebilir kalitede bir yağ üretmektir.

Soğuk pres haşhaş yağı örneklerinde peroksit sayısı (PS) 1,33-3,55 meq O<sub>2</sub>/ kg aralığında bulunmuştur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde peroksit sayısı 39 meqO<sub>2</sub>/ kg yağ olarak bulunmuştur. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar yaklaşık olarak bu aralıktadır. Czaplicki vd. (2011) ve Dünder Emir (2014) peroksit değerlerini 0,68-4,37 meq O<sub>2</sub>/ kg olarak bulmuşlardır. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020 a) peroksit değerlerini 1,99-5,96 meq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> aralığında bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonuçları literatür ile uyumludur. Geçgel vd. (2015) farklı bitkisel kaynakların (üzüm çekirdeği, nar çekirdeği, hurma çekirdeği, keten tohumu, aspir tohumu ve altın çilek) tohumlarında soğuk presleme yöntemiyle elde ettiği yağlarda PS (meqO<sub>2</sub>/kg) değerini 0,3 (hurma çekirdeği)-7,5 (üzüm çekirdeği) olarak bulmuşlardır. Veličkowska vd. (2015) tarafından Makedonya (İştıp) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (Ayçiçeği, Keten tohumu, Kenevir, Kayısı çekirdeği, Susam, Kabak, Çörek otu, Kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı+ kenevir + keten yağı) soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarında PS değeri (meqO<sub>2</sub>/kg) 0,7 [susam] – 705 [çörekotu] aralığında bulunmuştur. Geçgel vd. (2017) yapılan çalışmada , soğuk pres yöntemiyle elde edilen ceviz yağlarında peroksit sayısı 5,24 meq O<sub>2</sub>/kg olarak tespit edilmiştir. Soğuk pres ile elede edilmiş haşhaş yağı örneklerine ait PS bulguları diğer literatür sonuçları ile genel olarak benzer ve uyumlu olmakla birlikte oldukça yüksek PS değerleri de içermiştir. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri üzerine yaptıkları araştırmada peroksit sayısı değerini 10,37 – 25,40 (meq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> yağ) aralığında bulmuşlardır. Natürel zeytinyağı bulguları soğuk pres haşhaş yağı PS değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bitki Adı İle

Anılan Yağlar Tebliğine (Anonim 2012) ve CAC FAO/ FAO (Anonim 2019 b) kodeksine göre soğuk preslenmiş ve natürel yağlarda asit sayısı en çok 4 mg KOH/ g (maksimum yaklaşık % 3 oleik asit içeren SYA karşılık gelmektedir) ve peroksit değeri ise 15 meq O<sub>2</sub>/ kg değerini aşmamalıdır. Bu çalışmada soğuk presleme ile elde edilen haşhaş yağlarına ait SYA ve PS değerleri ilgili kodeks sınırlarına uygun bulunmuştur.

Haşhaş yağı örneklerinde ransimat cihazında tespit edilen oksidatif stabilite (indüksiyon zamanları 120 °C) ise 1,93 ile 3,47 saat aralığında bulunmuştur. Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan çalışmada haşhaş yağının oksidatif stabilitesi (110° C ve 20 l/saat) örnekler içinde en yüksek değer olarak 5.56 saat olmuştur. Bu değeri sırasıyla en aza doğru aspir ve keten yağı izlemiştir. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağı örneklerinde indüksiyon periyodu değerlerini 2,91-5,11 saat aralığında bulmuştur. Bu çalışmada bulunan değerler Köseoğlu vd. (2019) değerlerine göre düşüktür. Bu sonuç gösteriyor ki bu çalışmada kullanılan haşhaş yağlarının raf ömürleri Köseoğlu vd. (2019) çalışmasında kullanılan natürel zeytinyağı raf ömürlerinden daha kısadır. Dabrowski vd. (2020) haşhaş yağında indüksiyon süresini 3,51-7,92 saat aralığında bulmuşlardır. Veličkowska vd. (2015) tarafından Makedonya (İştıp) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (ayçiçeği, keten tohumu, kenevir, kayısı çekirdeği, susam, kabak, çörek otu, kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı + kenevir + keten yağı) soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarında oksidatif stabilite (120 °C) değerleri değişimi 1,4 (Keten) – 10,9 saat (susam) olarak bulunmuştur. Haşhaş yağı örneklerine ilişkin sonuçlarımız genel olarak literatür bulguları içerisine girmektedir. Oksidatif kararlılık katı ve sıvı yağların kalitesini devam ettirmede önemli bir parametredir. Tohum yağlarında oksidatif kararlılık yağ asitleri kompozisyonu ile tokoferol, tokotrienol gibi minör bileşenlerden çok fazla etkilenir. Oksidasyon prosesi temel olarak PUFA yağ asitlerinin degradasyonunu içerir ve fonksiyonel özellikler ile besleyici değerin düşmesine neden olan serbest radikaller oluşur. Tokoferoller ve tokotrienoller gıdalarda doymamış yağ asitlerinin oksidasyona karşı korunmasında görev alan önemli antioksidanlardır ve fenolikler gibi diğer antioksidanlar ile birlikte insan vücudunda oksidatif strese karşı etkili bir koruma sağlarlar (Bozan ve Temelli, 2008). Araştırma örneklerinde yapılan korelasyon analizinde oksidatif stabilite açısından önem taşıyan bazı parametreler arasında (p<0,05) seviyesinde önemli IP – UFA =-0,543; OA / LO –

TOSİ = 0,933; PUFA – Cox = 0,633; PUFA – Ox Suc = 0,998 ve UFA – Cox = 0,708 ilişkiler belirlenmiştir. Czaplicki vd. (2011) çalışmasında incelediği oksidasyon oranı ve linoleik- oleik asit oranına göre linoleik asit oksidasyon oranının oleik asit oksidasyon oranına göre 10- 40 kat, linolenik asit oksidasyon oranının ise linoleik aside göre 2-4 kat fazla olduğu bilgisini açıklamıştır. Haşhaş yağı yüksek oranda PUFA 'lardan linoleik (C 18:2) yağ asidi içermektedir. İndüksiyon zamanı üzerine bunun da önemli etkisi vardır.

### **5.1.3 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Klorofil ve Toplam Karotenoid Analizlerine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi**

Soğuk presleme yöntemi ile üretilen haşhaş yağı örneklerinde toplam klorofil sonuçları 0,05-1,50 mg/kg aralığında bulunmuştur. Özbek Aksoylu ve Günç Ergönül (2020 a) çalışmasında klorofil değerlerini 0,03-9,04 arasında bulmuştur. Bu değer tohum rengine göre değişmektedir. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri çalışmasında klorofil sonuçlarını 1,46-4,48 mg/kg aralığında bulmuştur.

Soğuk presle elde edilen haşhaş yağı örneklerinde toplam karotenoid sonuçları değişimi 0,20-0,83 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri çalışmasında karotenoid sonuçlarını 1,20-1,98 mg/kg aralığında, Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020a) ise çalışmalarında karotenoid miktarını 0,08-0,24 mg/kg aralığında bulmuştur. Ayrıca 50 mg / kg' dan yüksek klorofil konsantrasyonlarının ışık varlığında yağ oksidasyonunu tetikleyebileceğini belirtmiştir. Bulunan sonuçlar literatür ile uyumlu ve bu değeri aşmamaktadır. Tuberoso vd. (2007) soğuk pres yöntemiyle elde edilen bitkisel yağlarda yaptığı çalışmasında kabak çekirdeği yağında klorofil miktarını 30,8 mg/ kg olarak zeytinyağının klorofil miktarını ise 33,9 mg/ kg olarak bulmuştur.

#### 5.1.4 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde (TFM) ve Antioksidan Aktivite (AA-DPPH) Değerlerinin Değerlendirilmesi

Haşhaş yağı örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 2,16-7,89 mg GAE / 100 g olarak bulunmuştur. Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan Eskişehir'den temin edilen aspir, keten ve haşhaş tohumlarında, haşhaş yağlarında serbest formda fenolik madde içeriği 229 mg/ 100 g, ve esterlenmiş formdaki fenolik içeriği ise 701 mg/ 100 g olmuştur. Fenolik bileşenlerin yağların antioksidan kapasitesine katkısı net olarak bilinmesine karşın bu çalışmada fenolik bileşenler ile oksidatif stabilite arasında korelasyon bulunamadığı belirtilmiştir. Abudak (2014) üç farklı renkteki haşhaş tohumu çeşidinin toplam fenolik madde değerlerini 2,617-2,916 mg GAE / 100 g aralığında, Dündar Emir vd. (2015) ise 1,01-7,59 mg GAE/ 100 g aralığında, Yücel Şengün vd. (2020) mavi ve beyaz haşhaş tohum yağlarında yaptığı analizlerde toplam fenolik madde miktarını 659,5±2,12 ve 275,5±2,12 mg GAE/kg aralığında bulmuştur. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020) 3,41-8,57 mg GAE / 100 g olarak bulmuşlardır. Bu araştırmada bulunan sonuçlar diğer araştırma bulgularıyla benzer aralıktadır. Ancak, toplam fenol içeriğinin agronomik, genomik, hasat öncesi ve hasat sonrası koşullardan ve ayrıca ekstraksiyon için kullanılan çözücünün türü ve polaritesinden etkilenebileceği unutulmamalıdır (Aksoylu Özbek, Günç Ergönül 2020 a). Fenolik maddelerin en önemli etkisi antioksidan aktiviteye sahip olmalarıdır. Yağ çıkarma işleminde ekstraksiyon ya da sıcak pres uygulamaları yağ içerisindeki fenolik maddelere zarar verdiği birçok literatürde açıkça görülmektedir. Bu nedenle soğuk pres işlemi yağda tespit edilecek fenolik madde miktarında oldukça etkilidir. Yücel Şengün vd. (2020) mavi ve beyaz haşhaş tohumlarının yağlarında yaptığı çalışmaya göre toplam fenolik madde miktarını mavi haşhaşta 659,5 mg GAE/ kg , beyaz haşhaşta ise 275,5 mg GAE/ kg olarak tespit etmiştir. Haşhaş yağlarının tokoferol ve antioksidan aktivite gibi özellikleri göz önüne alındığında biyoaktif bileşenlerce zengin ve dolayısıyla antioksidan aktiviteleri yüksek olan gıda ürünleridir. Veličkovska vd. (2015) tarafından Makedonya (İştıp) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (Ayçiçeği, Keten tohumu, Kenevir, Kayısı çekirdeği, Susam, Kabak, Çörek otu, Kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı+ kenevir + keten yağı) soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarında toplam fenolik madde miktarı 37,95 (Kayısı) – 295,8 (Çörekotu) aralığında

bulunmuştur. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri analizlerinde toplam fenolik madde içeriğini 8,50–127,00 mg GAE kg<sup>-1</sup> aralığında tespit etmişlerdir. Fenolik maddeler gıdalarda antimikrobiyal özellik de göstermektedirler. Örneğin baharatlarda bulunan timol, humulan, lupuon gibi maddeler içerdiğinden antimikrobiyal etkiye sahiptir ve gram (+) bakterilere ve küflere karşı etkilidirler. Fenolik bileşikler gıda sanayi yanında ilaç sanayisinde de geniş kullanım alanına sahiptir. Bazı fenolik maddelerin (gallik asit vb) *Clostridium botulinum* 'un A ve B tiplerine karşı etkili olduğu bilinmektedir. Fenolik maddelerin antiviral ve anti tümör etki gösterdikleri, ödem giderici ve antialerjik oldukları da kanıtlanmıştır (Yıldız ve Baysal, 2003). Soğuk pres haşhaş / bazı bitkisel yağların antimikrobiyal etkileri konusunda dikkate değer bazı bulgular bulunmaktadır (Geçgel vd. 2016; Yücel Şengün vd. 2020).

Haşhaş yağı örneklerinde antioksidan aktivite sonuçları % 24,24-48,02 aralığında bulunmuştur. Haşhaş tohumu çeşitlerinin antioksidan aktivite sonuçlarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05) bulunmuştur. Köseoğlu vd. (2019) antioksidan içeriğini natürel zeytinyağlarında alfa tokoferol miktarını 12,93-42,76 mg/ kg yağ, Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020a) ise haşhaş yağında 5,99-7,33 mMTE 100 g<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Abudak (2014) üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş tohumu çeşidinin antioksidan aktivite değerlerinin (DPPH) % 56,50-% 87,30 aralığında olduğunu belirtmiştir. Dündar Emir (2014) ise antioksidan kapasite değerini TEAC değeri olarak 20,26- 43,90 olarak bulmuştur. Yücel Şengün vd. (2020) çalışmasında beyaz ve mavi haşhaş tohum yağlarında antioksidan aktivite içeriğini % 40,35 ve 41,09 aralığında bulmuşlardır. Dabrowski vd. (2020) haşhaş tohumlarında yaptıkları ekstraksiyon işlemiyle elde ettikleri haşhaş yağlarında 122- 133 mg/ kg düzeyinde tokoferol tespit etmişlerdir.



### **5.1.5 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Lovibond Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Haşhaş tohumu örneklerinde yapılan lovibond testinde kırmızılık değeri 0,00 (BKM) ile 4,55 (SRB) aralığında, sarılık değeri ise SRB çeşit haşhaşta 39,00 olup diğer çeşitlerin tümünde 70,00 bulunmuştur. Mavilik değeri tüm örneklerde 0,00 bulunmuştur. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020 a) çalışmalarında ise kırmızılık değerini 1-3 aralığında, sarılık değeri 6-36,9 aralığında, mavilik değeri ise Ofis-3 hariç tüm örneklerde 0,00 bulmuşlardır. Güler (2009) soğuk pres ve rafine ile elde edilen yağlarda yaptığı renk analizinde soğuk pres örneğinde kırmızı değeri ortalama 7,2 rafine yağda ise ortalama 1,5 olarak bulmuştur. Sarılık değerini ise soğuk pres yağda ortalama 70, rafine yağda ise ortalama 13 bulmuştur. Soğuk preslenmiş yağların renk görünüşleri potansiyel tüketici algıları yönünden önem taşımaktadır. Bitkisel yağlardaki renk düzeyindeki gelişme, yağlardaki bazı renklendirici pigmentlerin (klorofil, tokoferol ve  $\beta$ -karoten) varlığına esas olarak ilişkilidir. Klorofilin sahip olduğu yeşil ve kahverengi renk bazı bitkisel yağlarda istenilmeyen bir renk olup, uygun olmayan presleme şartlarını gösterir. Presleme şartları ne kadar şiddetli olursa ekstrakte edilen yağın klorofil içeriği yüksek olur. Yağlarda renk ölçümleri, bu yağların benzer yağları içeren gıdaların genel görünüşlerini nasıl etkileyebileceğini tahmin etmede kullanılabilir (Parker vd. 2003).

### **5.1.6 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Majör ve Minör Yağ Asidi Kompozisyonu Bulgularının Değerlendirilmesi**

Bitkisel yağlarda yağ asitleri kompozisyonu sabit değildir. Genelde yağ bitkilerinde ekolojik, genelde ekolojik, genetik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel etkenlere bağlı olarak değişir. Yağın bileşenlerinden olan gliserol yağ bitkilerinde aynı şekilde bulunmaktadır. Ancak yağı oluşturan diğer unsurlar olan yağ asitleri tüm bitkilerde aynı değildir. Yağ asitleri bileşenleri kapiler kolonlu gaz kromatografisi kullanılarak ayrıştırılır ve kromatografi cihazında kromatogram pikleri şeklinde gözlemlenir. Haşhaş tohumu çeşidi, tohum yağlarının yağ asidi bileşimini önemli ölçüde etkilememiştir. Bu çalışmada linoleik asit en yüksek oranda olup % 73,707-75,518 aralığındadır. Bunu % 12,84-14,34 oranlarında oleik asit, % 8,80-9,32 oranlarında palmitik asit, % 1,82-1,99

oranlarında stearik asit takip etmektedir. Beyaz ve mavi renkli haşhaş tohumlarına ait yağlardaki ortalama linoleik- palmitik oranında ve oleik asit oranında bazı farklılık gözlenmiştir. Beyaz renkli haşhaş tohumlarından elde edilen yağların LO miktarı (ortalama % 74,97) mavi renklilere ait yağlarınkinden (ortalama % 74,15) biraz yüksektir. Mavi renkli haşhaş yağ örneklerine ait yağların ortalama PA (% 9.04) ve OA (% 13.92) değerleri beyaz renkli örneklerin yağlarına göre sırasıyla (% 8,85 ve % 13,24) biraz yüksek bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizinde araştırma haşhaş yağı örneklerinde OA – LO arasında önemli ( $p < 0,05$ )  $r^2 = -0,972$  katsayı bulunmuştur. Wagner d. (2003) haşhaş tohum yağları üzerine yaptıkları çalışmada yağ asidi kompozisyonunu % 11,6 palmitik; % 1,4 stearik; % 13,6 (oleik asit  $\omega-9 + \omega 7$ ); % 72,6 linoleik ve % 0,8 linolenik asit olarak belirlemişlerdir. Azcan vd. (2004) yağ asidi kompozisyonunu palmitik % 10-13, stearik % 2,50-3,20, oleik % 16,1-24,7, linoleik % 56,40-69,2, linolenik % 0,4-0,6 olarak belirtmiştir. En yüksek linoleik asit beyaz haşhaş (% 69,2) gözlenmiş olup bunu sarı ve mavi (% 56,4) izlemiştir. Veličkowska vd. (2015) tarafından Makedonya (İştıp) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (Ayçiçeği, Keten tohumu, Kenevir, Kayısı çekirdeği, Susam, Kabak, Çörek otu, Kolza) majör ve minör yağ asidi bileşimleri; kayısı (% 70,9) ve Kolza (% 59,2) yağı en yüksek düzeyde oleik asit; keten tohumu (% 55,1) en yüksek linolenik, kenevir tohumu (% 57,4) ve çörek otu (% 58,17) en yüksek miktarda linoleik asit içermiştir. Susam yağı yaklaşık 1:1 oranında oleik ve linoleik asit düzeyine sahip olmuştur.

Özcan ve Atalay (2006) yapılan çalışmada, Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohuma ait yapılan çalışmada majör yağ asidi değişimi % 12,85-18,70 palmitik, % 2,40-4,30 stearik, % 13,11-24,13 oleik, % 52,60-71,50 linoleik ve % 0.16-0.50% linolenik asit olmuştur. Linoleik asit, tüm haşhaş çeşitleri için hakim PUFA olarak belirlenmiştir. Ryn vd. (2007) haşhaş tohumlarını da içine alan bazı yağlı tohumlar ile baklagillerden elde ettiği yağlarda yaptığı analizlerde majör yağ asidi profilini % 12,20 palmitik; % 2,30 stearik, % 22,19 oleik, % 59,87 linoleik ve 1.30 linolenik olarak bulmuştur. Bozan ve Temelli (2008) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir'de yetiştirilen keten, aspir ve haşhaş tohumunun bazı özellikleri ve yağ asitleri bileşimi karşılaştırılmıştır. Eskişehir'den temin edilen haşhaş tohumu yağının majör yağ asitlerinin palmitik (% 9,79), stearik (% 1,93), % 11,94 oleik ( $\omega 9$ ), % 0,86 oleik ( $\omega 7$ ), % 74,47 linoleik ve % 0,60 Linolenik

asitten oluştuğu ifade etmiştir. Dıraman (2007) tarafından yapılan 16 adet bitkisel tohum yağ örneğinde haşhaş yağında ait yağ asidi kompozisyonu değerleri palmitik ( % 9,15-10,95), stearik (%2,33-2,38), % 15,05-15,27-oleik ( $\omega$  9), %70,8 -70,92 linoleik ve % 0,48-0,55 linolenik asitten oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca, keten yağında çok yüksek düzeyde linolenik asit (% 57,51) ile belirlenmiştir. Şen vd. (2008) incelemiş oldukları Doğu Anadolu haşhaşı yağı örneklerinde palmitik (%8,38) stearik (% 2,31), %10,02 oleik ( $\omega$ 9), % 78,38 linoleik ve % 0,43 linolenik asit bulmuşlardır. Linoleik asit oranının % 65' in üzerinde olduğu için analiz edilen haşhaş yağlarının kuruyan yağlar sınıfında olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Erinç vd. (2009) Afyon ilinden toplanmış 8 haşhaş tohumu yağının majör yağ asidi değişimi % 68,76 – 73,92 linoleik, % 14,13 – 19,28 ve % 7,68–9,28 palmitik olarak rapor etmişlerdir. Yemek yağına uygun bir potansiyel olduğunu rapor ettiler. Cengiz vd. (2012), farklı renkte haşhaş tohumlarının (mavi, kahverengi ve beyaz) tohumlarda temel yağ asidi bileşenleri linoleik asit (71,25-72,16 g 100 g<sup>-1</sup> ), oleik asit (14,29–16,08 g 100 g<sup>-1</sup> ) ve palmitik asit (9,93–10,65 g 100 g<sup>-1</sup> ) olarak belirlemiştir. Renk değerlerine bağlı olarak tohumların linoleik ve oleik asit içerikleri önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir. Abudak (2014) üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş çeşidinde yaptığı çalışmasında haşhaş tohumu yağlarının hâkim yağ asitleri; linoleik asit (% 65,52-% 74,97 ), oleik asit (% 13,26-% 21,43) ve palmitik asit (% 8,65-% 10,06 ) olarak belirlenmiştir. Hlinková vd. (2012) farklı yıllara ait farklı haşhaş çeşitlerinde yaptıkları araştırmada haşhaş yağında ana bileşenler palmitik (C16:0), oleik (C18:1) ve linoleik (C18:2) asittir. Dündar Emir (2014) ana yağ asidi bileşenlerini palmitik (% 8,71 – 9,46 ), stearik (% 2,2 -2,57), oleik (% 13,61-14,73), linoleik (% 73,07 – 74,65) ve gama-linolenik(% 0,47 – 0,58) asit olarak belirlemiştir. Yağ asidi profili üzerine haşhaş çeşitlerinin etkili olduğu belirtilmiştir.

Dabrowski vd. (2020) çalışmasında haşhaş yağlarında majör yağ asidinin yaklaşık % 71'lik oranla linoleik asit olduğunu tespit etmiş olup, bunu yaklaşık % 16 oleik ve yaklaşık % 10 palmitik asit izlemektedir. Buna ek olarak, stearik ve linolenik asitler haşhaş yağında küçük bir paya sahiptir. Yücel Şengün vd. (2020) çalışmalarında mavi ve beyaz haşhaş tohumu yağlarında linoleik asit (%69,2-73,2), oleik asit (%13,5-17,4) ve palmitik asitin (%8,8-8,9) ağırlıklı olarak bulunduğunu saptamışlardır. Aksoylu Özbek

ve Günç Ergönül (2020 a) beş farklı haşhaş tohumundan elde edilen yağlarda majör yağ asidi değişimi olarak yağ örnekleri linoleik asit (% 69,85 -74,02), ardından oleik asit (% 13,98-16,99) ve palmitik asit (% 8,51-9,75) içermiştir. Ayrıca elde ettikleri sonuçlara göre linoleik asitten çok daha hızlı oksitlenebilen linolenik asit (% 0,40- 0,55) oranı oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Geçgel vd. (2015) farklı bitkisel kaynakların (üzüm çekirdeği, nar çekirdeği, hurma çekirdeği, keten tohumu, aspir tohumu ve altın çilek) tohumlarından soğuk presleme yöntemi ile elde ettikleri argan (oleik % 53,41), altın çilek (linoleik % 74,92), keten tohumu (linolenik % 56,25) ve nar çekirdeği (konjuge linolenik asit % 85,89) yağlarında majör yağ asitleri bulunmuştur. Geçgel vd. (2017) yapılan çalışmada, soğuk pres yöntemiyle elde edilen ceviz yağlarında yağ asitleri bileşimi palmitik asit % 7;10; stearik asit %4,58; oleik asit %26;50, linoleik asit %50,77; linolenik asit %11,05 oranlarında bulunmuştur. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri çalışmasında zeytinyağlarında yağ asidi kompozisyonunu % 63,78–69,13 oleik; %11, 17–13,55 linoleik; %13,74–16,13 palmitik% 0,71–0,95 linolenik olarak belirlemişlerdir.

Haşhaş yağı ile ilgili tüm bilimsel kaynaklarda görüleceği üzere linoleik asit ve oleik asit haşhaş yağının hakim yağ asitleridir. Ülkemizde günlük diyetle sıklıkla tüketilen bitkisel yağlarda (Mısır ve ayçiçeği) bulunan yağ asitleri-haşhaş yağında olduğu gibi genel olarak linoleik, oleik, stearik ve palmitik asittir. Ancak asit oranları çeşitliliğe göre farklılık gösterebilmektedir. Haşhaş yağı çalışmalarda kullanılan ilgili tüm bilimsel kaynaklarda görüleceği üzere hakim yağ asidi olarak linoleik asit (C18:2 n6) 'e sahiptir. Oleik–Linoleik Yağ asidi grubu yağlar arasında yer almaktadır. Haşhaş yağ örneklerindeki yağ asidi bileşenleri arasındaki farklılık ekolojik şartları (toprak yapısı, gübreleme, sıcaklık değişimleri, kuraklık, topografya ve enlem, çiçeklenme dönemindeki klimatolojik etkiler) etkilemektedir. Ayrıca, haşhaşta farklı tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasında belirgin ilişkiler saptanmıştır. Haşhaş tohumlarında koyu renklilikten açık renkliliğe doğru gidildikçe düzenli olarak palmitik ve linoleik asit oranlarının artarken, stearik ve oleik asit oranları azalmıştır (Karaca ve Aytaç 2007). TKG Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/ 29) değerleri (mısır ve ayçiçeği yağları) referans alınarak, haşhaş yağlarından elde edilen değerler

karşılaştırılmıştır. Tebliğe göre çoklu doymamış yağ asidi olan linoleik asit oranı ayçiçeği yağında % 18,7- 74,0, mısır yağında % 34-65,6, fındık yağında % 5,2-22,3, kanola/ kolza yağında % 15-30 ve soya yağında % 48-59 aralığındadır. Tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit oranı ise ayçiçeği yağında % 14-74,8, mısır yağında % 20,0-42,2, fındık yağında % 71- 91, kanola/kolza yağında % 51-70, ve soya yağında % 17-30 aralığındadır. Doymuş yağ asitleri olan palmitik ve stearik asit oranları ise sırasıyla ayçiçeği yağında % 4-7,6; % 2,1-6,5, mısır yağında % TED-0,3; % TED- 3,3, fındık yağında % 4,2- 8,9; % TED-3,2, kanola/ kolza yağında % 2,5- 7; % 0,8- 3, soya yağında ise % 8-13,5; % 4,5-11 aralığındadır (Anonim 2012). TGK Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği' ne (Tebliğ no: 2017/26) göre ham zeytinyağında % 2,5-21 linoleik asit, % 55-83 oleik asit, % 7,5-20 palmitik asit, % 0,5-5 oranında stearik asit bulunmaktadır (Anonim 2017).

İncelenen haşhaş tohumu yağlarının % 80'den fazlası oleik (% 15 civarı) ve linoleik (% 70 civarı) asitlerden oluştuğu için ayçiçek yağı, susam yağı, zeytinyağı, mısır yağı, aspir ve hurma ile birlikte oleik-linoleik yağ asidi grubuna aittir. Düşük linolenik asit (oksidasyon derecesinin düşük olması anlamını taşır) ve çok yüksek linoleik asit içeriği, haşhaş tohumunu gıda endüstrisi için uygun bir yağlı tohum mahsulü yapar. Buna ek olarak gıda endüstrisi tarafından maksimum % 3 oranında linolenik asit istenmesine rağmen, herhangi bir yağın kabul edilebilir lezzetini korumak için% 1'den daha düşük linolenik asit önerilir. Bu nedenle haşhaş tohumları, uygun bir yemeklik yağ kaynağı olarak kabul edilebilir (Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül 2020 ab).

### **5.1.7 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler**

Bu çalışmada yağ asidi profiline göre parametreler: SFA % 10,87- 11,42, MUFA % 13,01-14,51, PUFA % 74,18- 76,05, ve UFA % 88,54- 89,13 aralıklarında bulunmuştur. Haşhaş da içine alan bazı yağlı tohumlar ile birlikte tahıl ve baklagil tohumlarının tokoferol ve yağ asidi içeriği Ryn vd. (2007) tarafından ele alınmıştır. Yağ asidi içeriği haşhaş örneğinde yağ asidi profiline göre SFA % 13,7, MUFA % 22,9 ve PUFA % 61,12 bulunmuştur. Wagner vd. (2003) haşhaş tohumu örneğinde analitik değerleri yağ

asitlerinde % 13 SFA, %13,6 MUFA ve % 73,4 PUFA ile 5,6 PUFA/SFA olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada araştırmacılar haşhaş tohumlarındaki zedelenmenin yağın oksidatif stabilitesi üzerine etkisini de araştırmışlardır. Özellikle % 10–50 arasındaki hasarlanmanın yüksek düzeyde PUFA içermesinden dolayı haşhaş yağların oksidatif stabilitesini (asitlik sayısı, anisidin değeri vs) azaltan /düşüren şekilde etkilediği sonucuna varmışlardır. Azcan vd. (2004) Afyon ilinden aldığı beyaz, mavi ve sarı haşhaş tohumlarında yaptığı analizlerde beyaz tohumlulardan elde edilen haşhaş tohumu yağında doymamış yağ asitleri (UFA) oranı (%85,9) en yüksek olarak değerlendirmiştir. Bulgularımız ilgili literatür ile benzer ve uyumludur.

Araştırmada beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan PUFA/SFA 6,50-7,00, OA/LO 0,17-0,19, LO/LN 138,84-168,17, UFA/SFA 7,76- 8,20, UFA/PUFA 1,17-1,20 aralığında belirlenmiştir. Bunlara ilişkin literatür bulguları bulunamamıştır. Bu veriler haşhaş yağı ile yapılabilecek muhtemel tağşişler için fayda sağlayabilecek bilgileri içermektedir.

Abudak (2014) üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş tohumu çeşidinde yaptığı çalışmada sarı renkli haşhaş tohumu yağlarında % yağ oranı ve toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$  PUFA) içeriğinin, beyaz renkli haşhaş tohum yağlarında ise toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitenin diğer renkteki haşhaş tohumu yağlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020) Beş farklı Türkiye menşeyli haşhaş tohumuna ait soğukta expeller ile preslenmiş doğal yağların bazı fizikokimyasal özellikleri çalışmasında dengeli beslenme ve kardiovasküler sağlığın iyileştirilmesi için 0.40'ın üzerinde PUFA/SFA oranı önerilmektedir. Bu çalışmada kullanılan haşhaş tohumu yağlarının tümü oldukça yüksek PUFA/SFA oranlarına sahiptir. Ayrıca sonuçlara göre, linoleik asitten iki kat daha hızlı oksitlenen ve çok güçlü istenmeyen tatlara sahip kısa zincirli aldehytler oluşturan çok az miktarda linolenik asit (% 0,40-0,55) içerir. Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020a) çalışmasına göre bu çalışma dengeli beslenme ve kardiovasküler sağlık için haşhaş yağının olumlu özellikler taşıdığını göstermektedir. Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite

parametreleri çalışmasında yağ asidi kompozisyonuna ilişkin parametreleri MUFA/PUFA 4,54–5,92 ve PUFA/SFA 0,17–0,22 arasında belirlemiştir.

Zeytinyağları yüksek düzeyde oleik asit (MUFA) ve linoleik asit (PUFA) içermektedir. Haşhaş yağları ise zeytinyağlarına göre daha az oleik asit (MUFA) ve daha yüksek düzeyde linoleik asit (PUFA) aynı zamanda daha yüksek düzeyde fenolik madde içermektedir. Linoleik asit oleik aside göre çift bağ içermediğinden dolayı daha hızlı okside olur.

Haşhaş yağı örneklerinde yapılan analize göre iyot sayısı 147,93-150,10 aralığında bulunmuştur. Araştırma örneklerinde UFA – IS arasında  $p < 0.05$  düzeyinde önemli  $r^2 = 0,904$  korelasyon bulunmuştur Wagner vd. (2003) haşhaş tohumu örneğinde iyot sayısı değerini 130 g/ 100 g bulmuştur. Azcan vd. (2004) tarafından yapılan Afyon ilinden alınmış olan üç farklı haşhaş örneğinde iyot sayısı 139,6 bulunmuştur. Özcan ve Atalay (2006) yapılan çalışmada, Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohumuna ait yapılan çalışmada iyot sayısı değerini 122-129,5 aralığında bulmuşlardır. Şen vd. (2008) incelemiş olduğu Doğu Anadolu haşhaşı örneklerinde iyot sayısını 135' in üzerinde bulmuştur. Dündar Emir vd. (2015) çalışmalarında iyot sayısını 132,5-142 g/ 100 g aralığında bulmuşlardır. Bu iyot değeri; Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül (2020) makalesinde belirttiği üzere iyotlu tuzun bulunmadığı ülkelerde eksikliği gidermek amaçlı çeşitli şekillerde kullanılabilir. Geçgel vd. (2015) çeşitli bitkisel kaynaklı yağlarda yaptıkları çalışmada iyot sayısı değerini 51,27 (hurma çekirdeği yağı)- 236,42 (nar çekirdeği yağı) aralığında bulmuşlardır. Genel olarak literatür bulguları ile benzer ve uyumlu bulunmuştur.

Bu çalışmada haşhaş yağlarında oksitlenebilirlik değeri (Ox Suc) 3378,53-3464,82 aralığında, oksitlenebilirlik değeri (Cox) 7,84- 8,02 aralığında, teorik oksidatif stabilite (TOSİ) değeri 1,43-1,81 aralığında bulunmuştur. Linoleik asit miktarının yüksekliği (% 70 civarında) haşhaş yağlarındaki ilgili bu değerleri etkilemiştir.

### 5.1.8 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Minör ve Majör Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular

Haşhaş tohumu yağlarının Trigliserit (TG) veya Triaçil gliserol (TAG) profili; kimyasal olarak yağların trigliserit yapısındaki beta pozisyonuna göre linoleik asidi içeren bir yapı arz etmiştir. Örneklere ilişkin majör TAG'lar (LOLn, OLnO+OLL, PLL, PLO, LOO ve POO) olmuştur. Dıraman ve Özer (2014) haşhaş yağı TAG bulgusu ile sonuçlar benzer ve uyumlu bulunmuştur. TAG bileşenleri arasındaki farklılıklara da yağ asitleri için belirtilen hususlar etkili olmuştur. Krist vd. (2005) farklı renkli (gri, mavi ) soğuk presleme yöntemiyle haşhaş tohumlarından elde ettiği yağlarda majör ve minör TAG profili olarak LLL (% 19,1–% 24,6), LLP (% 16,3–% 18,0), OLL (% 13,2–% 13,3), OOL (% 7,3–% 9,0), OLP (% 7,2–% 9,2), SOL (% 1,8 2,6 %), OOP (% 1,0 -% 2,1), LLnP (% 0,8), LLLn (% 0,6 -% 0,8), LnLnLn (% 0,3 -% 0,9), SOO (% 0,4 -% 0,5) ve POL (% 0,3 -% 0,4) tespit etmişlerdir.

Bu çalışma Krist vd. (2005) haşhaş yağlarında yaptığı trigliserid analizi ile majör bileşenlerin varlığı ve sıralması açısından uyumludur.. Bu çalışmamızın bulgularına göre trilinolein (LLL) bulgusu Krist vd (2005) sonucundan oldukça yüksektir. Christopoulou vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada aspir yağının TAG bileşenlerinden LLL miktarının haşhaş yağına benzer olduğu görülmüştür. Bu çalışma yerli haşhaş yağlarında TAG analizi konusunda ilk çalışmalardan biridir. Yağın triaçilgliserol (TAG) bileşimi, yaygın olarak tağşişin veya orijinalliğin tespiti ve coğrafi kökeninin belirlenmesi için kullanılır (Köseoğlu vd, 2019). Köseoğlu vd. (2019) natürel zeytinyağlarında yaptıkları çalışmada filtrasyonun 12 aylık depolama süresi boyunca Türk zeytinyağlarının kalite parametreleri çalışmasında Zeytinyağı örneklerinin majör TAG profili ve buna ilişkin parametreler ise LLL % 0,19-0,37 (muhtemel tağşişlerin belirlenmesinde ana indikatör TAG); OOO % 26,12 – 32,99; POO 23,02–24,78; LOO % 13,95–15,76; PLO % 8,18–10,86 arasında bir değişim göstermiştir. Filtrasyon işlemimin TPC miktarı üzerine önemli (P <0.05) düzeyde etkisi olduğunu ancak yağ asitleri ve TAG profili üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür Natürel zeytinyağlarında bulunan trilinolein (LLL) miktarı haşhaş yağına göre oldukça düşüktür. Bu durum zeytinyağına yapılabilecek muhtemel bir haşhaş yağı hilesine karşı,



hile varlığını belirleme konusunda yardımcı olabilecektir. TAG bileşenleri arasındaki farklılıklara da yağ asitleri için belirtilen hususlar etkili olmuştur.

### **5.1.9 Soğuk Pres Haşhaş yağlarında Triaçilgliserol Profiline Göre Hesaplanan Değerler**

Soğuk pres haşhaş yağlarının Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 % 40,47-44,05; ECN 44 % 36,88-37,82 ; ECN 46 % 13,70-17,53; ECN 48 % 2,98-4,14 ve ECN 50 % 0,21-0,38 olmuştur.

TAG bileşenlerine göre hesaplanan diğer parametrelerin değişimi ise PLO /OOO oranı 7,95 – 13,51 ; PLL/OLL oranı (1,02 – 1,14; ECN48/ECN44 oranı 0,31 – 0,72 ve OOO/POO 0,39 – 0,84 arasında belirlenmiştir. Buna ilişkin herhangi bir literatür bulgusu bulunmamıştır. Zeytinyağı örneklerinin TAG profiline ilişkin parametreler ECN 42 0,61–0,99; LOO/PLO 6,49 – 16,46 ve OOO/POO 1,07 – 1,40 arasında bir değişim göstermiştir (Köseoğlu vd. 2019). Natürel zeytinyağlarına % 1–5 arasında farklı bitkisel yağlar ile yapılabilecek muhtemel taşış/hileleri tespit etmek için yağ asidi ve TAG profili ve bunlara ilişkin bazı parametrelerin kullanılabilirliği konusu Christopoulou vd. (2005) tarafından detaylı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada yağ asidi profilinde linolenik asit ve TAG profilinde LLL,ECN 42 -46 arası fraksiyonlar ve parametreler olarak LLL/ECN42 \*100, ECN46/LLL, ECN44 + ECN 46/LLL kullanılmıştır. Dikkat çekici bir yüksek düzeyde (% 44,2) LLL, (% 45,2) ECN42 içeren aspir yağı ile muhtemel taşışlar yağ asidi profilindeki değişimler ile değil, TAG profili/parametreleri yardımıyla kolayca tespit edilmiştir (Christopoulou vd. 2005).

### **5.1.10 Soğuk Pres Haşhaş Yağlarına Ait Tokoferol Analizine İlişkin Sonuçlar**

Haşhaş örneklerinde yapılan alfa tokoferol analizinde tokoferol miktarları 43,52-101,04 mg/kg yağ aralığında bulunmuştur. Haşhaş tohum çeşitliliğinin tokoferol miktarı oranına etkisi istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Wagner vd. (2003) haşhaş tohumunda yaptığı analizde alfa tokoferol 2,1 mg /100g olarak bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006) Afyon ilinde yetiştirilen 7 farklı haşhaş tohumuna ait yaptıkları çalışmada

alfa tokoferol miktarı değişimini 26,75–37,23 ppm aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Ryn vd. (2007) haşhaşı da içine alan bazı yağlı tohumlar ile birlikte tahıl ve baklagil tohumlarının tokoferol içeriğini inceledikleri çalışmada göre alfa tokoferol (mg/100g) miktarını: haşhaş tohumu 0,9; keten 0,1, kabak çekirdeği için 0,9, susamda ise iz miktarda belirlemişlerdir. Erinç vd. (2009) Afyon ilinden toplanmış 8 haşhaş tohumu yağının  $\alpha$ -tokoferol miktarlarının 21,99–45,83 mg kg<sup>-1</sup> aralığında değiştii ve ortalama  $\alpha$ -tokoferol miktarının 33,03 mg kg<sup>-1</sup> olduğu rapor etmişlerdir. Abudak (2014) üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş tohumu çeşidinin E vitamini ( $\alpha$ -tokoferol) içeriğinin 29,4-54,0 mg/kg yağ aralığında olduğunu belirtmiştir. Dabrowski vd. (2020) çalışmalarında soğuk preslenmiş haşhaş yağlarında tokoferol içeriklerini 122 mg/ kg olarak bulmuşlardır. Tokoferoller doğal bir antioksidan olup raf ömrünü uzatırlar. Bitkisel yağların ana antioksidanları tokoferollerdir (Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül, 2020 b). Bu çalışmada bulunan sonuçlar literatürde var olan değerlerin oldukça üzerindedir. Bu sonuç çalışmada kullanılan haşhaş yağlarının oldukça uzun raf ömrüne sahip olabileceğini göstermektedir. Veličkowska vd. (2015) tarafından Makedonya (İştii) toplanan sekiz bitkisel tohumunun (Ayçiçeęi, Keten tohumu, Kenevir, Kayısı çekirdeği, Susam, Kabak, Çörek otu, Kolza) ve iki karışım (ayçiçeği + kabak çekirdeği ve kayısı+ kenevir + keten yağı) soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarında alfa tokoferol 0,1 (çörekotu)- 20,7 mg/ kg (ayçiçeği) aralığında bulunmuştur.

### **5.1.11 Soğuk Pres Yönteminin Haşhaş Yağları İçin Değerlendirilmesi**

Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (Codex Alimentarius Comission, CAC) Bitkisel Yağlar Standardına (Anonim 2019) göre soğuk pres yağlar, ısı uygulamaksızın, sadece mekanik işlemlerle, yağın doğasını bozmadan üretilen bitkisel yemeklik yağlardır. Bu yağlar, sadece su ile yıkama, bekletme, süzme ve santrifüjleme işlemleri ile saflaştırılabilirler. Uluslararası Kodeks Komisyonuna (Codex Alimentarius) esaslarına göre hazırlanan Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği'ne göre (Tebliğ No: 2012/29, Anonim 2012) söz konusu bu yağlar bitkisel yağ, ham yağ, natürel yağ, rafine yağ ve soğuk preslenmiş natürel yağ sınıflarına ayrılmıştır. Çalışma konusu ile doğrudan ilgili olan soğuk preslenmiş natürel yağ, doğrudan tüketime uygun olan,

ısıtılma işlemi olmaksızın sadece mekanik yöntemle elde edilen yağ olarak tanımlanmıştır. Bu tip yağlar üretim tekniği açısından ele alındığında, yağlı tohum hammaddesinin içerisindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra yüksek derecelerdeki bir sıcaklığa maruz kalmadan (genellikle maksimum 40 °C) preslerde sıkım işlemi gerçekleştirilmekte (Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül 2020 b) ve daha sonra da basit bir filtreleme işlemi yapılarak – veya yapılmaksızın – yağlar tüketiciye arz edilmektedir. CAC ve TKG'nin bitkisel yağlara ait ilgili dokümanlarında haşhaş yağı hakkında herhangi bir norm bulunmamaktadır.

Son zamanlarda gıda üretiminin yanı sıra farmasötik ve kozmetik endüstrisinde de önem bir yere sahip olan yenilebilir kıymetli tohum yağları içermiş oldukları yağ asitleri, tokoferoller, karetenoidler, antioksidan maddeler, fenolik ve yağda çözünen biyoaktif bileşiklerden dolayı insan beslenmesinde değerli gıda maddelerinden bir tanesidir. Nitekim son zamanlarda süratle yaygınlaşan hastalıklardan korunmak ve tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda giderek bilinçlenmesiyle birlikte “doğal” ya da “organik” diye tanıtılan gıdalara rağbet göstermesi, diğer yandan endüstriyel üretim aşamalarında gıdanın herhangi bir katkı maddesinin katılıp katılmadığı, ya da besleyici değerini etkileyecek herhangi bir fiziksel/kimyasal işleme (çözgen ekstraksiyonu, rafinasyon da kimyasallar ile yapılan işlemler gibi) maruz kalıp kalmadığı göz önünde tutulan özellikler arasında gelmektedir. Örnek olarak tüketicilerin güvenli gıda arzusu nedeniyle içerisinde solvent kullanılmadan sadece mekanik ekstraksiyon ile üretilmiş, rafine edilmemiş soğuk preslenmiş bitkisel yağlara dünya çapında ilgi günden güne artmaya başlamıştır (Teh ve Birch 2013, Gecgel vd. 2015 ve 2017). Çözgen ekstraksiyonu gibi yöntemlerle karşılaştırıldığında soğuk presleme yönteminde standart kalitede ürün elde edilmesine imkan sağlamanın yanında ve üretilen yağ miktarının az olmasına rağmen; bu tür yağlar biyoaktif bileşenler (esansiyel yağ asitleri, fitosteroller, fenolik bileşenleri tokoferol bileşikleri, aromatik ve uçucu maddeler) açısından son derece zengindirler. Bu bileşenler yağların ürün stabilitesini, duyu ve besinsel özelliklerini etkileyen ve yağların oksidasyonundan sorumlu olan radikalleri engelleyerek bozulmayı önlemektedirler. Soğuk pres yağlar çok fazla polar fenolik bileşikler içerdiklerinden dolayı oksidatif bozulmaya karşı koruyucu bir potansiyele sahiptir. Soğuk preslenmiş yağların en belirgin avantajı, rafine olanlara kıyasla daha

yüksek seviyelerde biyoaktif bileşenler içermesidir. Rafine etme, yağ asitleri, tokoferoller, fenolik bileşikler ve pigmentler gibi sağlığı teşvik eden çeşitli bileşiklerde ciddi kayıplara neden olur (Gecgel vd. 2015 ve 2017).

Soğuk pres yöntemi ile elde edilen haşhaş tohumu yağları; esansiyel yağ asitleri, tokoferoller gibi biyoaktif bileşenleri içermektedir. Ayrıca güçlü antioksidan ajanlar olarak bilinen tokoferol içeriğince zengin olması sebebiyle sektörde ilgi çekebilir. Soğuk presleme işlemi solvent ekstraksiyon yöntemine göre yağ içeriğinde bulunan biyoaktif maddelerin daha az zarar görmesini sağladığı için yağ eldesinde daha uygun bulunmaktadır. Buna ek olarak haşhaş tohumu yağı yaygın yemeklik yağlara benzer yağ asidi bileşimi nedeniyle diğer yemeklik yağlara sağlıklı bir alternatif olarak hizmet edebilir. Ancak soğuk preslemenin yağın bir kısmının pres kekinde kalması gibi bir dezavantajı vardır (Dabrowski vd. 2020, Aksoylu Özbek ve Günç Ergönül 2020 ab).

BM tarafından belirlenen haşhaş üreticisi ülkeler arasında en fazla paya sahip ikinci ülke olunması TMO tarafından kapsül olarak alım yapılmakta ve haşhaş tohumları üreticinin elinde kalmakta, ayrıca ürünü değerlendirme olanakları kısıtlıdır. Asırlardır ülkemiz topraklarında üretilen, geleneksel olarak tüketimi var olan, kaliteli, lezzetli bir bitkinin ekonomik olarak değerlendirilememesi milli servet kaybı olarak görülmektedir (Dündar Emir vd. 2015).

Şen vd. (2008) Doğu Anadolu haşhaşında yaptığı çalışmada iyot sayısının 135'in üzerinde ve linoleik asit oranının % 65' in üzerinde olması nedeniyle haşhaş yağının kuruyan yağlar sınıfında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yağ asidi kompozisyonu ve iyot sayısı dikkate alındığında haşhaş yağının yemek ya da kızartmalarda kullanım yerine salata ve soslarda taze olarak kullanımının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

## **5.2 Sonuçlar**

1. Bugüne kadar yapılan tüm çalışmalar ve bu tez sürecinde yapılan analizler gösteriyor ki; haşhaş yağı içerdiği esansiyel özellikteki omega 6 (linoleik) yağ asidi

ve vitamin E içeriğinden dolayı besleyici değeri göz ardı edilemeyecek kadar değerli bir gıdadır.

2. Haşhaş tohumlarından baskıyla çıkarılan yağlarda yapılan yağ asidi kompozisyonuna ait sonuçlara göre haşhaş yağında % olarak en fazla bulunan yağ asitleri palmitik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), linoleik asit(C18:2) 'tir. Haşhaş yağı çoklu doymamış yağ asitlerini içermesi sebebiyle beslenme fizyolojisi açısından dengeli dağılıma sahiptir.
3. Soğuk pres haşhaş yağı antioksidan kaynağı olarak azımsanmayacak ölçüde toplam fenolik madde ile antioksidan aktivite özelliğe sahip alfa tokoferol içermektedir.
4. İnsanlığın antik döneminden beri en eski bitkisel yağ kaynaklarından biri olan haşhaş yağları, besleyici değeri yüksek olmasından, hakim düzeydeki yüksek miktarda  $\omega$ -6 (linoleik asit) ve düşük miktarda  $\omega$ -3 (linolenik asit) içermesinden dolayı gıda sanayisinde kullanıma uygundur. Ayrıca omega- 3 içeriği düşük olması sebebiyle  $\omega$ -3 içeriği yüksek olan yağlarla karıştırılarak gıda sanayisinde kullanıma sunulması sahip olduğu bir avantajdır. Margarin sanayisinde ham madde kaynağı olarak önem taşıyan bir potansiyele sahiptir.
5. Analizler sonucunda elde edilen asit sayısı ve peroksit değerlerinin (FAO / WHO, 2015) izin verilen sınırlarda olması, haşhaş yağının gıda sanayisinde kullanılabilir olduğunu göstermektedir.
6. Dengeli beslenme ve kardiovasküler sağlığın iyileştirilmesi için 0,40'ın üzerinde PUFA/ SFA oranı önerilmektedir. Yapılan çalışmada ve daha önceki çalışmalar incelendiğinde tüm örneklerde PUFA/ SFA oranı 0,40 üzerinde gözlemlenmiştir. Bu gösterge kalp sağlığı için haşhaş yağının kullanıma uygunluğunu göstermektedir.
7. Haşhaşın ekonomik değeri ve sağlık açısından önemi göz önüne alındığında ülkemize ekonomik ve tıbbi olarak büyük katkı sağlayabilecek bir ürün olduğu görülmektedir.
8. Haşhaş tohumlarının % 35-50 arasında yağ oranı olması ve protein içeriği (%35-40) gösteriyor ki haşhaş tohumları yüksek enerji içeriğine ve dikkate değer düzeyde insan (haşhaş ezmesi) beslenmesi ve hayvan besleme (küspe) potansiyeline sahiptir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abudak M, 2014, Farklı Renklerdeki Haşhaş Tohumlarının Yağ Asidi Dağılımının ve Bazı Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99, Afyonkarahisar
- Abudak M, Kara H H, 2017, Fatty Acid Composition and Some Bioactive Properties of Edible Oil Extracted from Different Varieties of Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seeds, *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 64, 19-25.
- Aksoylu Özbek Z, Günç Ergönül P, 2020 a, Determination of Physicochemical Properties, Fatty Acid, Tocopherol, Sterol and Phenolic Profiles of Expeller-Pressed Poppy Seed Oils from Turkey, *Journal of Food and Agricultural Chemistry, Society* 97, 591–602.
- Aksoylu Özbek Z, Günç Ergönül P, 2020 b, Cold Pres Oils Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality and Applications, *Cold Pressed Poppy Seed Oil*, Chapter 19, 231-239
- Anonim, 1974, Türk Standartları Enstitüsü, Yağlı Tohumlar – Su ve Uçucu Madde Miktarı Tayini (TS 1632) Mart 1974, Necatibey Cad. No: 112, Bakanlıklar Ankara.
- Anonim, 1987, IUPAC (International Union Pure and Applied Chemistry)– Standard Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivates, Edited by C, Paquat and A. Hautfenne 7th edn, Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford, London, Edinburg.
- Anonim, 2012, Türk Gıda Kodeksi, Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29).TC Resmi Gazete Sayı 28262 (2 Nisan 2012).
- Anonim, 2012 a, Official Method 948.22, Fat (crude) in Nuts and Nut Products. Gravimetric, Methods, Official Methods of Analysis of AOAC International, 19 th ed, AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

- Anonim, 2012 b, Official Method 923.03-1923, Ash of Flour, Direct Method Fat (crude) in Nuts and Nut Products, Gravimetric Methods, Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed, AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Anonim, 2014, FP-528 Protein/Nitrogen Determinator Instruction Manual, Leco Corporation. MI, USA.
- Anonim, 2019 a, Haşhaş Sektör Raporu, TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2019 b, Standard for Named Vegetable Oils (CXS 210-1999), Codex Alimentarius Commission (CAC), FAO/WHO.
- Azcan N, Ozturk Kalender B, Kara M, 2004, Investigation of Turkish Poppyseeds and Seed Oils, Chemistry of Natural Compounds, Vol. 40, No: 4,370-372.
- Bozan B, Temelli F, 2008, Chemical Composition and Oxidative Stability Of Flax, Safflower and Poppyseed and Seed Oils. Bio Resource Technology, 99 (2008) 6354-6359.
- BYSD 2015, Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği, (Web sitesi: <http://bysd.org.tr>) (erişim tarihi: 01.12.2020)
- Cengiz M F, Uslu M K, Certel M, 2012, Fatty Acid Composition of Poppy Seeds with Different Colours, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25, 77-80
- Cert A, Alba J, Leon-Camacho M, Moreda W, Carmen Perez-Camino M, 1996, Effects Of Talc Addition and Operating Mode On The Quality and Oxidative Stability Of Virgin Olive Oil Sobtained By Centrifugation. Journal of Food and Agricultural Chemistry, 44, 3930-3934.
- Chu Y H, Kung Y L, 1998, A Study On Vegetable Oil Blends, Food Chem, 62, 191-195
- Christopoulou E, Lazarakia M, Komaitis M, Kaselimis K, 2004, Effectiveness of Determinations of Fatty Acids and Triglycerides for the Detection of Adulteration of Olive Oils with Vegetable Oils, Food Chemistry 84, 463-474
- Czaplicki S, Ogrodowska D, Derewiaka D, Tanska M & Zadernowski R, 2011, Bioactive Compounds in Unsaponifiable Fraction of Oils from Unconventional Sources, European Journal of Lipid Science and Technology, 113, 1456–1464.

- Dıraman H, 2007, Çeşitli Bitkisel Tohum Yağlarında Yağ Asitleri Karakterizasyonu (Sözlü Bildiri), Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31 Mayıs, Samsun.
- Dabrowski G, Czaplicki S, Konopka I, 2020, Composition and Quality of Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seed Oil Depending on the Extraction Method, Food Science and Technology, 134, 110167
- Dündar Emir D, 2015, Soğuk Pres Yöntemiyle Elde Edilen Haşhaş Yağlarının Yağsız Keklerin ve Protein İzolatlarının Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi (Basılmamış Doktora Tezi.), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 183, Çanakkale.
- Erinç H, Özcan M M and Tekin A, 2009, Determination of Fatty Acid, Tocopherol and Phytosterol Contents of the Oils of Various Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seed., Grasas y Aceites, 60, 375-381.
- Fengxia S, Dishun Z, Zhanming Z, 2001. Determination of Oil Color By Image Analysis, Journal of the American Oil Chemists' Society, 78, 749–752.
- Gecgel U, Demirci AS, Dulger GC, Gecgel U, Tasan M, Arici M, Ay O, 2016, Some Physicochemical Properties, Fatty Acid Composition and Antimicrobial Characteristics of Different Cold-Pressed Oils. La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse, 92, 187–200.
- Geçgel U, Yılmaz M, Apaydın M, Erol H, 2017, Soğuk Pres Tekniği ile Elde Edilen Ceviz Yağının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, BAHÇE 46 (Özel Sayı 2: III. Ulusal Ceviz Sempozyumu), 273–279
- Gutfinger T, 1981, Polyphenols in Olive Oils, Journal of the American Oil Chemists' Society, 58, 966-968.
- Güler G, 2009, Soğuk Presyon ve Kimyasal Rafinasyon Yöntemleri İle Üretilen Kanola (kolza) Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi, 101, Tekirdağ.



- Hlinková A, Bednárová A, Havrlentová M and Šupová J, 2012, Poppy seed (*Papaver somniferum* L.), Effect of Genotype and Year of Cultivation on Variability in its Lipid Composition, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1, 908-922.
- İpek G, Arslan N, 2012, Gıda Maddesi Olarak Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Tohumunun Değerlendirilmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5, 99-101
- Kharazi S H, Kenari R E, Amiri Z R, Azizkhani M, 2012, Characterization of Iranian Virgin Olive Oil from the Roodbar Region: A Study on Zard, Mari and Phishomi, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 89,1241--1247
- Kolsarıcı Ö, Kaya M D, Göksoy A T, Arıoğlu H, Kulan E G, Day S. 2015, Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretiminde Yeni Arayışlar, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi (Bildiriler Kitabı-1)*, 12-16 Ocak, Ankara,401-425.
- Karaca E, Aytaç S, 2007, Yağ Bitkilerinde Yağ asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, OMU, 22, 123-131
- Köseoğlu O, Güleşçi N, Aygül İ, Didar S, Kadiroğlu P, 2019, Effects of Filtration on THA Quality Properties of Extra Virgin Olive Oilsduring Storage, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96, 291-301
- Krist S, Stuebiger G, Unterweger H, Bandion F & Buchbauer G, 2005, Analysis of volatile compounds and triglycerides of seed oils extracted from different poppy varieties (*Papaver somniferum* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8310–8316.
- Laubli M W, Bruttel P A, 1986, Determination of the Oxidative Stability of Fats and Oils: Comparison Between the Active Oxygen Method (AOCS Cd 12b-92) and Rancimat Method, *Journal of Science Food and Agriculture*, 63, 792-795.
- Lavelli V, 2002, Comparison of the Antioxidant Activities of Extra Virgin Olive Oils, *Journal of Food and Agricultural Chemistry*, 50, 7704-7708
- Maden B, Yalcin S, 2017, The Effect of Storage on Some Properties of 3 Different Ground Poppy Seed Fats. *International Journal of Secondary Metabolite* 4, 349-354.

- Meastri D M, Labuckas D O, Meriles J M, Lamarque A L, Zygadlo J A, Guzman C A, 1998, Seed Composition of Soybeancultivars Evaluated in Different Enviromental Conditions, *Journal of Science Food and Agriculture*, 77, 494 – 498
- Minguez-Mosquera M I, Rejano L, Gandul B, Sanchez A H, Garrido J, 1991, Color-Pigment Correlation in Virgin Olive Oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68, 332-336
- Özgen Y, Arslan N, Bayraktar N, 2017, Türkiye Açısından Önemli Bitki haşhaşın Önemi ve Tarımı, *Ziraat Mühendisliği*. 364,4-8
- Özcan M Atalay Ç, 2006, Determination Of Seed and Oilproperties Of Some poppy (Papaver somniferum L.) Varieties. *Grasas y Aceites*, 57, 169-174.
- Parker TD, Adams DA, Zhou K, Harris M, Yu L 2003, Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. *Journal of Food Science* 68(4), 1240-1243.
- Ryan E, Galvin K, O'Connor T P, Maguire A R, O'Brien N M, 2007, Phytosterol, Squalene, Tocopherol Content and Fatty Acid Profile of Selected Seeds, Grains, and Legumes, *Plant Foods Human Nutrition*, 62, 85-91.
- Şen H, Ahmet Helvacı A, Kumlay AM, Aysel Şen A, Bulduk İ, 2008, Alternatif Bir Yağ Bitkisi Olarak Doğu Anadolu Haşhaşı (Papaver bracteatum)'nın Tohum Bileşenleri ve Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 653-658.
- Teh, S.S, Birch, J, 2013, Physicochemical and Quality Characteristics of Cold-Pressed Hemp, Flax and Canola Seed Oils, *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 26–31.
- Tuberoso C.I.G, Kowalczyk A, Sarritzu E, Cabras P, 2007, Determination of Antioxidant Compounds and Antioxidant Activity in Commercial Oil Seeds for Food Use, *Food Chemistry*, 103, 1494–1501
- Veličkovska SK, Brühl L, Mitrev S, Mirhosseini H, Matthäus B, 2015, Quality Evaluation of Cold Pressed Edible Oils from Macedonia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117, 2023 -2035

- Wagner KH, Isnardy B, Elmadfa I, 2003, Effects of Seed Damage on the Oxidative Stability of Poppy Seed Oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 219–222
- Yetim H, Kesmen Z, 2015, Gıda Analizleri, Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 163, Kayseri, 346, ISBN 978-975-6478-45-5.
- Yıldız H, Baysal T, 2003 Bitkisel Fenoliklerin Kullanım Olanakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 14, 29-35.
- Yücel Şengün İ, Yücel E, Öztürk B, Kılıç G, 2020, Haşhaş (*Papaver somniferum*) Çeşitlerinin Tohum Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu, Toplam Fenolik Madde Miktarı, Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktiviteleri, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 45 954- 962

### **İnternet Kaynakları**

- 1- <https://www.afyonnews.com/2019/01/30/suhut-synnada-antik-kenti/>, 01.12.2020
- 2- <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize/>, 4 Eylül 2019

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine TÜRKA VCI  
Doğum Yeri ve Tarihi : Sandıklı/ AFYON 1990  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : 0539 253 92 07- emineturkavci@hotmail.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyonkarahisar Sandıklı Lisesi (2004 – 2007)  
Lisans : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Gıda  
Mühendisliği Bölümü (2008– 2012)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı (2017 – 2021)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

: Keklikler Zirai Ürünler Ltd. Şti. (2015-2016)  
: Sandıklı Devlet Hastanesi (2019)  
: May Thermal Resort Hotel (2021 – Devam Ediyor)